



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



# ANEXOS

PROYECTO FIN DE CARRERA:  
NUEVA PROPUESTA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER DE  
MANTENIMIENTO

**PROFESOR DIRECTOR:** JESÚS CASANOVA AGUSTÍN

**ALUMNO:** CARLOS LERÍN AGRAMONTE

**ESPECIALIDAD:** I. T. I. MECÁNICA

**CONVOCATORIA:** JUNIO 2011

# ÍNDICE

**ANEXO I**      NUEVOS GUIONES PARA LAS  
PRÁCTICAS

**ANEXO II**     PLANOS

**ANEXO III**    ESTUDIO DE TIEMPOS Y  
PRESUPUESTO

**ANEXO IV**    EXPLICACIONES Y RESULTADOS DE  
LAS PRÁCTICAS



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



ANEXO I

# NUEVOS GUIONES PARA LAS PRÁCTICAS

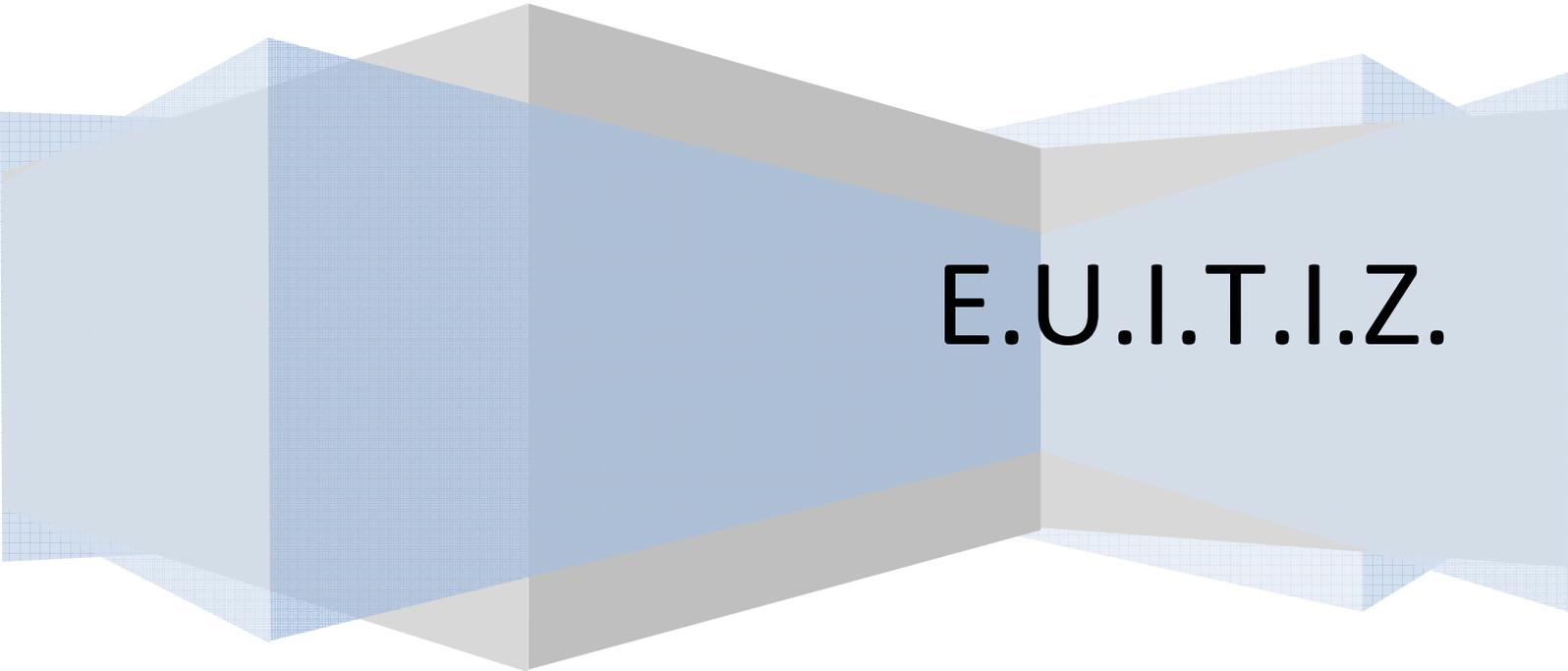
PROYECTO FIN DE CARRERA:

NUEVA PROPUESTA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER DE  
MANTENIMIENTO

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

# Medición de viscosidades. Viscosímetro VISGAGE #76

Manual del alumno. Capítulo I



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	1
2. DESCRIPCIÓN .....	2
2.1. DESCRIPCIÓN DEL VISCOSÍMETRO .....	2
2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACEITES A ANALIZAR .....	3
3. DESARROLLO .....	3
4. ANEXO .....	9
4.1. MEDICIÓN DE ACEITES TINTADOS OSCUROS .....	9
4.2. INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD EN LOS RESULTADOS .....	11
4.3. OTRAS CONSIDERACIONES .....	11

## 1. OBJETIVO

El principal objetivo de la práctica es medir la viscosidad de varios aceites por medio de un viscosímetro.

Se pretende también:

- Aprender a manipular correctamente un viscosímetro tipo Visgage
- Comprobar la fiabilidad de dicho instrumento y verificar que con pocas mediciones de cada aceite se obtienen, sin cálculos, resultados bastante precisos

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL VISCOSÍMETRO

El instrumento que se utilizará en la práctica de medición de viscosidades es un **viscosímetro** de tipo **Visgage** modelo 76.



El Visgage mide la viscosidad del aceite en el lugar de la medición de una forma fácil y rápida. Puede ser utilizado para comprobar casi cualquier aceite, desde aquellos de uso ligero (20cSt) hasta los aceites pesados de engranaje (400sCt) para éste modelo de viscosímetro.

Por la simplicidad, rapidez y fiabilidad de sus resultados con su uso regular el Visgage es probablemente el instrumento más utilizado en todo tipo de industria y el más útil para ayudar en un programa de análisis de estado de los aceites.

El principio de operación se basa en comparar la viscosidad de un aceite cualquiera (muestra) con la de un aceite de viscosidad conocida (referencia). La lectura de la viscosidad se hace directamente en centistokes a 40°C con una temperatura ambiente de 27°C que sería la ideal para conseguir los resultados más exactos. En dicha situación se alcanza fácilmente de forma experimental una exactitud  $\geq 95\%$  en sus resultados. Es una herramienta ideal para conseguir resultados inmediatos de la muestra.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ACEITES A ANALIZAR

Para esta práctica, se dispone de seis muestras de diferentes aceites de los cuales se obtendrá y calculará la viscosidad. Dichas muestras de los seis tipos de aceites se almacenan en seis botes asépticos numerados del 1 al 6. Además, también existe un bote que contiene el agente limpiador (alcohol 96°C) de aquellas partículas de aceite que puedan quedar en el interior del viscosímetro.



Para tener una idea de los resultados que se va a obtener, puede decirse que los seis aceites se mueven en un rango aproximado de viscosidad cinemática de entre 25 y 130 cSt cuyas medidas fueron tomadas a una temperatura ambiente (TA) de 22°C. Si la TA fuera mayor la viscosidad sería menor, y SI la TA fuera menor la viscosidad sería mayor.

### 3. DESARROLLO

Para llevar a cabo la práctica se realizarán las siguientes acciones:

1. Anotar condiciones del ambiente de la medición.

Antes de hacer nada, apuntar en la hoja de recogida de datos el valor de la temperatura ambiente del lugar donde se realizan las mediciones ya que este parámetro influye directamente en la viscosidad. Se puede mirar la temperatura del taller en el termómetro de manijas redondo colocado al lado de la puerta de entrada de madera.

2. Sacar el Visgaje de su estuche de madera.

Extraer el viscosímetro del estuche y comprobar que no existe ningún tipo de resto de aceite o fluido en el tubo en el que se introducen las muestras de aceite

3. Limpieza previa del viscosímetro.

En caso de no tener certeza de que el viscosímetro haya sido limpiado de posibles restos de aceites no visibles hacer lo siguiente:

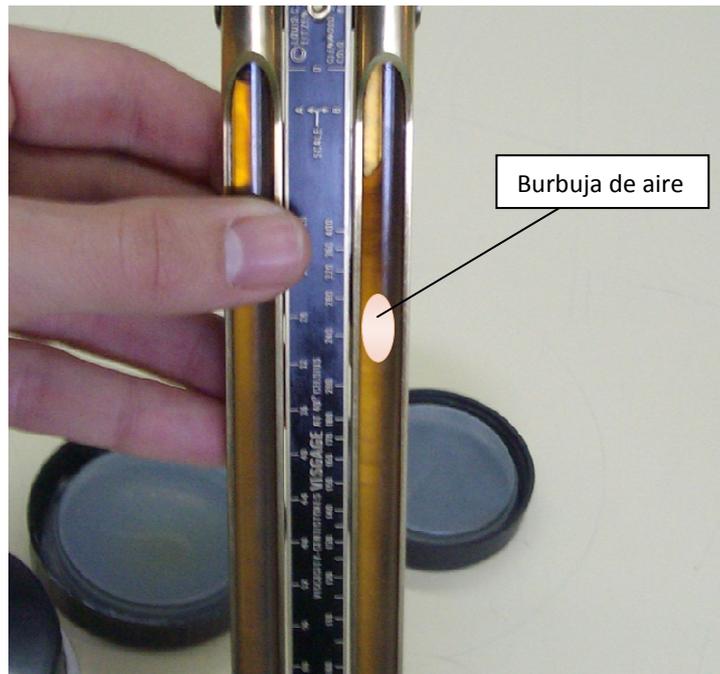
- Abrir el bote de alcohol (limpiador) y colocar el Visgaje verticalmente sobre el bote con el émbolo de succión comprimido
- Sumergir la punta del Visgaje en el alcohol y estirar el émbolo hasta atrás del todo para que el líquido entre y llene interior del viscosímetro



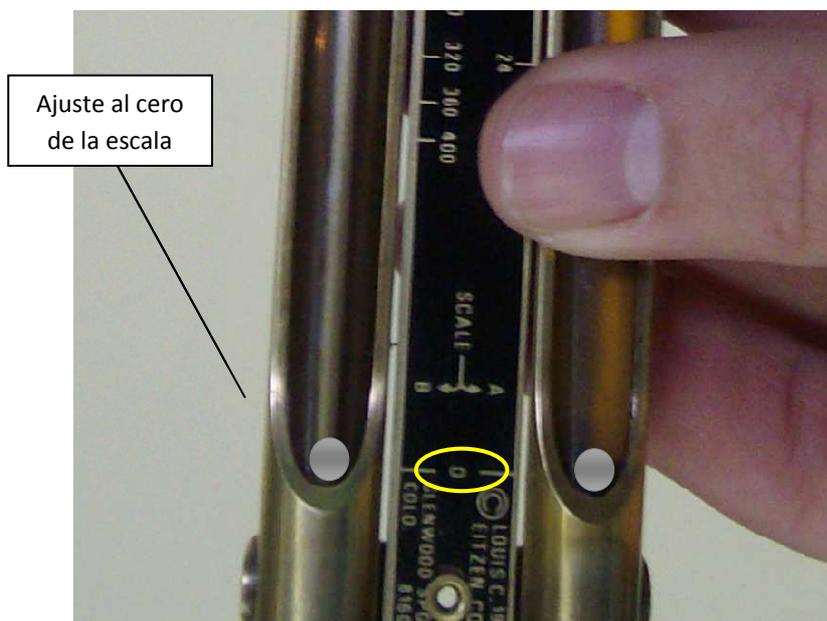
- Volver a comprimir el émbolo lentamente para que el alcohol vuelva a caer a su bote. Expandir y contraer varias veces para asegurar que no quedan restos de alcohol en el interior del Visgage
  - Repetir si se considera que el tubo sigue contaminado
4. Realización de la medición (para cada uno de los seis aceites).
- Abrir la tapa del bote del aceite correspondiente
  - De la misma forma que hemos introducido el alcohol en el viscosímetro pero con mayor cuidado para que no entre aire, colocar una muestra de aceite en el Visgage



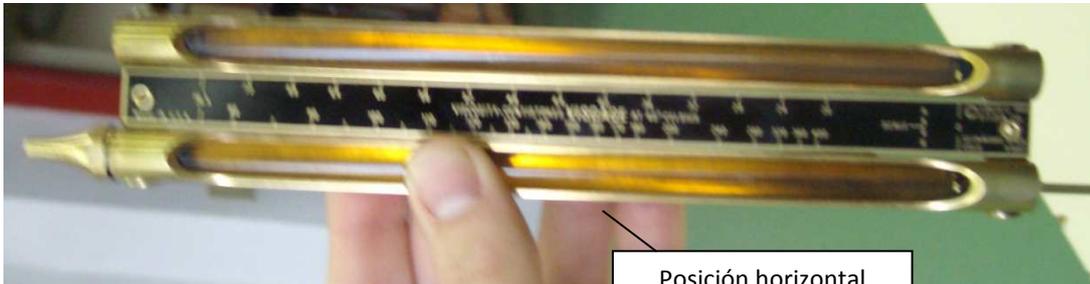
- Puede que tras el llenado aparezca una pequeña burbuja de aire en el tubo de la muestra introducida:



- Dar la vuelta al Visgage y colocaren vertical con la punta hacia arriba
- Esperar a que la burbuja de aire suba hasta la punta (si es necesario, ayudar a que la burbuja suba dando pequeños golpes con el dedo sobre el tubo del Visgage)
- Empujar con cuidado el émbolo hasta que veamos que ha salido la burbuja (si tras el empuje del émbolo el espacio recorrido supera el cero de la escala graduada se deberá repetir el llenado)
- En posición vertical del Visgage con su punta hacia arriba ajustar el émbolo del tubo del aceite al cero de la escala. Así, ambas bolas de los dos tubos del Visgage quedarán a la misma altura en el cero de la escala

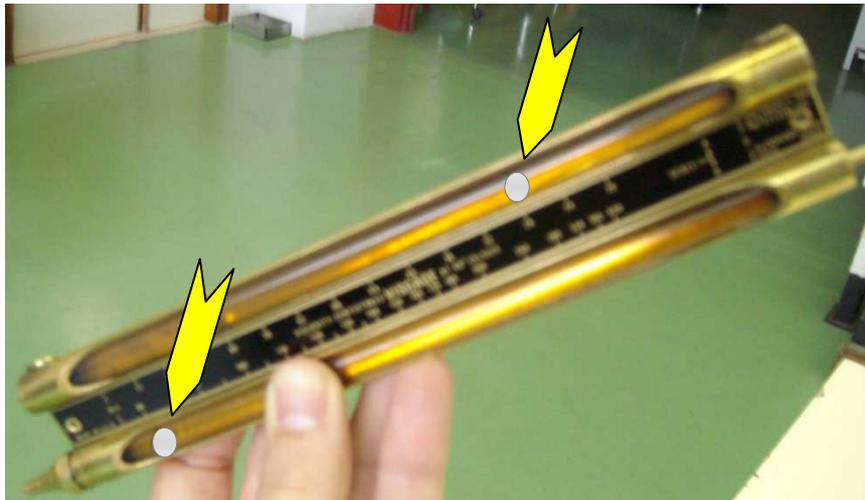


- Coger el viscosímetro con las dos manos y colocarlo en posición horizontal a la altura de los ojos con su cara frontal mirando hacia nuestra vista manteniendo las dos bolitas del viscosímetro a cero

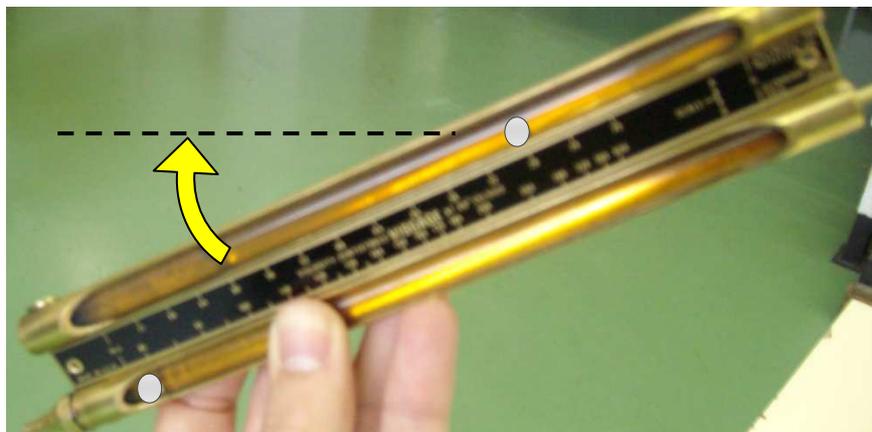


Posición horizontal  
previa a la medición

- Seguidamente, inclinar hacia abajo el instrumento por el lado de la punta hasta un ángulo entre 30 y 45 grados para que las esferas se muevan a través de los aceites hacia el lado izquierdo



- Cuando la primera esfera de cualquiera de las dos se acerque a la línea de 76,5 del extremo izquierdo de la escala, mover gradualmente el lado inclinado hasta alcanzar la posición horizontal para detener dicha esfera exactamente en esa línea



- A continuación, leer en la misma posición horizontal el punto de la otra esfera que no ha llegado al extremo. Dicha lectura dará la viscosidad del aceite muestreado directamente en Centistokes a 40 °C
- Vaciar el aceite en su bote correspondiente



- Repetir otras dos veces el apartado 4 de la práctica para cada aceite y así obtener tres mediciones de cada uno de los seis aceites

**NOTA:** No es necesario limpiar con alcohol el viscosímetro entre vaciado y llenado de un mismo aceite, pero si entre distintos y tras la última de todas las mediciones

5. Cálculo de la viscosidad final (para cada uno de los seis aceites).  
Tras obtener tres distintas mediciones de un mismo aceite se calculará la viscosidad como media aritmética de esos tres datos:

$$\text{Viscosidad (aceite i)} = [\text{medida i1} + \text{medida i2} + \text{medida i3}] / 3$$

## 4. ANEXO

### 4.1. MEDICIÓN DE ACEITES TINTADOS OSCUROS

Los aceites tintados oscuros en el tubo de muestra pueden dificultar la lectura en la escala. Para solucionar el problema se debería seguir el siguiente método:

- Llenar el viscosímetro con aceite oscuro de la misma manera que en cualquier otro caso
- Colocarse bajo una zona lo mejor iluminada posible



- Poner el Visgage boca abajo y colocarse debajo de éste (el objetivo es que las dos bolitas de los tubos se apoyen por su propio peso sobre los cristales y deslicen sobre estos durante la medición así podremos verlos en todo momento)



- En esta nueva posición ajustar a cero las dos bolitas de la misma forma que con los demás aceites
- Después, colocar el viscosímetro en horizontal y boca abajo controlando que las dos bolitas no se mueven del cero de la escala
- Inclinarse el viscosímetro entre  $30^\circ$  y  $45^\circ$  desde esa posición de boca abajo hacia la línea de  $76,5$  para que bajen las bolitas deslizándose por los cristales del tubo y observar su trayectoria



- Volver a recuperar la posición horizontal y boca abajo cuando la primera de las dos bolitas llegue a dicha línea
- Leer la marca de la segunda bolita en esa misma posición horizontal y boca abajo para dar con la viscosidad de ese aceite a  $40^\circ\text{C}$

## 4.2. INFLUENCIA DEL ÍNDICE DE VISCOSIDAD (IV) SOBRE LOS RESULTADOS

El tubo de referencia contiene aceite certificado con un índice de viscosidad de 95 IV. Los mejores resultados se alcanzan cuando el aceite a analizar tiene un IV próximo al IV del aceite de referencia y, si las lecturas tras varias mediciones son idénticas en la escala, indica que la temperatura en ambos tubos es la misma (importante la repetitividad). Si las viscosidades de los aceites difieren en un amplio rango (por ejemplo, 95 IV en el tubo de referencia y 40 IV en el de la muestra) se debería calentar el Visgagge a 40°C y así tomar las lecturas. Ciertos aceites pueden requerir un precalentamiento del instrumento a 40°C para obtener resultados exactos. Para calentar el Visgagge:

- Colocar el Visgagge en el estuche de madera con un termómetro debajo de un lámpara
- Probar su viscosidad del aceite cuando la temperatura alcance los 40°C (no calentar el Visgagge por encima de los 40°C)

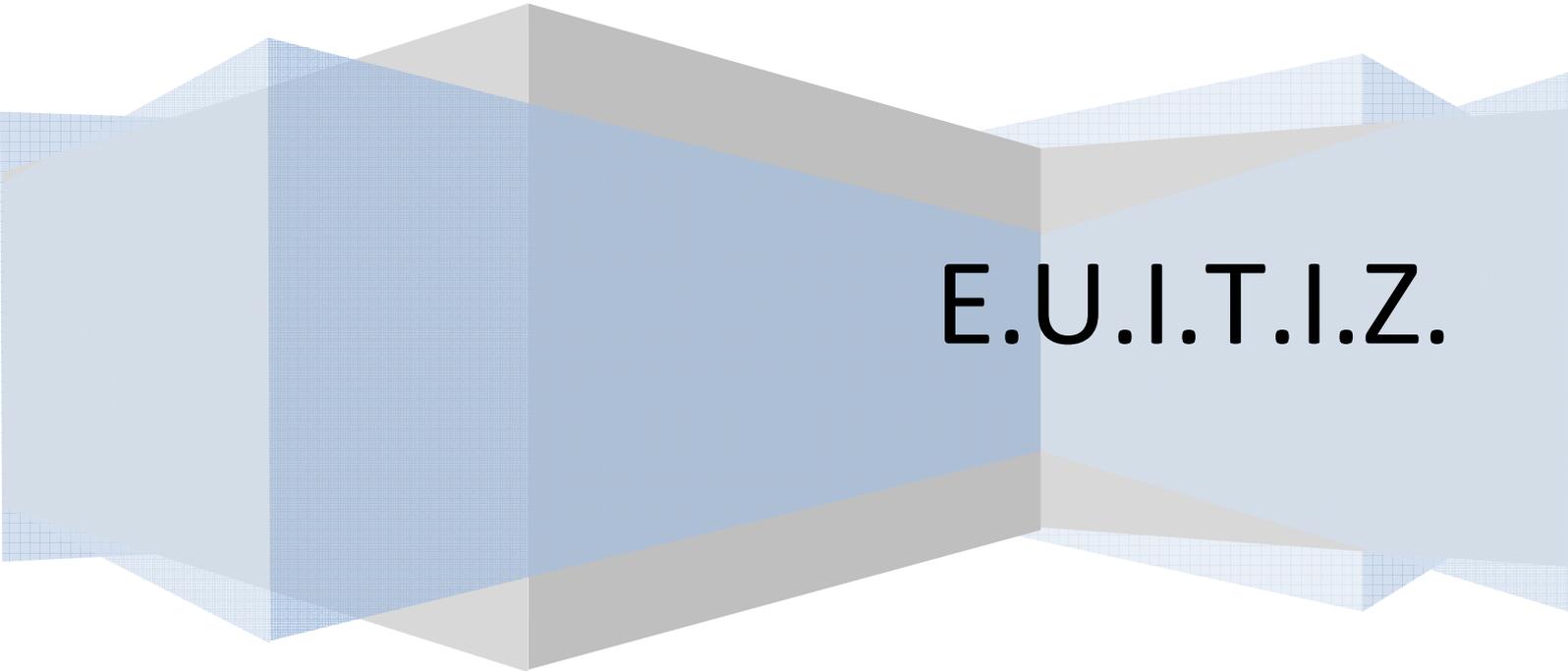
## 4.3. OTRAS CONSIDERACIONES

- El aceite del tubo de referencia se sella con una burbuja pequeña para permitir la expansión del fluido con el posible calentamiento del Visgagge
- El aceite caliente de un cárter del motor o de un depósito se deben refrescar primero en un envase separado antes de succionar el aceite con el Visgagge
- No se deben perturbar los tubos de cristal. El Visgagge es sensible como un termómetro y debe manipularse con cuidado
- La inactividad del Visgagge durante un tiempo con aceite residual en el tubo puede engomar la esfera y la pared del tubo, por lo que se recuerda que tras la última medición y antes de recogerlo se debe limpiar el viscosímetro con se ha indicado anteriormente

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

# Equilibradora SCHENCK

Manual del alumno. Capítulo II



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	1
2. DESCRIPCIÓN.....	2
3. DESARROLLO.....	5
4. ANEXO.....	17

## 1. OBJETIVO

El principal objetivo de la práctica es conocer y aprender el funcionamiento de la máquina equilibradora "SCHENCK".

Se pretende también:

- Observar, comparar y justificar los resultados obtenidos trabajando con el eje en vacío o en función de las cargas que se coloquen
- Realizar el equilibrado del eje mediante la disposición de las pesas necesarias sobre los discos laterales y en el ángulo que proceda a partir de unos resultados obtenidos procedentes de los desequilibrios provocados inicialmente sobre el eje

## 2. DESCRIPCIÓN

Partimos de un **eje macizo** (Ver FIGURA A) colocado sobre los apoyos de una **equilibradora** marca "SCHENCK". Dicho eje tiene mecanizadas una serie de agujeros ranurados en la izquierda, centro-izquierda y derecha de su parte maciza formando ángulos de 90º grados en su sección radial. Dichos ángulos pueden medirse en la **ruleta** (Ver FIGURA B) calibrada situada a la izquierda del acoplamiento de color rojo.

**IMPORTANTE:** Los agujeros del macizo serán utilizados para colocar pesas que simulen desequilibrios sobre el eje en ángulos medidos por la ruleta.



FIGURA A. Eje macizo



FIGURA B. Ruleta

Además, se han acoplado en sus extremos dos **discos** (Ver croquis de un disco en FIGURA C) idénticos, de tal forma que no añaden ningún desequilibrio al eje macizo. Dichos discos cuentan con 72 agujeros ranurados (uno cada 5°).

**IMPORTANTE:** Los agujeros de los discos se usarán para colocar pesas que compensen los desequilibrios creados en el macizo. Los ángulos para colocar las pesas de compensación del eje se medirán en la calibración de los discos izquierdo (para pesas de compensación en la izquierda) y derecho (para las pesas de compensación la derecha).

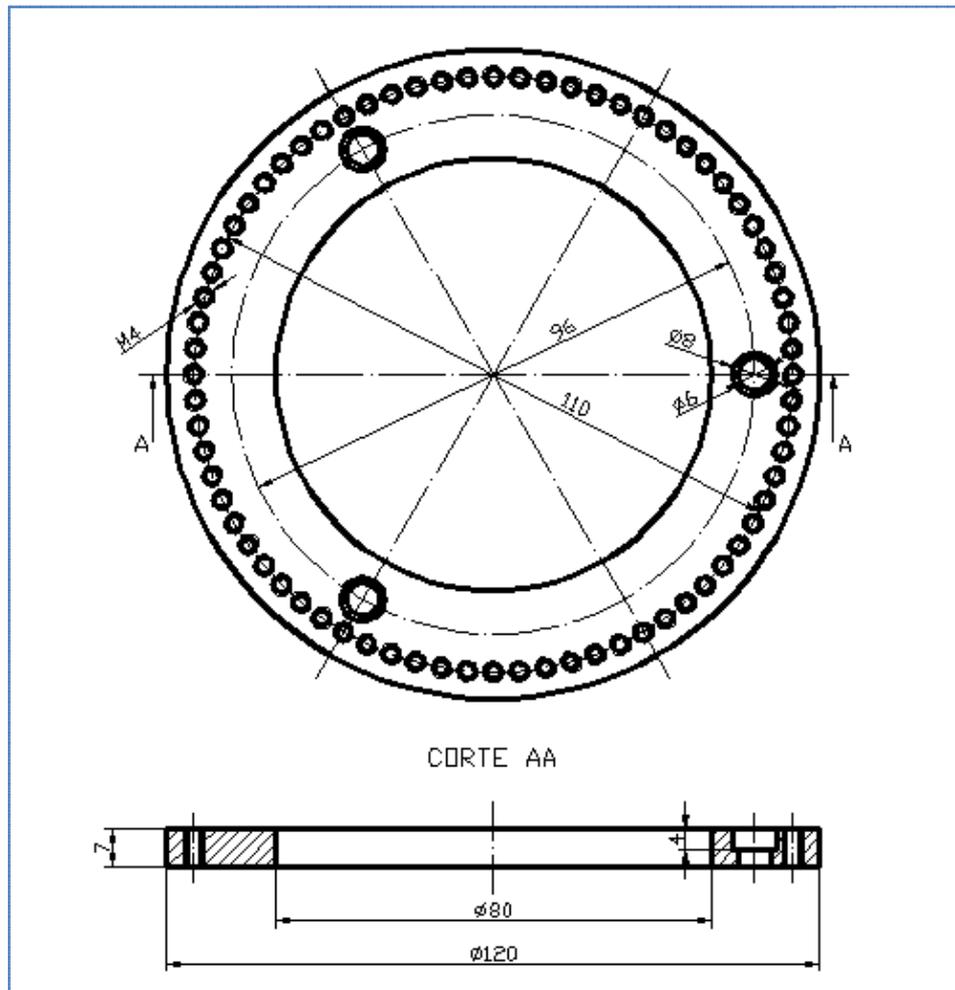


FIGURA C. Croquis de los acoples laterales o “discos”

Se dispone también de dos **juegos de pesas** (Ver FIGURA D). El del la izquierda se usará para simular los desequilibrios sobre el macizo y el de la derecha para compensarlas.

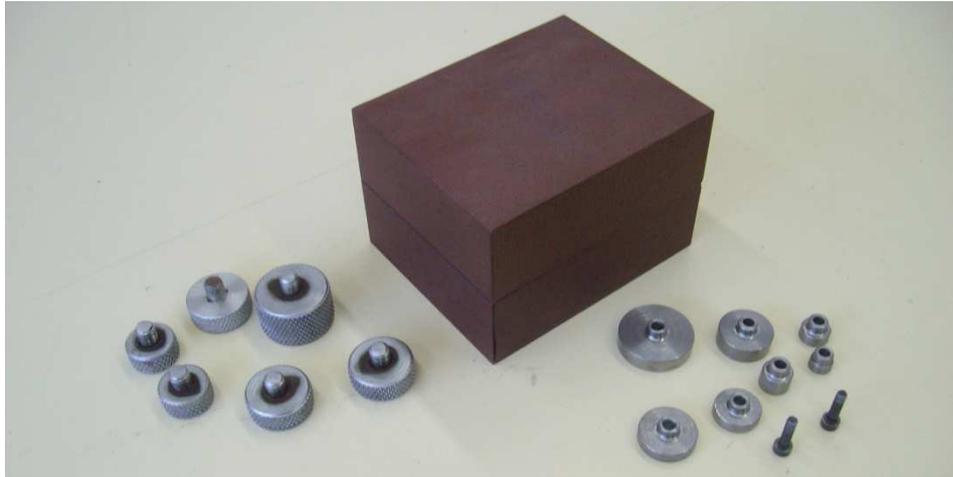


FIGURA D. Juego de pesas para el macizo (izquierda) y juego de pesas para los discos (derecha)

Por último, será este **manual** el que nos guíe durante el desarrollo de la práctica con la máquina equilibradora. Básicamente, se trata de un listado que contiene las acciones a realizar sobre el **panel de mandos** (Ver FIGURA E) de la equilibradora.



FIGURA E. Panel de mandos de la equilibradora

### 3. DESARROLLO

A continuación, se seguirá el guión para definir correctamente todos los parámetros de la equilibradora necesarios para concluir con éxito la práctica:

1. Situar el conmutador **S10** en la posición de equilibrio dinámico. (Ver FIGURA 1)

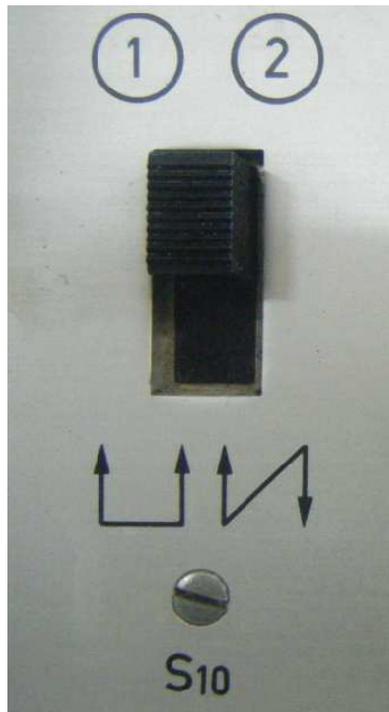
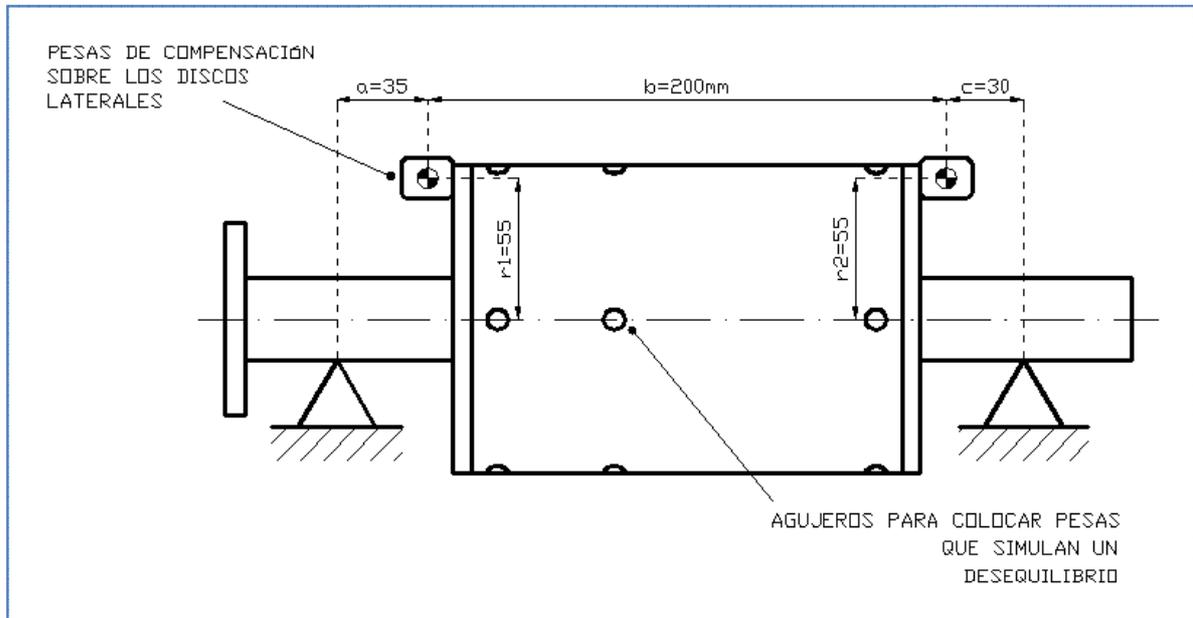


FIGURA 1. Conmutador **S10**

2. Introducir las medidas de **r1** y **r2**.

**NOTA 1:** Se puede observar que en casi todos los paneles existen dos tipos de escalas: roja y negra. Nosotros trabajaremos para ésta práctica siempre con la **escala negra**, puesto que se trata de unidades con las que estamos más familiarizados (gramos, milímetros, etc.).

**NOTA 2:** A continuación se representa un croquis del significado de las medidas que se introducirán por el panel de mandos. Los valores de  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $a$ ,  $b$  y  $c$ , son coordenadas que indican a la máquina que nos muestre los desequilibrios en esos puntos. Tras conocer los resultados, colocaremos en dichos puntos los pesos que se requieran para compensar los desequilibrios provocados.



Las medidas de  $r_1$  y  $r_2$  corresponden a las distancias radiales medidas desde el centro del eje al centro de gravedad de las pesas a colocar en los discos laterales del macizo. Sus valores concretos son:  $r_1=r_2=55$  mm

Las posiciones correspondientes a estos valores concretos se ven detalladas en las FIGURAS 2A y 2B:

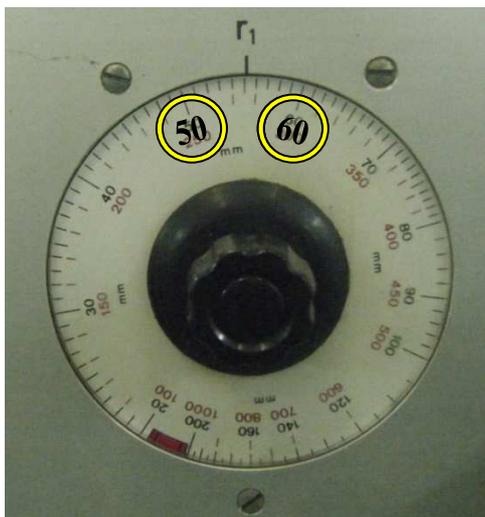


FIGURA 2A. Posición de  $r_1$

FIGURA 2B. Posición de  $r_2$

Los parámetros  $a$ ,  $b$ , y  $c$  corresponden a las distancias longitudinales entre los apoyos del eje y los centros de gravedad aproximados de las pesas a colocar en los discos laterales.

A continuación se introducen los valores de  $b$ ,  $c$  y  $a$  en este orden ya que los parámetros “ $c$ ” y “ $a$ ” dependen del valor que se dé previamente a “ $b$ ”. (Ver FIGURA 2C)

$b=200$ ;  $a=35$  y  $c=30$

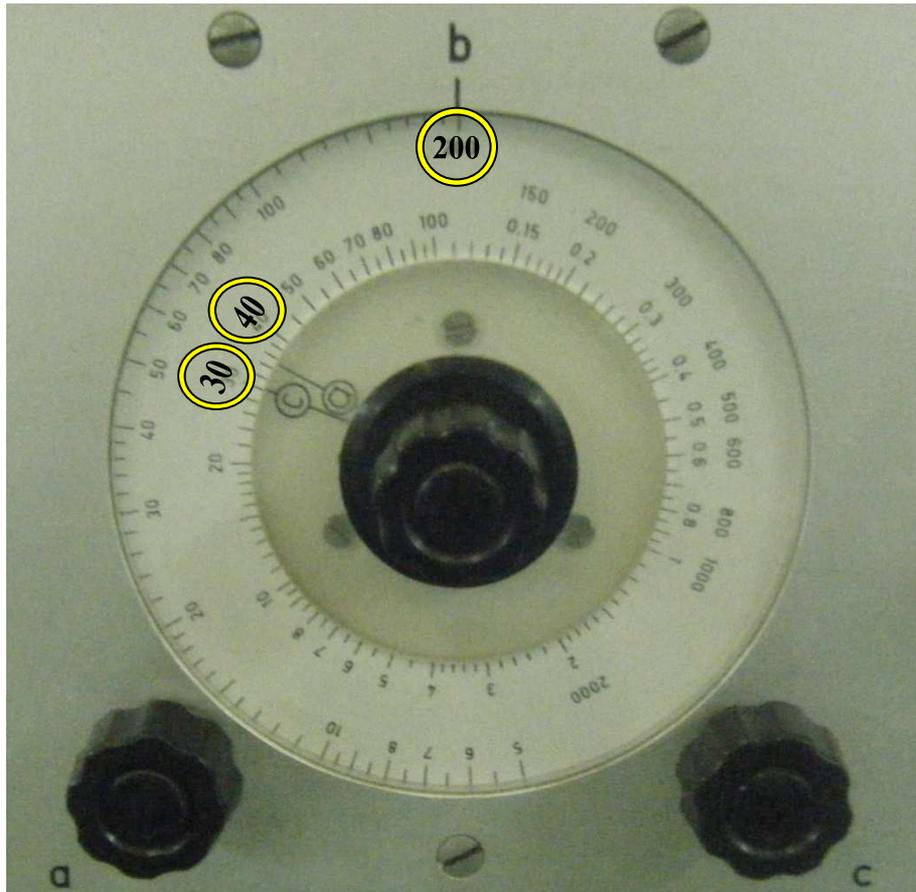


FIGURA 2C. Panel de control

3. Puesto que en las pruebas a realizar se disponen pesas sobre el macizo, se colocan los conmutadores **S5** y **S6** en la posición de añadir peso que es su posición correspondiente al signo negativo. (Ver FIGURAS 3A Y 3B)

**NOTA 3:** Las **posiciones** de los conmutadores **S5** y **S6** son dos: **negativa y positiva**. La **negativa**, ya explicada en el apartado 3 es la de **añadir peso** (colocar pesas). La posición **positiva** sería la de **quitar peso** (se haría taladrando el macizo con el taladro de la derecha pero no se realiza en esta práctica).

**NOTA 4:** Se explican en el ANEXO al final de la práctica las similitudes y diferencias de realizar pruebas con los S5 y S6 arriba o abajo para un mismo montaje de pesas. Esto ayudará a comprender los resultados y a intuir los pesos que se deberían de colocar y dónde para obtener los mismos resultados dependiendo de con que signo (positivo o negativo) se trabajara.

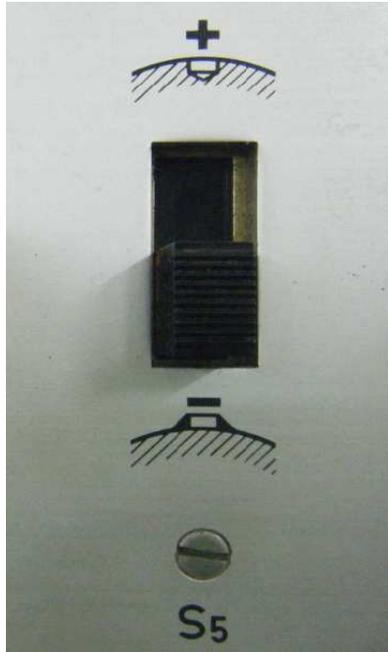


FIGURA 3A. Conmutador S5

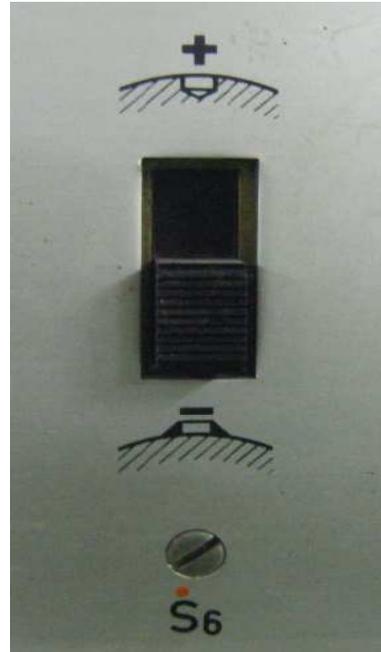


FIGURA 3B. Conmutador S6

4. Poner el conmutador **S3** hacia la derecha y el **S4** hacia la izquierda. (Ver FIGURA 4)

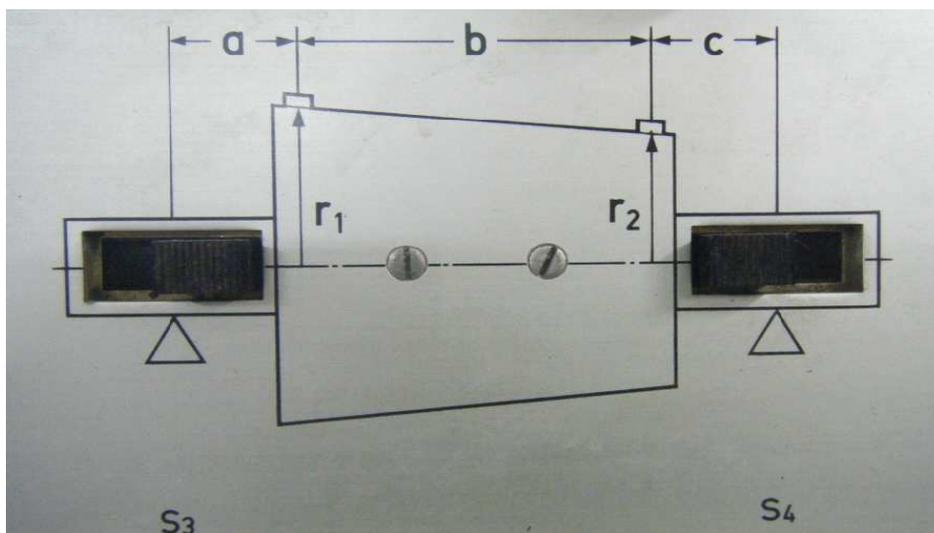


FIGURA 4. Conmutadores S3 y S4

5. Asegurarse de que no hay ninguna pesa colocada en el eje puesto que la primera medición se hará en vacío para comprobar el equilibrio o desequilibrio inicial del eje.

**NOTA 5:** A partir del apartado nº6 comienza la primera medición (en vacío) del eje. La idea es **conocer el funcionamiento** de la máquina equilibradora mediante un **ejemplo práctico.**

6. Encender la máquina sin girar el eje. Lo primero es asegurarse de que los mandos rojo y negro están en la posición **0**. (Ver FIGURAS 5A Y 5B)



FIGURA 6A. Posición **0** del mando rojo      FIGURA 6B. Posición **0** del mando negro

A continuación el mando rojo se llevará de la posición **0** a la posición **I** y el mando negro se deja en la misma posición, de esta manera la máquina queda encendida sin girar el eje (Ver FIGURA 6C Y 6D).



FIGURAS 6C Y 6D. Posición de máquina **encendida sin girar**

Aparecerán entonces dos puntos luminosos un en cada monitor. (Ver FIGURA 6E)



FIGURA 6E. Monitores con puntos luminosos

7. Comprobar que el conmutador **S9** esté hacia abajo que es la posición en la que los puntos de las pantallas se pueden mover. (Ver FIGURA 7A)



FIGURA 7A. Conmutador **S9** abierto

**En nuestra práctica**, los puntos de las pantallas se **estabilizarán automáticamente** a los centros de ambos vectorímetros (monitores).

**NOTA 6:** *En otro caso, de no ser así, se deberían despegar las pegatinas que tapan los tornillos y girarlos con un destornillador hasta ajustar los puntos luminosos en los centros de los monitores. Los tornillos permiten controlar el movimiento horizontal y vertical de cada punto de cada pantalla.* (Ver FIGURA 7B y 7C)



FIGURA 7B. Pegatinas que tapan los tornillos de desplazamiento de los puntos luminosos



FIGURA 7C: Puntos automáticamente estabilizados en los centros

8. Una vez centrados los puntos luminosos se procede a introducir la marcha. Para ello se mueve la palanca de cambios desde la posición central de punto muerto hasta la marcha **III** de 740 r.p.m. (Ver FIGURA 8)



FIGURA 8. Palanca de cambio posicionada en **III** marcha

9. Se coloca el conmutador **S33** en la posición central ya que esa posición indica el rango de revoluciones en el que vamos a trabajar. (Ver FIGURA 9)

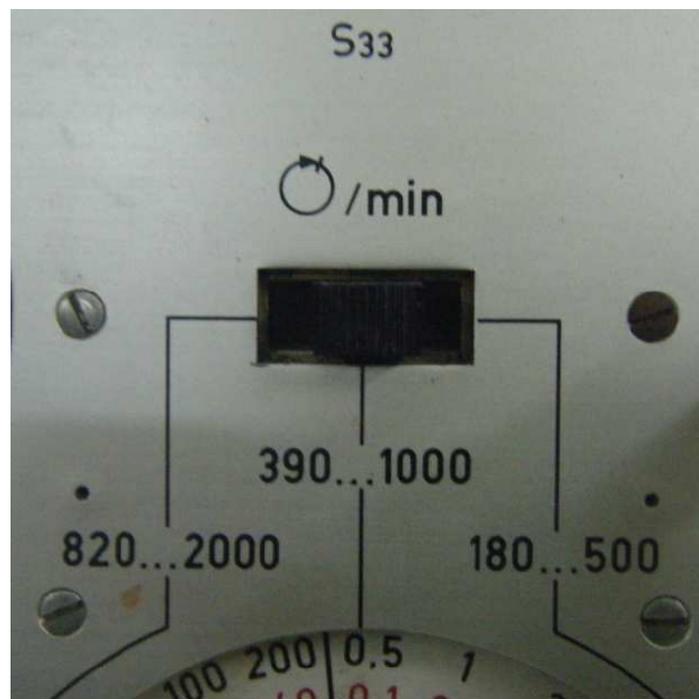


FIGURA 9. **S33** con su rango de revoluciones

10. Con el mando **S1** solo se tiene la posibilidad de trabajar en el rango de gramos. Se tiene que girar la ruleta hasta alcanzar la menor sensibilidad posible dentro de dicho rango es decir, la correspondiente al mayor número de gramos admisibles por división (recordar que trabajamos con la escala negra). (Ver FIGURA 10)

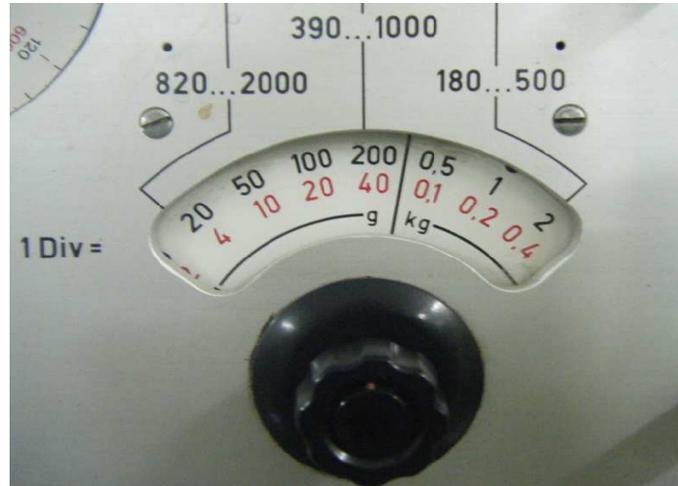


FIGURA 10. Mando **S1** en posición de menor sensibilidad (200 gr/div)

11. Puesta en funcionamiento de la máquina.

Para ello, se debe mover el mando negro desde la posición **0** hasta **Br** (FIGURA 11A) y girarlo pasando por **I** hasta la posición de **Y** (conexión en estrella), pues es el régimen en el que trabajaremos con la máquina. (FIGURA 11 B)



FIGURA 11 A. Paso por **Br** después de **0**



FIGURA 11 B. Conexión en **Y** (estrella)

## 12. Medición de un desequilibrio en el eje.

El proceso consiste en: medir cada desequilibrio provocado en la máquina, anotar los resultados, escoger las pesas necesarias en función de esos resultados y colocarlas en los acoples laterales en los ángulos que correspondan. Para ello:

- a. Girar el mando S1 poco a poco aumentando la sensibilidad hasta que los puntos luminosos se encuentren lo más alejados posibles de los centros de las pantallas sin llegar a salirse de ellas. El intervalo de tiempo entre giro y giro del S1 lo marcará la estabilización de los puntos (unos 5 s. más o menos). En caso de que se salgan los puntos, disminuir en un grado la sensibilidad
- b. Cuando los puntos luminosos estén los más alejados posibles de los centros de las pantallas sin salirse, subir el conmutador S9 para que se queden fijos. De ésta manera, podrán anotarse posteriormente los resultados tras apagar la máquina (Ver FIGURA 12 A)



FIGURA 12 A. Conmutador S9 cerrado

- c. Apagar la máquina desplazando el mando negro hasta la posición **0**.



FIGURA 12 B. Posición de parada del mando negro

d. Anotar los resultados. Para ello:

- d1. Anotar el valor de la sensibilidad indicada en S1 (escala negra)
- d2. Contar el número de divisiones desde el centro de cada pantalla hasta el punto luminoso correspondiente y los grados en el que éste se encuentre (los grados se encuentran en la circunferencia de cada pantalla)
- d3. Repetir 3 veces el proceso y sacar la media de los valores tanto para ángulos como para divisiones

**NOTA 7:** No realizar los pasos 13 y 14 cuando el eje trabaja en vacío ya que los resultados para este caso indican que el eje está prácticamente equilibrado. Se considera que **el eje está equilibrado si el desequilibrio en cualquiera de los lados es menos o igual a 2,5 gramos, es decir, 5 divisiones a 0,5 gr/div.**

13. Se calculará el peso a añadir en cada acople lateral para conseguir el equilibrado del eje como el número de divisiones de la media calculada multiplicado por la sensibilidad dispuesta en el mando S1:

$$\text{Peso a colocar} = \text{media nº divisiones} \times \text{sensibilidad S1}$$

Este peso se añadirá a los discos laterales en los **grados** (media de los 3 ángulos anotados) que hayan salido de media para cada lado.

14. Realización y verificación del equilibrado del eje mediante pesas. A partir de los datos calculados en el apartado anterior se procederá con lo siguiente:

- a. Escoger del juego de pesas para los discos aquella igual o más similar al peso a añadir calculado
- b. Colocar las pesas en los ángulos iguales o más próximos a los calculados tomando como referencia las escalas de los acoples laterales del eje. Para ello:
  - Buscar el agujero tomando como referencia la escala del disco
  - Colocar la pesa concéntrica con dicho agujero
  - Atravesar con el tornillo la pesa roscándolo con la llave Allen para fijar la pesa al macizo

- c. Volver a realizar la medición (apartado 7 en adelante) y comprobar que el eje queda equilibrado con el peso añadido (Recordar que: se admitirá un margen de desequilibrio de hasta 2,5 gramos en cada lado, es decir, 5 divisiones a 0,5gr/div)
15. Para las siguientes simulaciones de desequilibrado del eje se pide: repetir desde el apartado 7 y obtener los resultados de peso y ángulo de desequilibrio, y elegir las pesas y ángulos correspondientes para equilibrar el eje:
- 15.1. Pesa de 26,3 gr. a 150° sobre el macizo del eje en el plano de agujeros de la izquierda
- 15.2. Pesa de 26,1 gr. a 60° sobre el macizo del eje en su plano de agujeros central
- 15.3. Pesa de 26,1 gr. a 60° y pesa de 40,3 gr. a 240° ambas sobre el plano central del macizo del eje
- 15.4. Pesa de 26,3 gr. a 330° sobre el macizo del eje en el plano de agujeros de la derecha
- 15.5. Pesa de 39,9 gr. a 330° sobre el macizo del eje en el plano de agujeros de la derecha
16. Apagar la máquina llevando el conmutador rojo de la posición **I** a la **0**.

## 4. ANEXO

**Explicación NOTA 4:** “Relaciones entre posiciones positiva o negativa de los conmutadores S5 y S6”.

### CASO PRÁCTICO

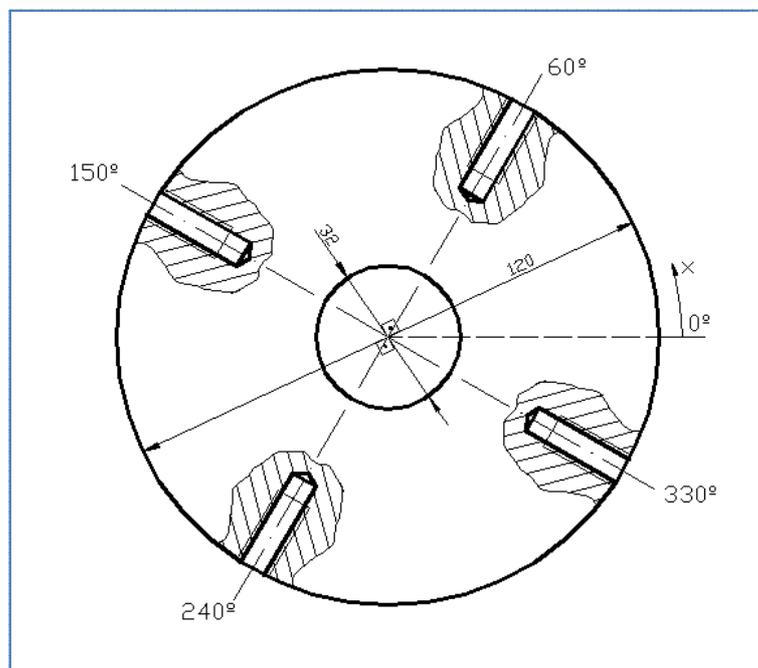
#### DATOS INICIALES

- Para todas las pruebas, pesa de 26,3 gr. situada en el centro del macizo
- Sensibilidad de 0,5 gr./div. en todo caso
- Se realizarán 3 mediciones en cada prueba y las y divisiones y ángulos se obtendrán como media de éstas.

#### NOMENCLATURA

- I: Media de la toma de datos de la pantalla izquierda
- D: Media de la toma de datos de la pantalla derecha

#### CROQUIS DEL PERFIL DEL MACIZO



## PRUEBAS EN LA SECCIÓN CENTRAL

- **Prueba A.** S5 y S6 abajo (-), posición de añadir peso, posición de la ruleta del macizo de 30°:

I: 34 divisiones, 178°

D: 18 divisiones, 180°

- **Prueba B.** S5 y S6 arriba (+), posición de quitar peso, posición de la ruleta del macizo de 30°:

I: 35 divisiones, 358°

D: 17 divisiones, 2°

- **Prueba C.** S5 y S6 arriba (+), posición de quitar peso, posición de la ruleta del macizo de 210°:

I: 29 divisiones, 178°

D: 19 divisiones, 171°

- **Prueba D.** S5 y S6 abajo (-), posición de añadir peso, posición de la ruleta del macizo de 210°:

I: 29 divisiones, 1°

D: 17 divisiones, 352°

## OBSERVACIONES

- 1) El número de divisiones obtenidas en las pruebas A y B es prácticamente igual ya que el peso colocado en ambas es idéntico. Para las pruebas C y D ocurre lo mismo.
- 2) Los ángulos resultantes de las pruebas A y B son opuestos uno del otro ( $\pm 180^\circ$ ). La misma relación se observa entre las pruebas C y D.
- 3) La prueba C es “inversa” a la prueba A: signo contrario de los conmutadores S5 y S6, y  $\pm 180^\circ$  de posicionamiento del peso. Lo mismo podemos decir de las pruebas B y D.

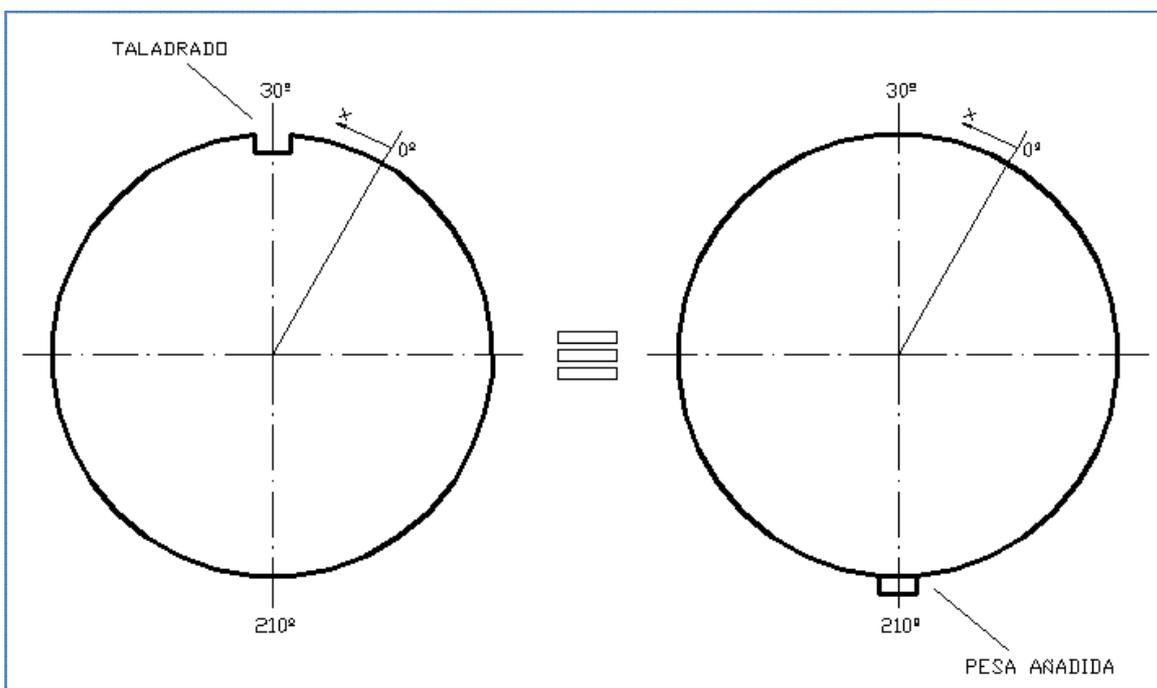
## CONCLUSIONES

- Las observaciones 1) y 2) indican que para un mismo montaje de pesas si cambiamos el signo de los conmutadores S5 y S6 los resultados no varían en el número de divisiones pero se obtiene el ángulo opuesto, por tanto, **cambiar el signo de los conmutadores equivale a poner el peso a 180° de la posición inicial si tuviéramos la certeza de que el eje estuviera perfectamente equilibrado.**
- La prueba C, debería dar los mismos resultados que la A, y la D, los mismos que la B ya que, al cambiar el signo de los conmutadores S5 y S6 (giro de 180°) y variar la posición de las pesas otros 180°, es provocar en el macizo un giro de 360° llegando a la misma posición. En cambio, los datos obtenidos no son los mismos debido a que el eje está inicialmente desequilibrado, en caso contrario deberían serlo.

→ Puesto que en la práctica no vamos a trabajar con el taladro para aligerar el peso del macizo, la forma de **provocar un desequilibrio que simule el taladrado** sería:

Colocar en el lado opuesto al lado que quisiera mecanizar con el taladro, una pesa de valor idéntico al peso del material que deseara eliminar, consiguiendo así el mismo incremento de peso sobre la misma zona.

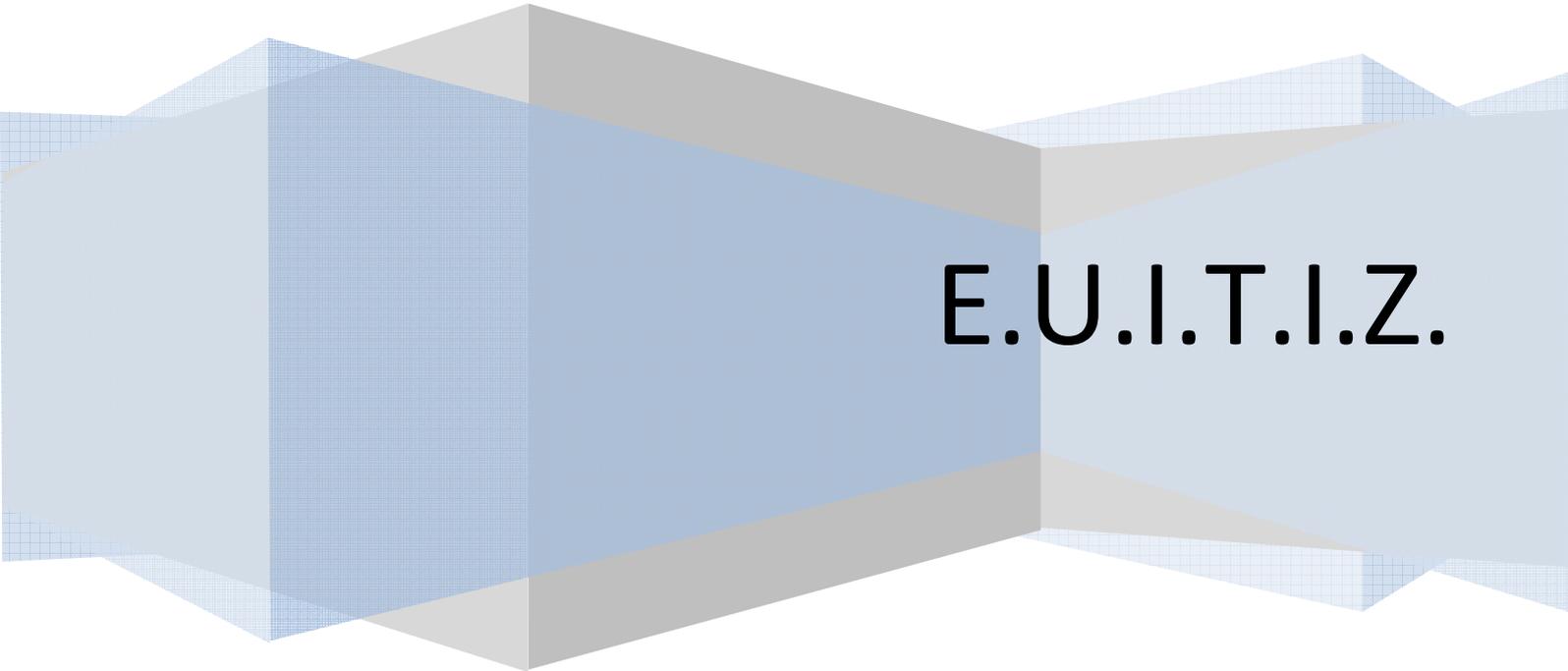
La equivalencia entre el taladrado (izquierda) y su simulación (derecha) se da cuando los **conmutadores S5 Y S6 son ambos positivos o negativos en los dos casos:**



PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

# PISTOLA TERMOMÉTRICA

Manual del alumno. Capítulo III



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	1
2. DESCRIPCIÓN .....	2
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PISTOLA TERMOMÉTRICA .....	2
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR .....	5
3. DESARROLLO .....	11
3.1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA AFILADORA .....	11
3.2. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA MÁQUINA NUEVA .....	13
3.3. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN EL SIMULADOR .....	15

## 1. OBJETIVO

El principal objetivo de esta práctica identificar el fallo que tiene o puede llegar a tener cualquiera de las tres máquinas de las prácticas (“Afiladora”, “Máquina Nueva” y “Simulador”) tras recoger una serie de resultados de la temperatura de sus componentes siendo estudiados y comparados.

También se pretende:

- Conocer el manejo y características de la pistola termométrica utilizada
- Aprender a establecer cuales son los puntos de medida más relevantes a estudiar en una máquina
- Verificar la concordancia entre los datos medidos y la situación de fallo provocada en cualquiera de las máquinas

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PISTOLA TERMOMÉTRICA

#### A) PARTES DEL INSTRUMENTO



FIGURAS 1: Termómetro sin contacto FLIR TP T2 Pro

Cuando se está trabajando en el modo exploración, la pantalla LCD muestra el valor de la temperatura actual y la máxima que ha registrado en las unidades que hayamos definido. El instrumento mantiene la última medición siete segundos después de haber soltado el gatillo y se indica con la palabra "Hold".

## B) FUNCIONAMIENTO BÁSICO

- La pistola termométrica se alimenta de una pila de 9 V colocada en el compartimento interior del instrumento. Dicho compartimento se abre con el botón situado bajo el cañón de la pistola al lado del gatillo rojo (Figuras 1 abajo).
- Para encender la pistola se debe abrir el compartimento interior. Allí se encuentra un interruptor con dos posiciones, ON y OFF (Figuras 1 abajo). Elegir ON para encender.
- También se pueden elegir las unidades de temperatura con otro interruptor (Figuras 1 abajo). Éste ofrece la posibilidad de tomar las medidas en grados centígrados (°C) o Fahrenheit (°F).
- Para medir con la pistola termométrica, hay que apuntar con ella hacia el objetivo y oprimir el gatillo (considerando la relación distancia/tamaño del objeto). El láser se utiliza únicamente para apuntar con mayor precisión.

## C) CONOCIMIENTOS PREVIOS A LA MEDICIÓN

- Localización de un punto caliente o frío.

Para localizar un punto caliente o frío, apunte con la pistola fuera del área que se quiera medir. A continuación y sin soltar el gatillo realice un barrido a través de toda el área de interés hasta que se localice el punto deseado.

- Campo visual.

Cerciórese de que el objeto a medir sea mayor que el diámetro del área de medida. El objeto debe ser al menos, dos veces mayor en diámetro que el del área de medida. Se debe tener en cuenta que medida que aumente la distancia entre el cañón de la pistola y la superficie a medir el perímetro del círculo de puntos del láser irá aumentando. La relación distancia/área de medida es de 12:1 (observación dedicada a pistolas cuyo láser proyecta un círculo de puntos, no es nuestro caso).

- Emisividad.

La mayoría de los metales orgánicos y las superficies pintadas u oxidadas tienen una emisividad de 0.95, así que se ha fijado para este instrumento una emisividad del 0.95. Por lo tanto, si se desea medir sobre una superficie que no tenga esa emisividad, deberá medirse sobre una cinta adhesiva que tenga esa emisividad (para estas prácticas todas las mediciones se consideran con una emisividad de 0.95).

#### D) CONSIDERACIONES Y PROBLEMAS

➤ Mantenimiento y limpieza de la lente.

- Se deben eliminar con aire comprimido limpio y seco las partículas sueltas.
- Las partículas sobrantes se quitarán con un cepillo de pelo de camello.
- La superficie se limpiará con un hisopo húmedo.
- No se sumergirá el equipo en agua.

➤ Corrección de problemas.

CÓDIGO	PROBLEMA	SOLUCIÓN
(---	La temperatura del objetivo es mayor que el rango de medida	Seleccione un objetivo dentro de ese rango
Icono de batería	Batería descargada	Verifique la batería
Pantalla en blanco	Batería agotada	Verifique la batería
El láser no enciende	Batería baja. Temperatura > 40°C	Verifique la batería. Use la unidad a temperatura ambiente inferior
ERR	Posible daño por EMF	Consultar al distribuidor

➤ Advertencias.

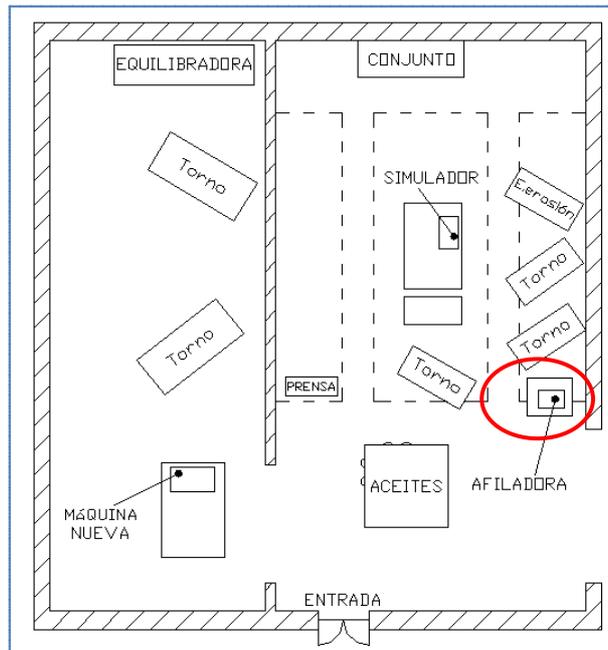
- No apuntar nunca con el láser directamente a los ojos.
- No apuntar tampoco desde superficies reflectantes.

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR

### A) DESCRIPCIÓN DE LA AFILADORA

#### A1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DE LA AFILADORA

La Afiladora se encuentra entrando en el taller en la sala principal y a la derecha al lado de los contenedores verdes situados junto a la portalada de la calle. Ver plano:



Para su sujeción se ha utilizado como base un palet de madera que soporta una pequeña mesa calzada con tacos de plástico. Sobre ésta, se encuentra amarrada la máquina mediante cuatro tornillos fijos numerados. Se ha procurado disponer el gato de sujeción de tal forma que no obstaculice la colocación o extracción de los tornillos que se roscan en el disco derecho de la máquina.



FIGURA 2: Disposición de la máquina Afiladora

Debido a las dimensiones de la base (palet), la “estructura” es capaz de soportar las vibraciones de la máquina sin que se produzca el movimiento de la misma o de alguna de las partes sobre la que se sostiene.

→ Si por un casual la Afiladora se moviera de su posición inicial durante el funcionamiento de ésta, se debería a que la mesita se hubiese salido de su posicionamiento correcto entonces, intentar recolocarla para que no cojee o sujetarla manualmente ejerciendo la fuerza justa para que no se mueva de esa posición durante las mediciones con cualquiera de los instrumentos.

## A2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA AFILADORA

La rectificadora cuenta en sus extremos con dos alojamientos (1) para colocar los discos abrasivos o muelas. En el centro del interior de la carcasa azul hay un motor (2) que mediante electricidad genera movimiento al eje y por lo tanto a las muelas. El apagado y encendido de la rectificadora se controla mediante un interruptor (3) situado en el centro de la parte inferior de la máquina-herramienta.

Para esta práctica se ha sustituido una de esas muelas por un disco (4) con cuatro perforaciones. En estas perforaciones se pueden alojar tornillos que simulen defectos que se podrían dar en una máquina. Las combinaciones de tornillos que pueden montarse sobre el disco son las siguientes:

- No colocar ningún tornillo
- Colocar 1 tornillo
- Colocar 2 tornillos en diagonal
- Colocar 2 tornillos seguidos
- Colocar 3 tornillos
- Colocar 4 tornillo

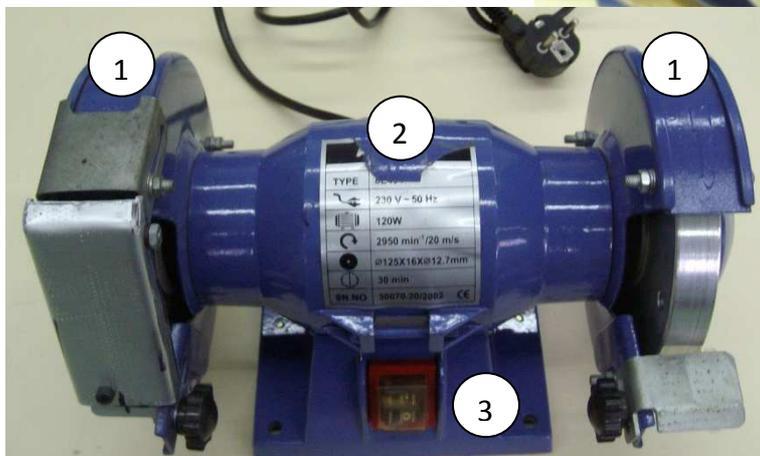
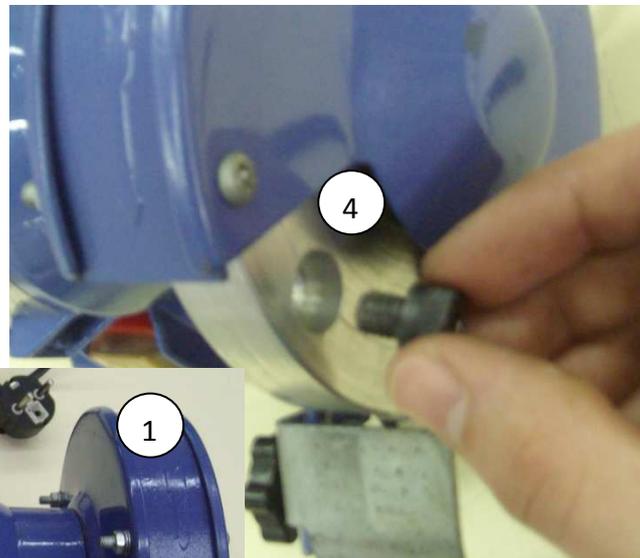


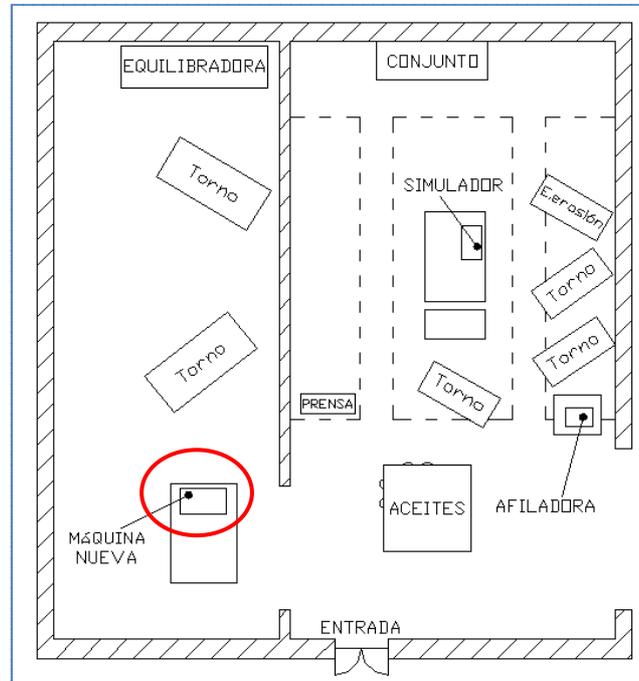
FIGURA 3: Colocación de un tornillo en el disco

FIGURA 4: máquina Afiladora

## B) DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

### B1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

La “máquina nueva” puede identificarse como la que está situada en el taller entrando por la puerta de madera al departamento de la izquierda. Ver plano:



Dicha máquina se ha colocado sobre esa mesa del taller ya era capaz de soportar sus fuertes vibraciones sin moverse de su posición gracias a la rigidez de sus patas y al mantel de caucho colocado sobre la mesa. Además, se ha anclado mediante dos gatos a la mesa para evitar su movimiento respecto de ella.



Figura 5: Anclaje de la Máquina Nueva

## B2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA MÁQUINA NUEVA

Se trata de una máquina que consta de un motor y dos módulos desmontables e intercambiables por otros. Cada módulo consta de un eje sustentado por dos rodamientos que permiten su giro. La máquina se acciona con el botón verde del mando y se para con la seta de color rojo (para accionar de nuevo la máquina tras pulsar la seta roja, se deberá girar ésta última en sentido antihorario hasta que salte hacia arriba). El motor produce el giro y mediante una correa de caucho proporciona movimiento al primer módulo. El primer módulo engrana con el segundo y le traspa ese movimiento.

El primer módulo no tiene ningún defecto de fabricación, etc. por lo que considera que es correcto y no está dañado. Éste no se intercambiará por ningún otro módulo. Será el segundo módulo (el más alejado del motor) el que pueda ser intercambiado por otros módulos durante la práctica.

Existen 3 variaciones posibles para el segundo módulo y son las siguientes (una variación en cada módulo):

- El módulo que se coloca esta en perfectas condiciones
- Uno de los rodamientos que sustenta el eje del módulo está dañado
- El módulo posee en el extremo de su eje un plato sobre el que se pueden colocar tornillos a distintas distancias en dirección radial

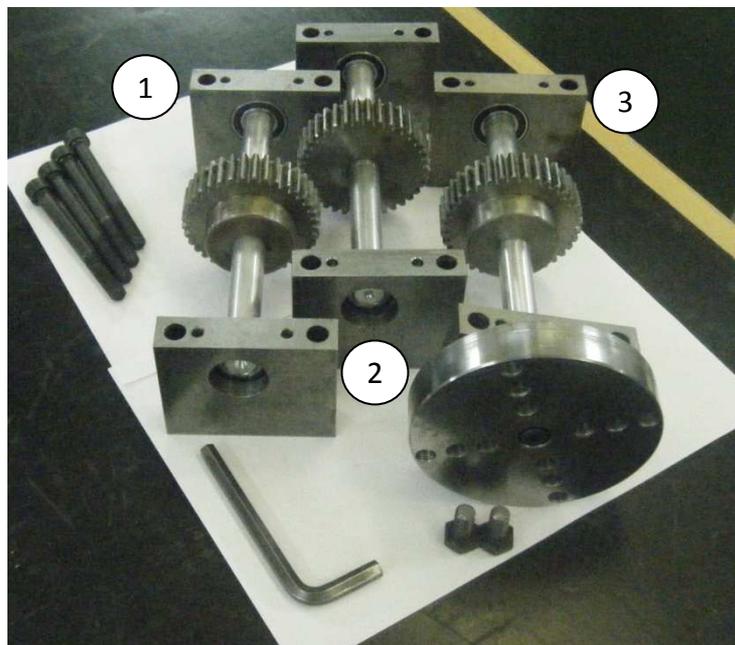
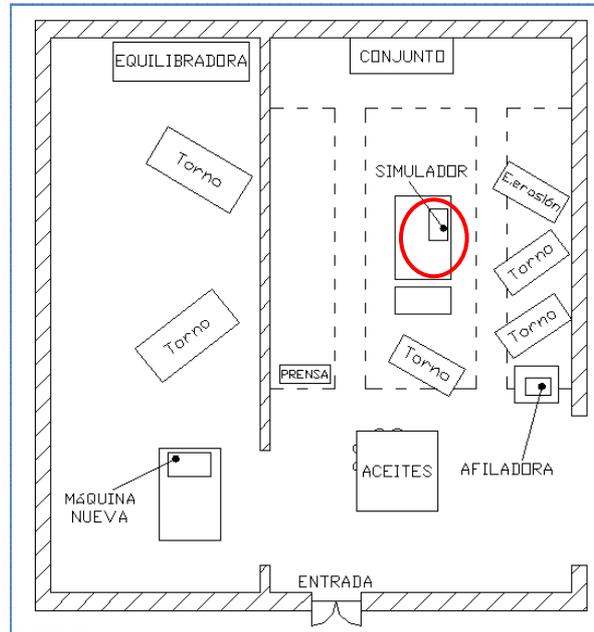


Figura 6: 3 módulos intercambiables

### C) DESCRIPCIÓN DEL SIMULADOR

#### C1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DEL SIMULADOR

La máquina “Simulador” puede identificarse como la que está situada en el taller en la sala principal a mitad del segundo pasillo de color verde pintado en el suelo. Ver plano:



Dicha máquina descansa sobre sus patas apoyándose sobre una mesa sin ningún tipo de sujeción a esta. No hay que preocuparse del movimiento de esta máquina ya que no se provocan desequilibrios que puedan generar el movimiento debido a las vibraciones. Además una caja de metacrilato hace de pantalla de seguridad para evitar cualquier accidente en caso de que alguno de los tornillos de sujeción de los engranajes pudiese saltar.

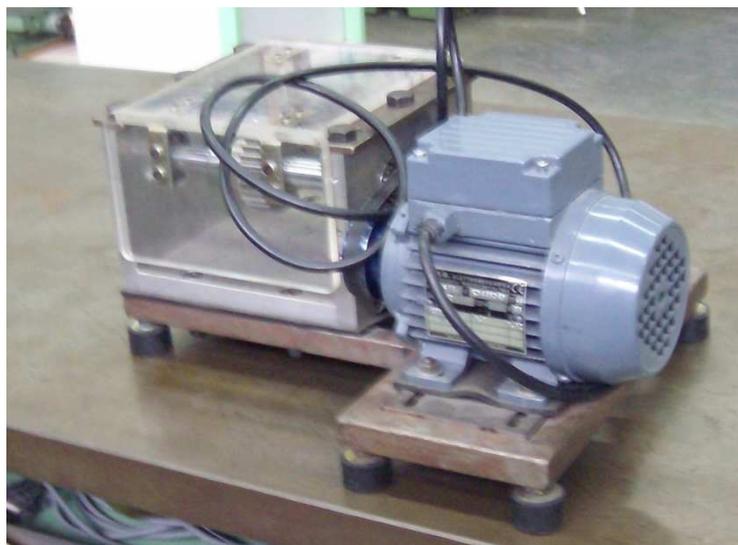


FIGURA 7: Máquina “Simulador”

### C1) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DEL SIMULADOR

Se trata de una máquina que consta de un motor y una caja de metacrilato en cuyo interior se encuentran dos ejes.

Según la disposición de la máquina, el motor transmite el movimiento al eje más lejano a éste por medio de una cinta de caucho tensada por dos poleas, la del motor y la de dicho eje. Cada uno de los dos ejes, se sustenta y rueda sobre los rodamientos de sus extremos encajados en las paredes laterales de metal.

Es por tanto el eje más lejano al motor el que queda fijo mientras que el más cercano es el que se intercambia sufriendo diversas variaciones.

Se considera que el eje que transmite el movimiento está en perfectas condiciones y el otro intercambiable tiene tres posibilidades:

- a. El eje está en perfectas condiciones
- b. El eje tiene un engranaje roto
- c. El eje contiene uno de sus rodamientos laterales dañado

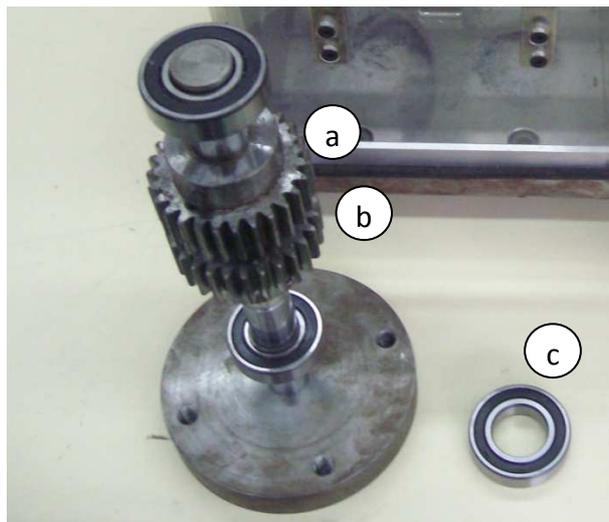


FIGURA 8: Máquina "Simulador" con sus posibilidades

Para poder simular estas 3 situaciones lo que se hace es:

- Colocar un eje con los rodamientos correctos y dos engranajes, uno correcto y otro dañado engranando con el eje transmisor del movimiento el que convenga (situaciones a y b). *El volante puede estar o no montado pero no influye para nada en esta práctica ya que está equilibrado.*
- Dispone también otro eje con uno de sus rodamientos dañado (situación c).

***IMPORTANTE:*** Desconectar el enchufe de la corriente cuando no se vaya a usar el Simulador porque su interruptor es muy sensible

## 3. DESARROLLO

### 3.1. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA AFILADORA

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- Es necesario identificar aquellos puntos de la máquina que sean relevantes para la captación de resultados (por ejemplo: no es igual de importante la información obtenida de la medición de temperatura en una pata de goma que la de una zona próxima a un rodamiento o al motor)
  - Es muy importante que dichos puntos sean los mismos en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
  - La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
  - Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
    - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
    - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (T. A., hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
    - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
    - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
  - Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
    - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
    - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)
- Según la forma de proceder que se adopte pueden variar ligeramente los datos obtenidos

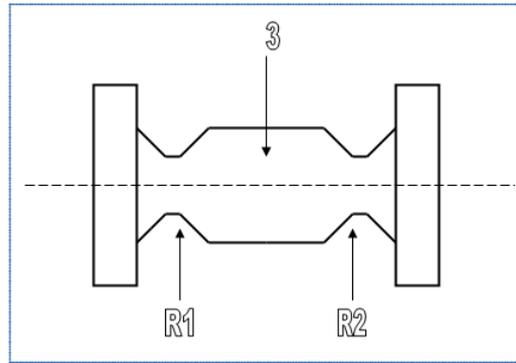
#### B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Colocar la disposición de tornillos que corresponda y tomar nota de ello
- Identificar los puntos de la máquina en los que se va a tomar los datos

R1: rodamiento 1

R2: rodamiento 2

3: motor



- Anotar la temperatura ambiente del taller durante la medición (el termómetro se encuentra a la izquierda de la puerta de madera de entrada al taller)
- Encender la Afiladora con su botón central
- Hacer un barrido de datos de temperatura. Para ello:
  - Encender la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
  - Apuntar hacia el objetivo o punto que queremos medir (cuanto menor es la superficie a medir más cerca debe realizarse la medición)
  - Oprimir el gatillo
  - Anotar el valor obtenido en la pantalla (el valor tomado dura 7 s. en pantalla)
  - Hacer lo mismo para los demás puntos del barrido
- Realizar otros dos barridos completos para obtener así tres datos de cada punto de la medición (parando o sin parar la máquina entre barrido y barrido)
- Apagar la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
- Apagar la máquina con el botón central
- Calcular la media de los tres datos obtenidos para cada punto de la medición

### 3.2. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN LA MÁQUINA NUEVA

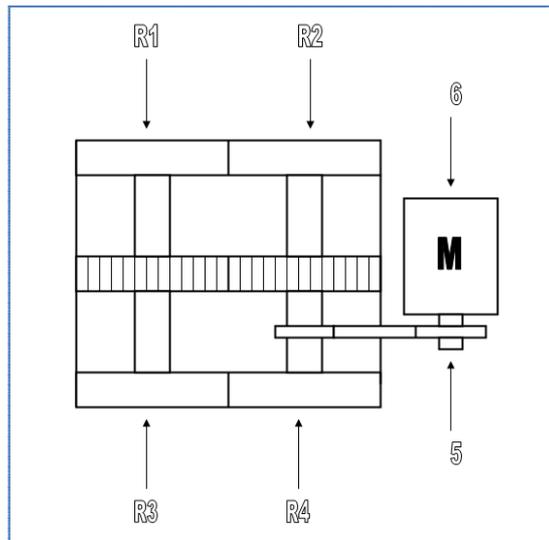
#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- Es necesario identificar aquellos puntos de la máquina que sean relevantes para la captación de resultados (por ejemplo: no es igual de importante la información obtenida de la medición de temperatura en una pata de goma que la de una zona próxima a un rodamiento o al motor)
  - Es muy importante que dichos puntos sean los mismos en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
  - La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
  - Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
    - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
    - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (T. A., hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
    - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
    - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
  - Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
    - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
    - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)
- Según la forma de proceder que se adopte pueden variar ligeramente los datos obtenidos

#### C) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Identificar y anotar el módulo o disposición colocados en la máquina
- Identificar los puntos de la máquina en los que se va a tomar los datos

- R1: rodamiento 1
- R2: rodamiento 2
- R3: rodamiento 3
- R4: rodamiento 4
- 5: frontal del motor
- 6: posterior del motor



- Anotar la temperatura ambiente del taller durante la medición (el termómetro se encuentra a la izquierda de la puerta de madera de entrada al taller)
- Encender la Máquina Nueva de su botón verde desactivando previamente la seta roja de seguridad
- Hacer un barrido de datos de temperatura. Para ello:
  - Encender la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
  - Apuntar hacia el objetivo o punto que queramos medir (cuanto menor es la superficie a medir más cerca debe realizarse la medición)
  - Oprimir el gatillo
  - Anotar el valor obtenido en la pantalla (el valor tomado dura 7 s. en pantalla)
  - Hacer lo mismo para los demás puntos del barrido
- Realizar otros dos barridos completos para obtener así tres datos de cada punto de la medición (parando o sin parar la máquina entre barrido y barrido)
- Apagar la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
- Apagar la Máquina Nueva pulsando la seta roja
- Calcular la media de los tres datos obtenidos para cada punto de la medición

### 3.3. MEDICIÓN DE TEMPERATURA EN EL SIMULADOR

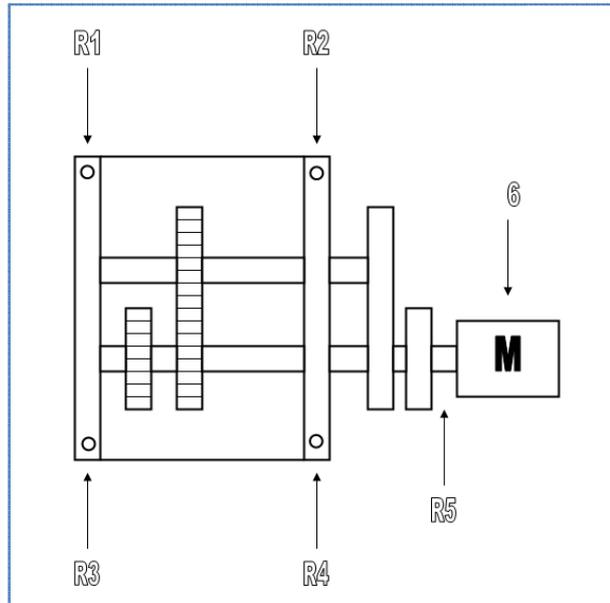
#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- Es necesario identificar aquellos puntos de la máquina que sean relevantes para la captación de resultados (por ejemplo: no es igual de importante la información obtenida de la medición de temperatura en una pata de goma que la de una zona próxima a un rodamiento o al motor)
  - Es muy importante que dichos puntos sean los mismos en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
  - La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
  - Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
    - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
    - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (T. A., hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
    - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
    - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
  - Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
    - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
    - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)
- Según la forma de proceder que se adopte pueden variar ligeramente los datos obtenidos

#### D) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Identificar y anotar el módulo o disposición colocados en la máquina
- Identificar los puntos de la máquina en los que se va a tomar los datos

- R1: rodamiento 1
- R2: rodamiento 2
- R3: rodamiento 3
- R4: rodamiento 4
- 5: salida eje motor
- 6: carcasa motor

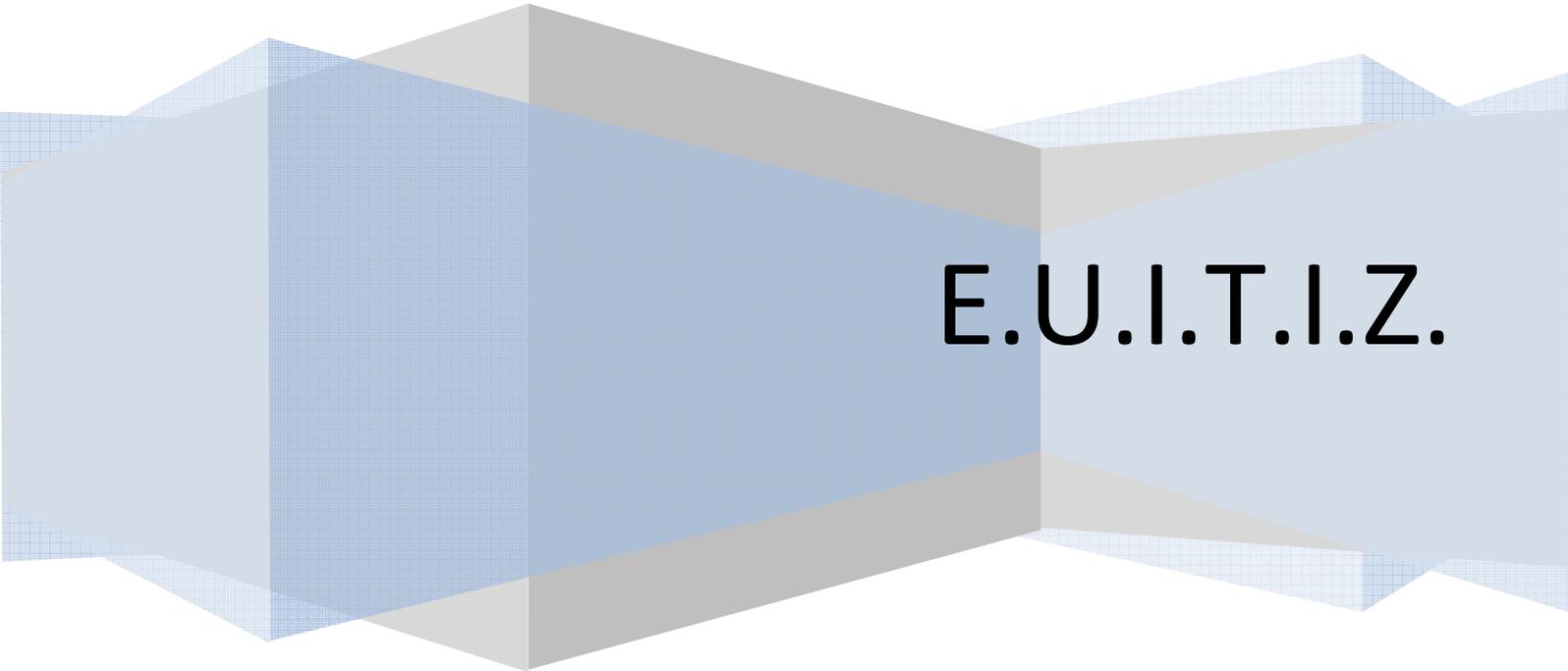


- Anotar la temperatura ambiente del taller durante la medición (el termómetro se encuentra a la izquierda de la puerta de madera de entrada al taller)
- Encender el Simulador conectando el cable a la red y pulsando su interruptor blanco
- Hacer un barrido de datos de temperatura. Para ello:
  - Encender la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
  - Apuntar hacia el objetivo o punto que queramos medir (cuanto menor es la superficie a medir más cerca debe realizarse la medición)
  - Oprimir el gatillo
  - Anotar el valor obtenido en la pantalla (el valor tomado dura 7 s. en pantalla)
  - Hacer lo mismo para los demás puntos del barrido
- Realizar otros dos barridos completos para obtener así tres datos de cada punto de la medición (parando o sin parar la máquina entre barrido y barrido)
- Apagar la pistola termométrica (botón ON/OFF del compartimento interior)
- Apagar el Simulador y desconectarlo de la fuente de alimentación
- Calcular la media de los tres datos obtenidos para cada punto de la medición

Prácticas de Mantenimiento

# SONÓMETRO

Manual del alumno. Capítulo IV



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	1
2. DESCRIPCIÓN .....	2
2.1. DESCRIPCIÓN DEL SONÓMETRO .....	2
2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR .....	7
3. DESARROLLO .....	13
3.1. MEDICIÓN DEL SONIDO DE LA AFILADORA .....	13
3.2. MEDICIÓN DEL SONIDO DE LA MÁQUINA NUEVA .....	15
3.3. MEDICIÓN DEL SONIDO DEL SIMULADOR .....	17

## 1. OBJETIVO

El principal objetivo de esta práctica identificar los posibles fallos que tiene o puede llegar a tener cualquiera de las tres máquinas de las prácticas (“Afiladora”, “Máquina Nueva” y “Simulador”) tras recoger una serie de resultados del sonido emitido por estas.

También se pretende:

- Conocer el manejo y características del sonómetro a utilizar durante las prácticas
- Evaluar y comparar el ruido procedente de unos y otros fallos provocados intencionadamente sobre las máquinas

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PISTOLA TERMOMÉTRICA

#### A) PARTES DEL INSTRUMENTO

##### A1) PANEL FRONTAL

###### MICRÓFONO/AMPLIFICADOR

- Está equipado para poder llegar a distancias mayores si así lo requiere la medida mediante un cable específico. En este equipo no está disponible.

###### PANTALLA

- Muestra las lecturas numéricas y una barra gráfica que representa el nivel de presión sonora. También informa sobre el estado de operación y los parámetros seleccionados para la medida.
- *Botón de lectura y paro.* Para comenzar la lectura de datos se debe pulsar este botón y si se vuelve a pulsar durante otra medida se detiene la lectura
- *Botón de pausa/continuar.* Congela la medición y muestra el valor registrado hasta el momento. Cuando se vuelve a pulsar continúa la medición
- *Botón  $L_p / L_{eq}$ .* Muestra por pantalla de que tipo es la medición

##### A2) PANEL DE CONTROL

Abriendo este panel se accede a botones para la selección de parámetros y almacenamiento de datos:

- *Mode.* Selecciona el tipo de medición que se va a realizar:  $L_{eq}$ ,  $L_E$  y  $L_{max}$ .
- *A/C/Flat.* Determina el tipo de ponderación de la escala de frecuencia
- *Flat/Slow.* Determina la velocidad de la medición
- *Cal.* Activa la calibración eléctrica automática
- *Level range.* Para seleccionar el rango de la medición
- *Print.* Para almacenar en la memoria para manipular en el PC
- *Recall.* Para dar un nombre a dicha medida en la memoria interna
- *Data NO.* La capacidad de la memoria es de 50 mediciones. Con este botón se seleccionan los datos para almacenarlos o renombrarlos
- *All Clear.* Se borran todos los datos almacenados en la unidad



FIGURA 1: Sonómetro RION NL-05

### A3) PANEL LATERAL

- *Power.* Conecta y desconecta el aparato
- *Ext. 3V.* Conector para uso de una batería externa con conexión alterna
- *1/0.* Para comunicación con el PC
- *DC.* Conexión para mediciones en señal de origen continua con el PC
- *AC.* Conexión para mediciones en señal de origen alterna con el PC
- *Cal.* Para la calibración del instrumento mediante destornillador

### B) FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL RION NL-05

Se van a exponer los pasos más comunes que se siguen en toda medición como son la elección de la frecuencia y el tiempo de la medición.

#### 1. Elección del rango de medida.

Usando los botones de elección se incrementa o decrementa el mismo. Esto se muestra en la gráfica superior de la pantalla.

#### 2. Selección de la frecuencia de medida.

Presionando A/C/Flat se puede seleccionar las escalas de ponderación A, C y Flat. Esta elección se indica en la pantalla como:

- Ponderación A: LA
- Ponderación C: Lc
- Flat: LP

3. Selección de la velocidad de medida.

Presionando Fat/Slow cambiamos la elección y ésta se muestra en la pantalla con las mismas palabras.

4. Valor de la medición.

Se puede visualizar de dos formas:

- Lectura numérica en pantalla: tiene una resolución de 0,1dB y se actualiza cada segundo
- Gráfica: tiene una resolución de 2dB y un rango de 60 dB. Se actualiza cada 0,1 segundos

5. Selección del modo de medida.

Se realiza con:

- Botón de  $L_p/L_{eq}$ : valor instantáneo de presión sonora y valor equivalente de presión sonora.
- Botón Mode: Se selecciona para los modos de  $L_{eq}$ , LE y  $L_{max}$ .

Por ejemplo, para una medición en la ponderación A:

- LA: Presión sonora instantánea
- $L_{Aeq}$ : presión sonora continua equivalente
- LAE: presión sonora expuesta
- $L_{Amax}$ : máxima presión sonora

6. Tiempo de medida.

El tiempo de medida puede ser seleccionado mediante el botón M: Time y puede ser de: 10s, 1min, 15min, 30min, 60min, 1h, 8h y 24h.

7. Número de dato.

Sirve para distinguir el nombre de los datos de la memoria interna. Se explicará más adelante.

8. Renombrar datos.

Se realiza con el botón Recall. Se modifica el nombre y esto se indica con la palabra "Recall" en la pantalla. Para volver al modo anterior basta con volver a pulsar el mismo botón.

9. Indicaciones de fuera de rango.

En ocasiones el rango de medidas de la selección es transgredido. Esto se muestra por pantalla con las palabras "Under" y "Over" cuando la medida queda por debajo y por encima respectivamente. Se deberá aumentar el rango con los botones de selección.

## C) MEDICIONES

En esta sección se procede para realizar una medición y los pasos a seguir:

### C1) CALIBRACIÓN *(para las prácticas, el sonómetro ya está calibrado)*

Antes de una medición se debe calibrar el sonómetro. Hay dos tipos de calibración, la eléctrica y la sonora. Normalmente se efectúa de forma eléctrica:

- Calibración eléctrica: se calibran todos los circuitos eléctricos del instrumento pero no el micrófono
- Calibración acústica: para ello se necesitan aparatos específicos y sólo puede ser realizada por personal especializado

Para realizar la calibración eléctrica se deben seguir los siguientes pasos:

1. Conectar el aparato
2. Presionar el botón "Cal". La indicación de la pantalla debe ser "Cal 94.0 dB"
3. Si no aparece este valor ajustar con el destornillador hasta que se lea ese valor en la pantalla
4. Cuando se haya acabado la calibración pulsar otra vez el botón "Cal" desapareciendo la indicación de "Cal 94.0 dB"

### C2) MEDICIÓN DE LA PRESIÓN SONORA INSTANTÁNEA *(parámetros ya introducidos)*

Después de conectar el aparato se deben seguir los siguientes pasos:

1. Si el sonómetro no muestra el valor que se va a medir hay que seleccionarlo mediante el botón  $L_p/L_{eq}$
2. Seleccionar la escala de ponderación de la frecuencia con A/C/Flat y la velocidad de la medida con Fast/Slow. Normalmente todas las medidas se realizan con Fast
3. Seleccionar el rango de medida para evitar que se salgan de los límites. Centrarlo para que no se lean las palabras "Over" y "Under"
4. El valor de la medición instantánea aparece en la pantalla. Se actualiza cada 0.1 seg. Usando los botones de Pause/Cont podrá pausar la medición durante el tiempo establecido

### C3) MEDICIONES DE $L_{eq}$ , $L_E$ Y $L_{max}$

Este sonómetro calcula  $L_{eq}$  (presión sonora equivalente),  $L_E$  (presión de sonido expuesto) y  $L_{max}$  (máxima presión sonora). Una vez concluida la medición pueden leerse estos valores pulsando solo el botón correspondiente.

Para proceder a su medición se deben realizar los siguientes pasos:

1. Conectar y calibrar (ya está calibrado)
2. Seleccionar la ponderación de frecuencia con A/C/Flat y la velocidad de medición Fast/Slow (frecuencia: A; velocidad de la medición: Fast; ambas ya seleccionadas)
3. Seleccionar el tiempo que se debe estar tomando datos mediante el botón MTime. La selección de tiempos puede ser de 10s, 1min, 15min, 30min, 60min, 1h, 8h y 24h (tiempo en captar la medición: 10 s. ya seleccionado)
4. La medición puede manejarse manualmente con el botón Start/Stop. La pantalla indicará el estado de la medición: si se encuentra capturando datos o si está detenida la medición. Con el botón Pause/Cont se evita que se tomen los datos pertenecientes al intervalo de tiempo en el que está detenida la medición. Si aparece uno de los indicadores que nos informa que estamos fuera de rango, indica que esa medida no se considera en el cálculo de los parámetros
5. Cuando se consume el tiempo de la medición (10s.), se muestra inmediatamente en la pantalla  $L_{eq}$  y se almacena en la memoria interna
6. Para leer los resultados que nos interesan para la práctica ( $L_{eq}$ ,  $L_E$  y  $L_{max}$ ), se deberá ir apretando el botón  $L_p/L_{eq}$  y éstos aparecerán por pantalla uno detrás otro tras cada pulsación



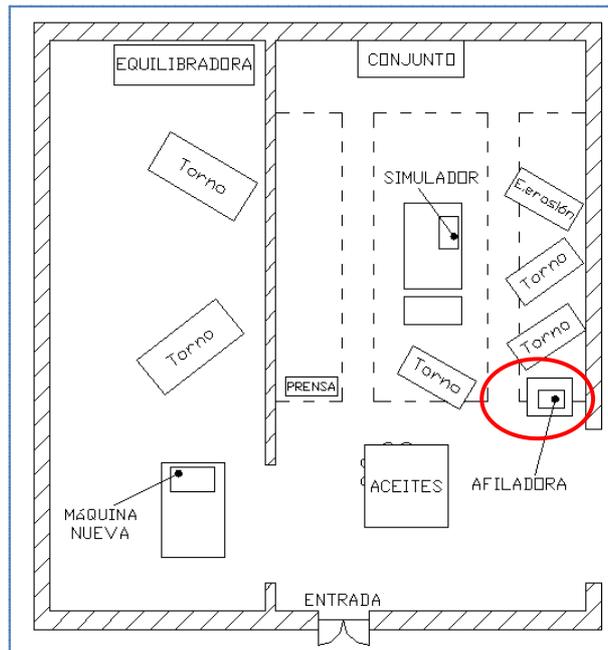
FIGURA 2: Botones importantes para realizar la medición

## 2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR

### A) DESCRIPCIÓN DE LA AFILADORA

#### A1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DE LA AFILADORA

La Afiladora se encuentra entrando en el taller en la sala principal y a la derecha al lado de los contenedores verdes situados junto a la portalada de la calle. Ver plano:



Para su sujeción se ha utilizado como base un palet de madera que soporta una pequeña mesa calzada con tacos de plástico. Sobre ésta, se encuentra amarrada la máquina mediante cuatro tornillos fijos numerados. Se ha procurado disponer el gato de sujeción de tal forma que no obstaculice la colocación o extracción de los tornillos que se roscan en el disco derecho de la máquina.



FIGURA 3: Disposición de la máquina Afiladora

Debido a las dimensiones de la base (palet), la “estructura” es capaz de soportar las vibraciones de la máquina sin que se produzca el movimiento de la misma o de alguna de las partes sobre la que se sostiene.

→ Si por un casual la Afiladora se moviera de su posición inicial durante el funcionamiento de ésta, se debería a que la mesita se hubiese salido de su posicionamiento correcto entonces, intentar recolocarla para que no cojee o sujetarla manualmente ejerciendo la fuerza justa para que no se mueva de esa posición durante las mediciones con cualquiera de los instrumentos.

## A2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA AFILADORA

La rectificadora cuenta en sus extremos con dos alojamientos (1) para colocar los discos abrasivos o muelas. En el centro del interior de la carcasa azul hay un motor (2) que mediante electricidad genera movimiento al eje y por lo tanto a las muelas. El apagado y encendido de la rectificadora se controla mediante un interruptor (3) situado en el centro de la parte inferior de la máquina-herramienta.

Para esta práctica se ha sustituido una de esas muelas por un disco (4) con cuatro perforaciones. En estas perforaciones se pueden alojar tornillos que simulen defectos que se podrían dar en una máquina. Las combinaciones de tornillos que pueden montarse sobre el disco son las siguientes:

- No colocar ningún tornillo
- Colocar 1 tornillo
- Colocar 2 tornillos en diagonal
- Colocar 2 tornillos seguidos
- Colocar 3 tornillos
- Colocar 4 tornillo

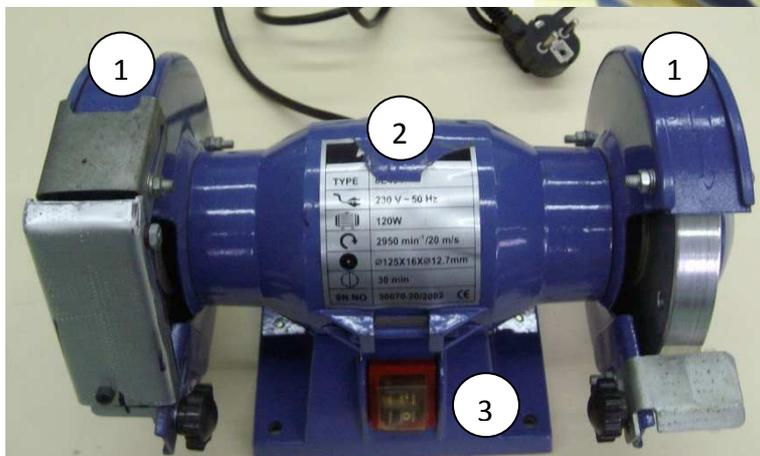
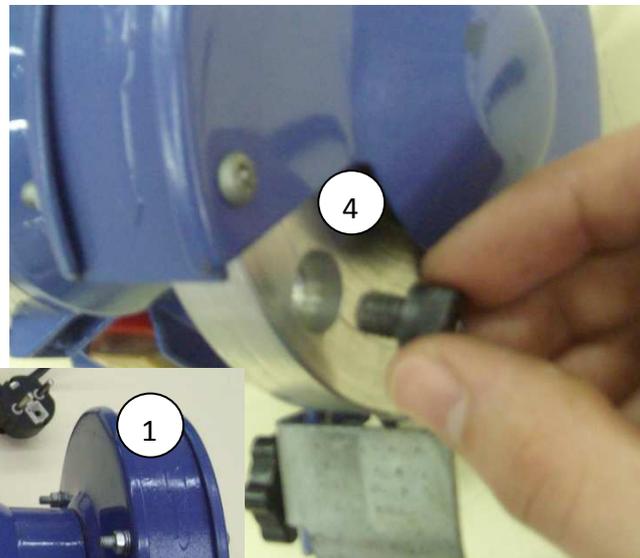


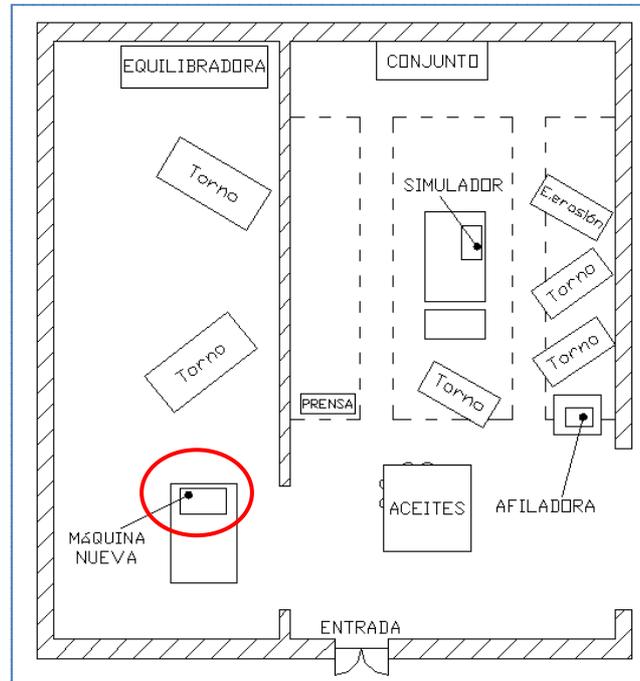
FIGURA 4: Colocación de un tornillo en el disco

FIGURA 5: máquina Afiladora

## B) DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

### B1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

La “máquina nueva” puede identificarse como la que está situada en el taller entrando por la puerta de madera al departamento de la izquierda. Ver plano:



Dicha máquina se ha colocado sobre esa mesa del taller ya era capaz de soportar sus fuertes vibraciones sin moverse de su posición gracias a la rigidez de sus patas y al mantel de caucho colocado sobre la mesa. Además, se ha anclado mediante dos gatos a la mesa para evitar su movimiento respecto de ella.

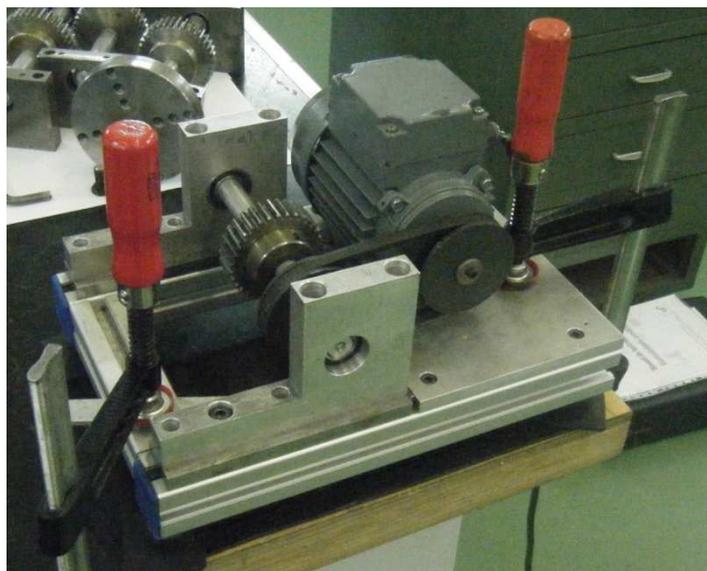


Figura 6: Anclaje de la Máquina Nueva

## B2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA MÁQUINA NUEVA

Se trata de una máquina que consta de un motor y dos módulos desmontables e intercambiables por otros. Cada módulo consta de un eje sustentado por dos rodamientos que permiten su giro. La máquina se acciona con el botón verde del mando y se para con la seta de color rojo (para accionar de nuevo la máquina tras pulsar la seta roja, se deberá girar ésta última en sentido antihorario hasta que salte hacia arriba). El motor produce el giro y mediante una correa de caucho proporciona movimiento al primer módulo. El primer módulo engrana con el segundo y le traspa ese movimiento.

El primer módulo no tiene ningún defecto de fabricación, etc. por lo que considera que es correcto y no está dañado. Éste no se intercambiará por ningún otro módulo. Será el segundo módulo (el más alejado del motor) el que pueda ser intercambiado por otros módulos durante la práctica.

Existen 3 variaciones posibles para el segundo módulo y son las siguientes (una variación en cada módulo):

- a. El módulo que se coloca esta en perfectas condiciones
- b. Uno de los rodamientos que sustenta el eje del módulo está dañado
- c. El módulo posee en el extremo de su eje un plato sobre el que se pueden colocar tornillos a distintas distancias en dirección radial

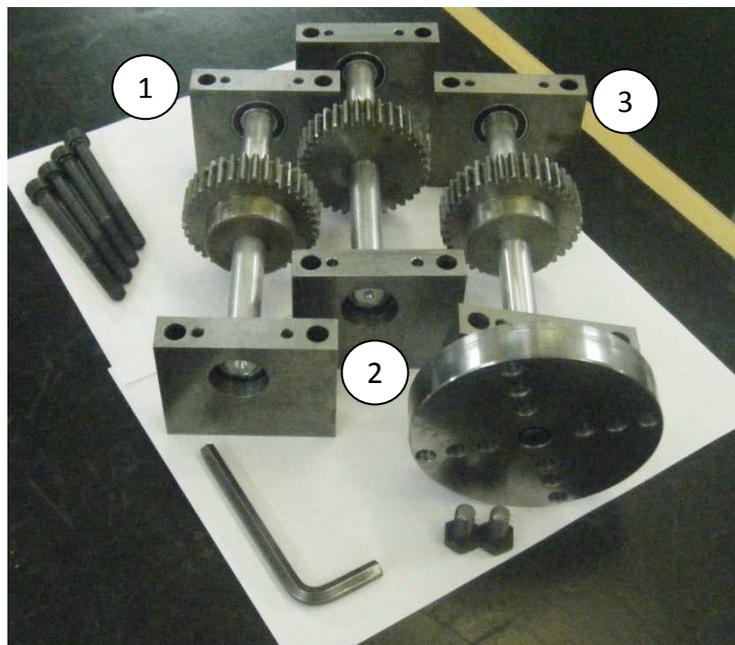
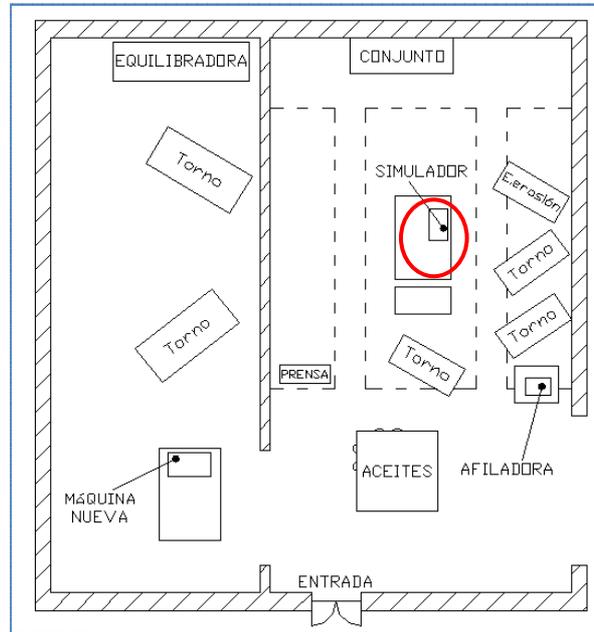


Figura 7: 3 módulos intercambiables

### C) DESCRIPCIÓN DEL SIMULADOR

#### C1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DEL SIMULADOR

La máquina “Simulador” puede identificarse como la que está situada en el taller en la sala principal a mitad del segundo pasillo de color verde pintado en el suelo. Ver plano:



Dicha máquina descansa sobre sus patas apoyándose sobre una mesa sin ningún tipo de sujeción a esta. No hay que preocuparse del movimiento de esta máquina ya que no se provocan desequilibrios que puedan generar el movimiento debido a las vibraciones. Además una caja de metacrilato hace de pantalla de seguridad para evitar cualquier accidente en caso de que alguno de los tornillos de sujeción de los engranajes pudiese saltar.



FIGURA 8: Máquina “Simulador”

### C1) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DEL SIMULADOR

Se trata de una máquina que consta de un motor y una caja de metacrilato en cuyo interior se encuentran dos ejes.

Según la disposición de la máquina, el motor transmite el movimiento al eje más lejano a éste por medio de una cinta de caucho tensada por dos poleas, la del motor y la de dicho eje. Cada uno de los dos ejes, se sustenta y rueda sobre los rodamientos de sus extremos encajados en las paredes laterales de metal.

Es por tanto el eje más lejano al motor el que queda fijo mientras que el más cercano es el que se intercambia sufriendo diversas variaciones.

Se considera que el eje que transmite el movimiento está en perfectas condiciones y el otro intercambiable tiene tres posibilidades:

- a. El eje está en perfectas condiciones
- b. El eje tiene un engranaje roto
- c. El eje contiene uno de sus rodamientos laterales dañado

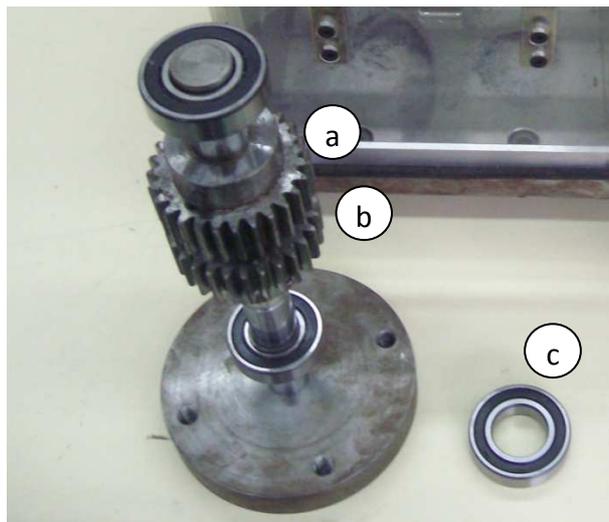


FIGURA 9: Máquina "Simulador" con sus posibilidades

Para poder simular estas 3 situaciones lo que se hace es:

- Colocar un eje con los rodamientos correctos y dos engranajes, uno correcto y otro dañado engranando con el eje transmisor del movimiento el que convenga (situaciones a y b). *El volante puede estar o no montado pero no influye para nada en esta práctica ya que está equilibrado.*
- Dispone también otro eje con uno de sus rodamientos dañado (situación c).

***IMPORTANTE:*** Desconectar el enchufe de la corriente cuando no se vaya a usar el Simulador porque su interruptor es muy sensible

## 3. DESARROLLO

### 3.1. MEDICIÓN DEL SONIDO DE LA AFILADORA

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- El sonómetro es un aparato muy sensible a cualquier sonido por lo que las mediciones deben realizarse lo más alejadas posibles del ruido de otras máquinas que puedan interferir durante la captura de datos
- Se recomienda también guardar silencio durante la medición por el mismo motivo
- Puesto que la Afiladora es la maquina menos ruidosa de las tres, se debe evitar en la medida de lo posible que interactúe con el funcionamiento de otras
- La vibración de la mesa soporte de la Afiladora puede falsear el sonido emitido por lo que debe fijarse correctamente al palet de debajo antes de comenzar la medición
- Es muy importante que dicho punto sea el mismo en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
- La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
- Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (sonido ambiente, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
- Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
  - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
  - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)

## B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Medición del sonido ambiente. Para ello:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina (apuntar hacia el motor a unos 10/15 centímetros)
  - Conectar el aparato (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida del sonido ambiente del taller con la máquina apagada
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Encender la Afiladora pulsando el botón central
  
- Realizar la medición con el sonómetro. Los pasos a seguir son los siguientes:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina
  - Conectar el instrumento (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Repetir otras dos veces la medición y anotando los valores
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Apagar la máquina
  
- Calcular la media de los tres datos obtenidos de la medición

### 3.2. MEDICIÓN DEL SONIDO DE LA MÁQUINA NUEVA

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- El sonómetro es un aparato muy sensible a cualquier sonido por lo que las mediciones deben realizarse lo más alejadas posibles del ruido de otras máquinas que puedan interferir durante la captura de datos
- Se recomienda también guardar silencio durante la medición por el mismo motivo
- Tener cuidado de no aproximar demasiado el micrófono a las partes móviles de la Máquina Nueva
- Es muy importante que dicho punto sea el mismo en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
- La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
- Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (sonido ambiente, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
- Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
  - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
  - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)

**B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:**

- Medición del sonido ambiente. Para ello:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina (apuntar hacia la zona del motor y la correa a unos 15/20 centímetros)
  - Conectar el aparato (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida del sonido ambiente del taller con la máquina apagada
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Encender la Máquina Nueva pulsando el botón verde tras liberar la seta de seguridad
  
- Realizar la medición con el sonómetro. Los pasos a seguir son los siguientes:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina
  - Conectar el instrumento (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Repetir otras dos veces la medición y anotando los valores
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Apagar la Máquina Nueva pulsando la seta roja
  
- Calcular la media de los tres datos obtenidos de la medición

### 3.3. MEDICIÓN DEL SONIDO DEL SIMULADOR

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- El sonómetro es un aparato muy sensible a cualquier sonido por lo que las mediciones deben realizarse lo más alejadas posibles del ruido de otras máquinas que puedan interferir durante la captura de datos
- Se recomienda también guardar silencio durante la medición por el mismo motivo
- Es muy importante que dicho punto sea el mismo en todas las situaciones posibles (diferentes colocaciones de tornillos), para poder comparar e interpretar la información de los resultados obtenidos
- La comparación de resultados se realizará respecto de la opción en la cual el módulo que se coloca está en perfectas condiciones ya que es la que simula el funcionamiento correcto de la máquina
- Para la recogida de datos de cualquier tipo se necesitará:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (sonido ambiente, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el instrumental de medición
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
- Además habrá dos formas de proceder al tomar los datos:
  - Parar la máquina entre barrido y barrido de puntos
  - Realizar todos los barridos de puntos sin parar la máquina y ver la evolución de los datos (recomendado)

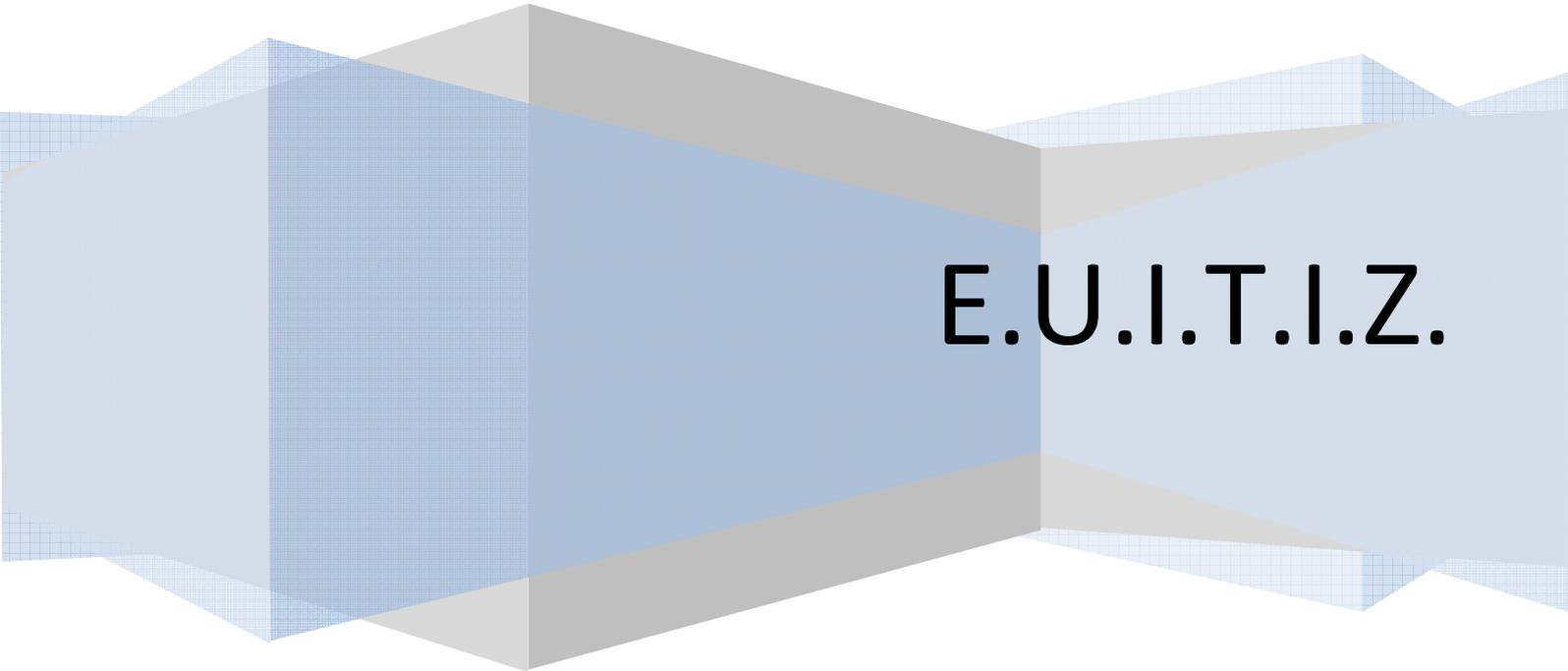
## B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Medición del sonido ambiente. Para ello:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina (apuntar hacia la zona del motor y la correa a unos 10/15 centímetros)
  - Conectar el aparato (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida del sonido ambiente del taller con la máquina apagada
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Enchufar el cable a la red y pulsar el interruptor para encender el Simulador
  
- Realizar la medición con el sonómetro. Los pasos a seguir son los siguientes:
  - Situar el sonómetro en la posición donde se vayan a tomar las medidas de la máquina
  - Conectar el instrumento (botón ON/OFF del panel lateral)
  - Tomar una medida
    - Pulsar el botón Start/Stop para empezar la medición
    - Esperar 10s. para que el aparato recoja los datos
  - Anotar los tres valores  $L_{máx}$ ,  $L_{eq}$  y  $L_{AE}$  (botón  $L_p/L_{eq}$  para leer los datos de la medición)
  - Repetir otras dos veces la medición y anotando los valores
  - Apagar el sonómetro (botón ON/OFF del panel lateral)
  
- Apagar el Simulador pulsando el interruptor y desconectar el cable de alimentación
  
- Calcular la media de los tres datos obtenidos de la medición

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

# ANALIZADOR DE VIBRACIONES

Manual del alumno. Capítulo V



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	1
2. DESCRIPCIÓN .....	2
2.1. DESCRIPCIÓN BREVE DEL EQUIPO .....	2
2.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DETECTOR II .....	2
2.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SOFTWARE TRENDLINE II .....	6
2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR .....	11
3. DESARROLLO .....	17
3.1. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN LA AFILADORA .....	17
3.2. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN LA MÁQUINA NUEVA .....	19
3.3. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN EL SIMULADOR .....	21

## 1. OBJETIVO

El principal objetivo de esta práctica es intuir e identificar el fallo que tiene o puede llegar a tener cualquiera de las tres máquinas de las prácticas (“Afiladora”, “Máquina Nueva” y “Simulador”) tras recoger una serie de resultados con el analizador de vibraciones después de ser estudiados y comparados.

También se pretende:

- Aprender el manejo y características del sensor de vibraciones (Detector II)
- Conocer y manipular la estructura del software (Trendline II) que mediante un PC rige las ordenes del Detector II
- Pronosticar varios tipos de fallos en cualquiera de las tres máquinas mediante el espectro que describe una medición tras ser volcada al ordenador

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. DESCRIPCIÓN BREVE DEL EQUIPO

Para la captura de datos es necesario un sensor piezoeléctrico con soporte magnético y el "Detector II".

Para el análisis de los datos es necesario volcar los datos a un PC mediante un cable específico de conexión. En dicho PC debe estar instalado el software específico "Trendline 2" para realizar el análisis de los datos capturados por el Detector II sobre el punto de medida de la máquina sometida a estudio.

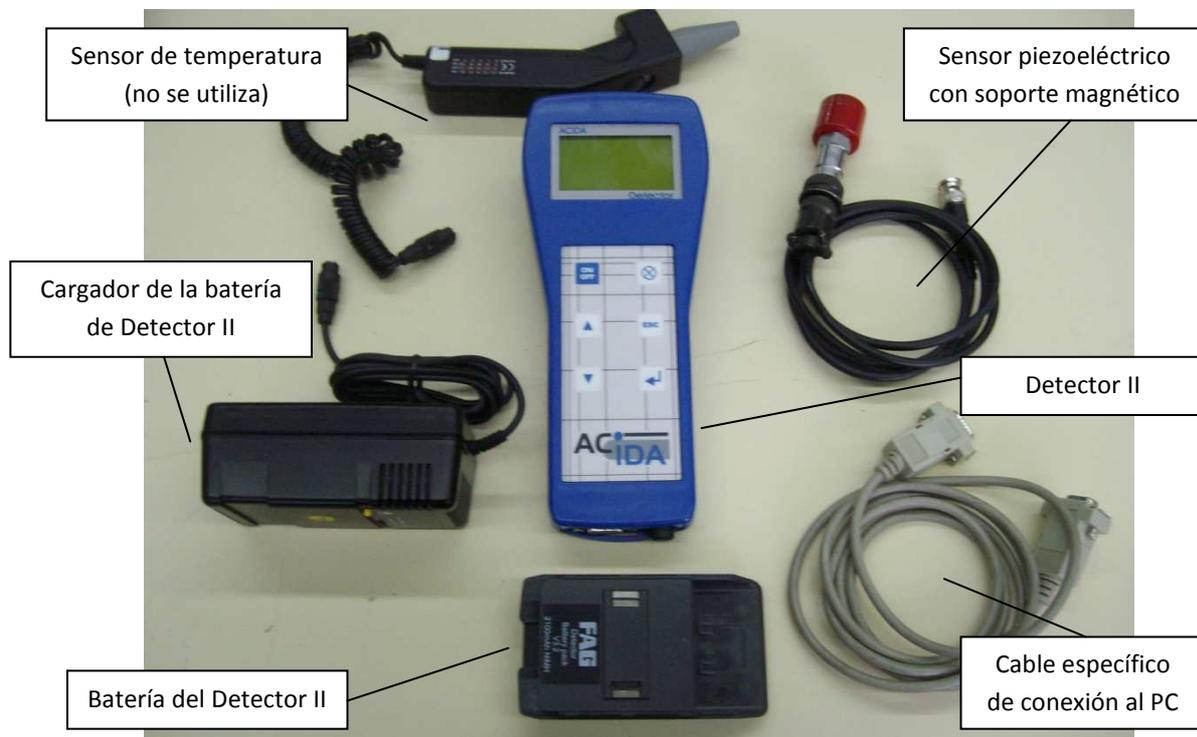


FIGURA 1: Analizador de vibraciones y complementos

### 2.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL DETECTOR II

#### A) PANTALLA DEL DETECTOR

Toda la información necesaria para trabajar con este instrumento se muestra en la pantalla. Incluye:

- Selección de puntos de medida
- Menú para la medición
- Pantalla con los valores medidos
- Aviso de comunicación con el PC

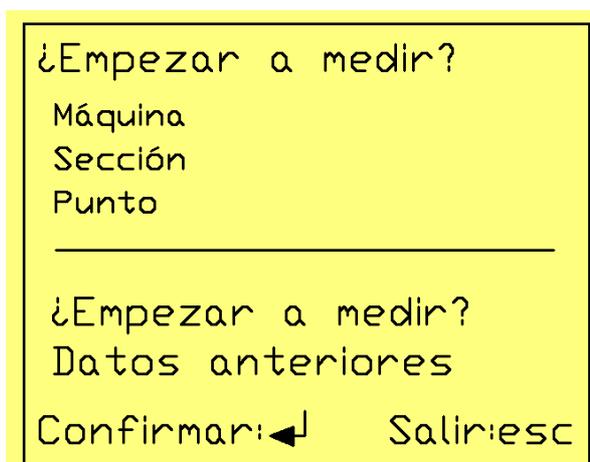


FIGURA 2: Pantalla del Menú principal

## B) TECLADO DEL DETECTOR

El Detector II opera exclusivamente con seis teclas. A continuación se adjunta una imagen que permite identificar la posición de éstas:

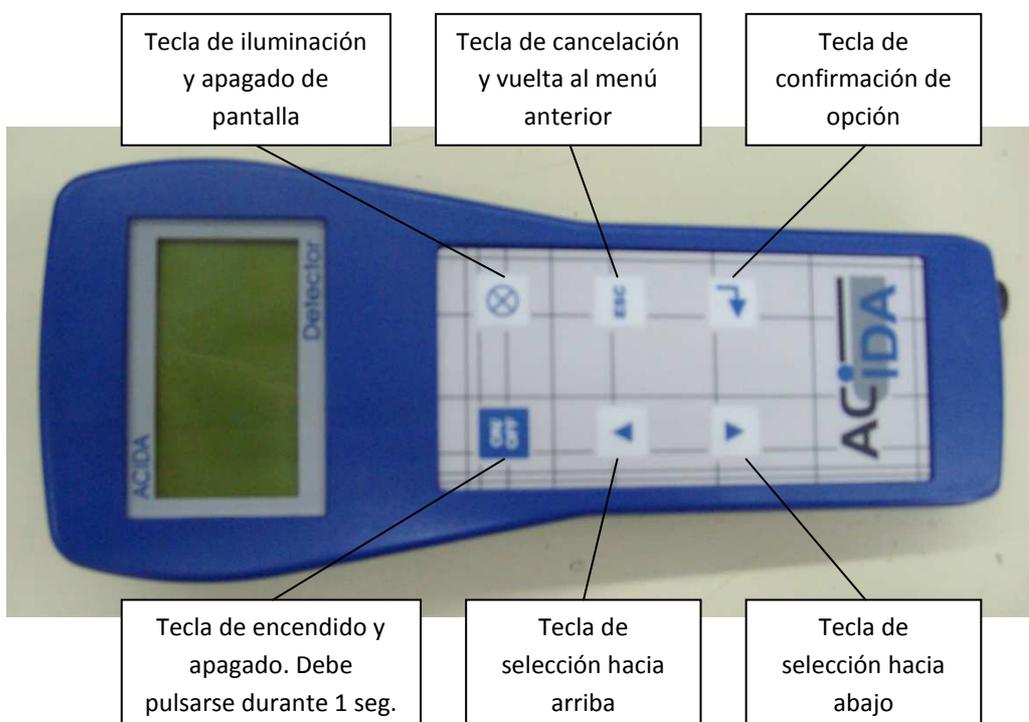


FIGURA 3: Teclado del Detector II y sus funciones

### C) CONECTORES

El Detector II tiene la posibilidad de conectar cinco periféricos mediante los siguientes conectores:



FIGURA 4: Conectores

### D) BATERÍA Y CARGADOR DE BATERÍA

Mediante la opción del menú sistema → estado de baterías, se puede comprobar el nivel de carga de la batería que se mostrará en la pantalla en forma de gráfica en tanto por ciento sobre su capacidad total.

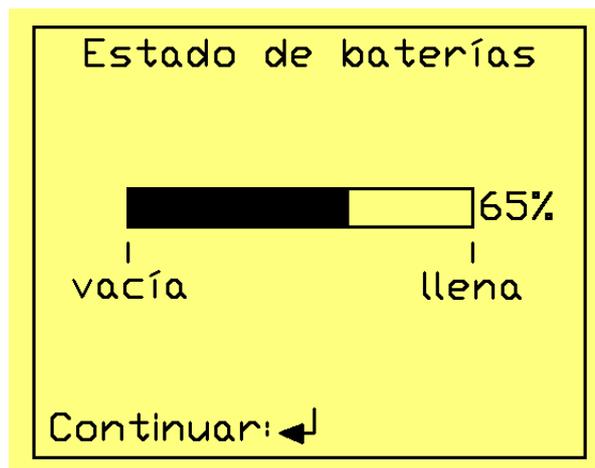


FIGURA 5: Pantalla de estado de la batería

**Nota: MUY IMPORTANTE;** El Detector II no puede encenderse durante la carga de la batería, por lo que debe verificarse el estado de la batería con tiempo suficiente para la posible carga de la misma.

## E) ESTRUCTURA DEL MENÚ

Las funciones del Detector II son accesibles mediante la pantalla. Cuando conectamos el Detector II se muestra el menú principal, con sus alternativas accediéndose a ellas mediante las teclas de selección   y confirmación .



FIGURA 6: Pantalla del menú principal

Menú de medida “Medición”. Mediante este menú y submenús se realizan las medidas. Se puede elegir seguir una plantilla predefinida o elegir puntos libres de medida y proceder a su medida. Todos los valores obtenidos se muestran en la pantalla una vez finalizada la medición.

Menú auriculares “Auriculares”. Como alternativa se puede conectar una grabadora analógica en el conector correspondiente. No se dispone de estas opciones en nuestro equipo.

Menú del sistema “Menú del sistema”. Dispone de estas opciones mediante las teclas  o  y se confirma la opción con la tecla  :

- Cambiar idioma; Idiomas disponibles: alemán, inglés, francés, italiano, español, sueco, portugués, finés y turco
- Fijar duración iluminación: Para economizar la duración de la batería se programa la desconexión automática del aparato en tiempos de 30s, 60s, 90s y no desconexión automática
- Gestor de memorias: Informa sobre el estado de la memoria disponible y su ocupación
- Estado de baterías: Muestra el nivel de la batería
- Información del Detector II: Hora, fecha, número de serie y versión

## F) TRANSFERENCIA DE DATOS

Los datos son transferidos en dos direcciones. Por un lado, se crean rutas y plantillas de medida con ayuda del software asociado Trendline, que se transfiere al Detector II con el

correspondiente cable de conexión en el conector correspondiente y por otro lado, una vez medidos todos esos valores son de nuevo transferidos desde el Detector II al PC para su posterior evaluación.

Este proceso se indica en la pantalla de Detector II con el mensaje “Comunicación” y puede ser interrumpido pulsando la tecla



FIGURA 7: Pantalla con mensaje de comunicación con el PC

**Nota: MUY IMPORTANTE;** La transferencia de nuevas rutas o configuraciones al Detector II borra todos los datos almacenados en el aparato

## 2.3. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL SOFTWARE DE VIBRACIONES TRENDLINE 2

### A) BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

Este software está diseñado expresamente para el análisis de los datos capturados por el Detector II. El Detector II sólo es capaz de memorizar los datos medidos y la función de administración y evaluación se realizan con el Trendline 2.

El software está desarrollado en el entorno de Windows por lo que resulta de fácil manejo.

En el borde superior de la ventana principal se encuentra la barra de menú, donde se acceden a todas las funciones del programa.

Debajo de esta barra se encuentra la barra de herramientas en la que se accede de forma rápida a las funciones del programa.

En el lado izquierdo de la ventana se representa la estructura de la configuración del sistema en forma de árbol de directorios.

La configuración está en formato descendiente; “Sección”, “Máquina” y “Puntos de medida”. Así que es sencillo localizar y manejar la estructura de configuración.

Al lado de la denominación de cada elemento de la estructura de la configuración hay un marcador de color que indica el estado de la alarma. Su significado es:

- El verde: representa la ausencia de alarma
- El amarillo: detecta que se ha alcanzado el nivel de pre-alarma que se haya establecido
- El rojo: indica que se ha registrado una alarma

En el lado de la derecha se puede insertar una imagen e insertar también un comentario.

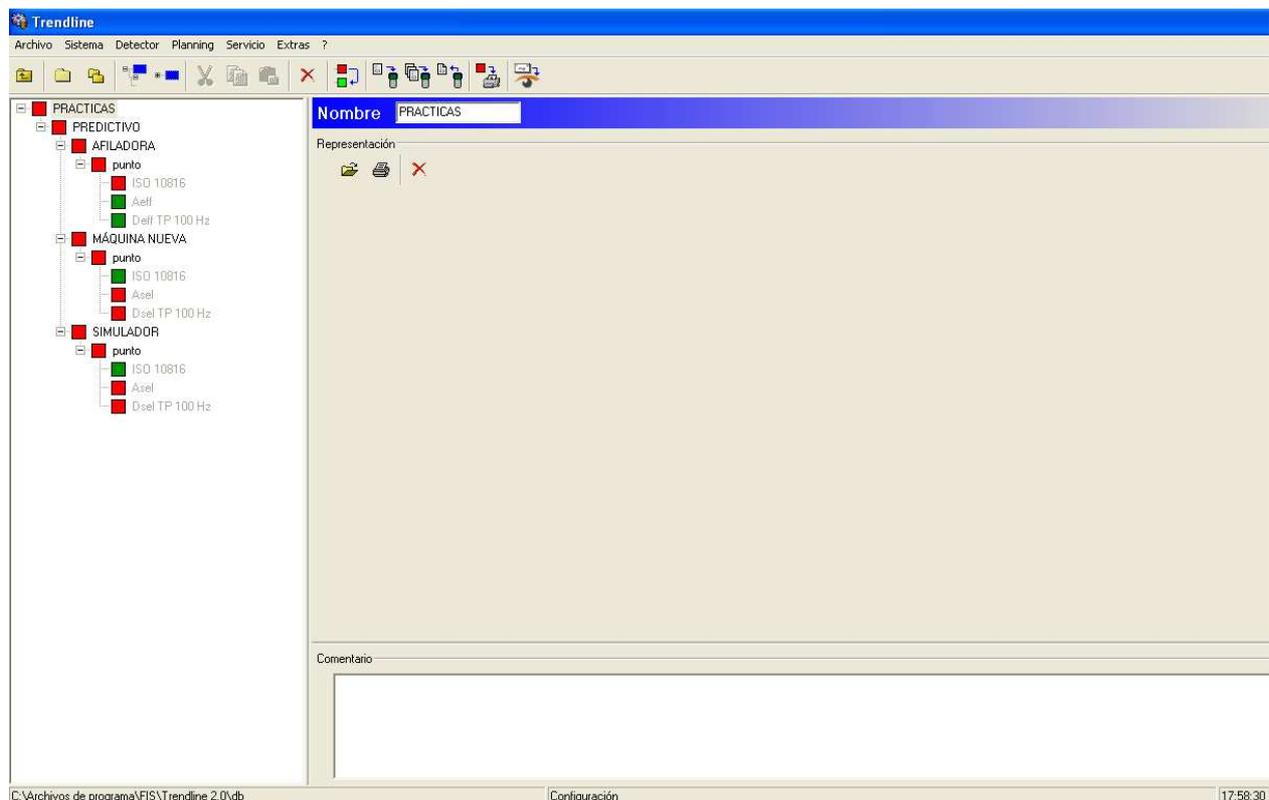


FIGURA8: Pantalla principal del software

## B) CREAR UNA CONFIGURACIÓN.

### B1) CREAR UNA ESTRUCTURA

Cada configuración se subdivide en tres niveles; sección, máquina y punto de medida. Para crear una configuración se siguen los siguientes pasos:

- Menú Sistema → Nuevo ítem (  ). Selección.
- Nombre de la entrada
- Añadir una subentrada. Menú Sistema → Nuevo subítem (  ). Máquina.
- Para añadir los puntos de medida se hace añadiendo otra subentrada. Subítem (  )

## B2) CREAR UN PUNTO DE MEDIDA

Ahora pueden introducirse los ajustes de los puntos de medida que requieran la medición. En la parte derecha de la ventana aparecen tres pestañas con las siguientes funciones:

- Info: se puede introducir una imagen (inferior a 100 kB) y un comentario. Tiene la opción de imprimir
- Configuración. Tiene la opción de seleccionar los sensores que se van a utilizar en esta medición. Además se configura en que casos se van a memorizar las señales de tiempo y cual será la frecuencia de corte del filtro paso bajo de la demodulación (ver apartados posteriores)
- Datos medidos. Muestra los datos de las mediciones volcadas al ordenados en orden cronológico de aquellas máquinas, secciones, puntos o valores característicos que se hayan seleccionado previamente en la estructura

Info Configuración Datos medidos

Sensor

Aceleración Temperatura

Active 100 mV/g Raynger IP-M

Señal horaria

Guardar siempre Guardar con la alarma principal

Vel. de la señal horaria  Vel. de la señal horaria

Acel. de la señal horaria  Acel. de la señal horaria

Demodulación  Demodulación

Lowpass para demodulación

100 Hz  1000 Hz

FIGURA 9: Pestaña de configuración de sensores y señales de tiempo

## B3) DEFINIR PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE CADA PUNTO

En cada punto de medida se pueden crear hasta cuatro valores característicos. Pueden ser modificados hasta que se envíen por primera vez al Detector II. Una vez enviados es imposible modificarlos. Para agregar un valor característico:

- Crear una subentrada en el punto de medición (  ).

- Se selecciona el tipo de valor característico que queremos medir en el desplegable “Tipo”. En caso de elegir valores de frecuencia seleccionable, se activará dicha opción, si no permanecerá en gris
- Se definen los valores de Alarma y de prealarma en tanto por ciento sobre el valor de la alarma principal. Si se supera el valor de la alarma, el Detector II puede mostrarlo en su pantalla pero es incapaz de identificar una prealarma. Esta opción sólo se refleja en el Trendline 2

**Nuevo valor característico**

Lowpass para demodulación

100 Hz  1000 Hz

Tipo

ISO 10816

Frecuencia

Frecuencia mín. Frecuencia máx.

10 Hz 1000 Hz

Alarma

Alarma

4.5 mm/s

Pre-alarma

50 %

Ayuda OK Suspender

FIGURA 10: Entrada de un nuevo valor característico

### C) ENVIAR UNA CONFIGURACIÓN

Para enviar una configuración o parte de ella:

- Seleccionar lo que se desea enviar
- Conectar el Detector II en serie con el PC
- Conectar a ON el Detector II
- Menú Detector → Configuración de envío o (  ).

Hay que tener en cuenta las limitaciones de memoria del Detector II, ya que sólo puede almacenar 24 señales de tiempo. Si se excede este número en la configuración del software, éste lo comunicará mediante un mensaje y no enviará la configuración, pero si

se sobrepasa este valor cuando se realizan las mediciones con el Detector II, estas señales no se almacenan.

#### D) RECEPCIÓN DE DATOS DEL DETECTOR 2.

Una vez medidos los datos con el Detector II se deben transferir los datos al software Trendline para su análisis. Para ello, conéctese el Detector II al PC y póngase a ON:

- Menú Detector → Cargar datos del Detector o (  ). De este modo todas las mediciones y señales de tiempo se transferirán al PC
- Una vez terminado el proceso se ubicarán en los lugares destinados para ello
- En caso de haber tomado medidas libres aparece un asistente que guía la ubicación

#### E) CONSIDERACIONES ESPECIALES, SEÑALES DE TIEMPO

Hay que tener en cuenta que el Detector II puede almacenar solamente hasta 24 señales de tiempo. Así que cuando se realice la configuración de un punto (véase el capítulo de software) debe indicarse si se almacena en todo momento o si solo se almacena en caso de que se produzca una alarma principal.

Si una configuración o ruta se envía al Detector II, éste comprueba cuantas señales de tiempo tiene que almacenar en todo momento. Pero esto no significa que no haya que configurar en cada ruta un total de 24 señales de tiempo (que almacene el máximo en cada ruta). El Trendline 2 chequea la memoria disponible para almacenar los datos en el Detector II antes de enviar una configuración o ruta. Si este no es el caso, se muestra un mensaje de error y los datos no son enviados al Detector II.

#### F) COMUNICACIÓN ENTRE EL TRENDLINE 2 Y EL DETECTOR II

Cuando se conecta el software con el Detector II el Trendline 2 intentará establecer comunicación con el mismo puerto que se utilizó en la última configuración. Si no es el caso, él mismo busca los parámetros de la comunicación y conectará con el Detector II.

Si la conexión no es posible, será debido a:

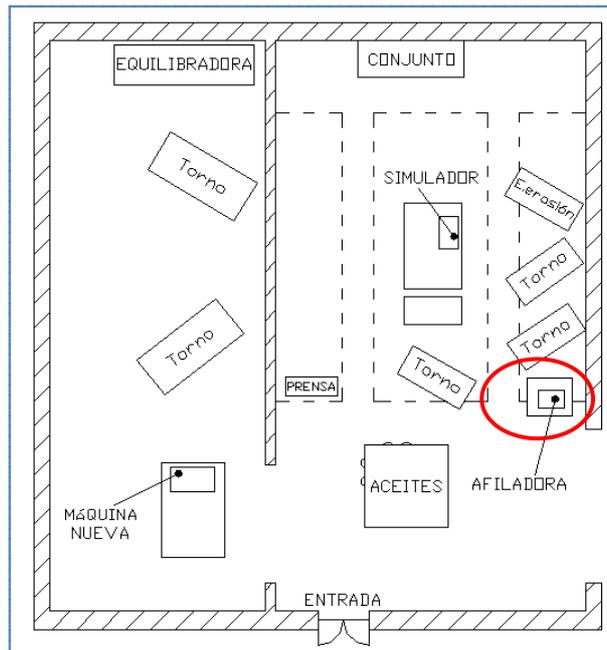
- El Detector II no está encendido
- Los cables de Conexión entre el PC y el Detector II no están conectados. Conecte el cable de 9 pines apropiadamente y encienda el Detector II.
- Si los puntos anteriores son correctos. Comprobar que el Detector II está en el menú principal. Si no es así, presione la tecla ESC hasta llegar a esa pantalla
- Si se apaga antes de haber transferido los datos es porque la batería está por debajo del 10%. Proceda a su recarga

## 2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS A ANALIZAR

### A) DESCRIPCIÓN DE LA AFILADORA

#### A1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DE LA AFILADORA

La Afiladora se encuentra entrando en el taller en la sala principal y a la derecha al lado de los contenedores verdes situados junto a la portalada de la calle. Ver plano:



Para su sujeción se ha utilizado como base un palet de madera que soporta una pequeña mesa calzada con tacos de plástico. Sobre ésta, se encuentra amarrada la máquina mediante cuatro tornillos fijos numerados. Se ha procurado disponer el gato de sujeción de tal forma que no obstaculice la colocación o extracción de los tornillos que se roscan en el disco derecho de la máquina.



FIGURA 11: Disposición de la máquina Afiladora

Debido a las dimensiones de la base (palet), la “estructura” es capaz de soportar las vibraciones de la máquina sin que se produzca el movimiento de la misma o de alguna de las partes sobre la que se sostiene.

→ Si por un casual la Afiladora se moviera de su posición inicial durante el funcionamiento de ésta, se debería a que la mesita se hubiese salido de su posicionamiento correcto entonces, intentar recolocarla para que no cojee o sujetarla manualmente ejerciendo la fuerza justa para que no se mueva de esa posición durante las mediciones con cualquiera de los instrumentos.

## A2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA AFILADORA

La rectificadora cuenta en sus extremos con dos alojamientos (1) para colocar los discos abrasivos o muelas. En el centro del interior de la carcasa azul hay un motor (2) que mediante electricidad genera movimiento al eje y por lo tanto a las muelas. El apagado y encendido de la rectificadora se controla mediante un interruptor (3) situado en el centro de la parte inferior de la máquina-herramienta.

Para esta práctica se ha sustituido una de esas muelas por un disco (4) con cuatro perforaciones. En estas perforaciones se pueden alojar tornillos que simulen defectos que se podrían dar en una máquina. Las combinaciones de tornillos que pueden montarse sobre el disco son las siguientes:

- No colocar ningún tornillo
- Colocar 1 tornillo
- Colocar 2 tornillos en diagonal
- Colocar 2 tornillos seguidos
- Colocar 3 tornillos
- Colocar 4 tornillo

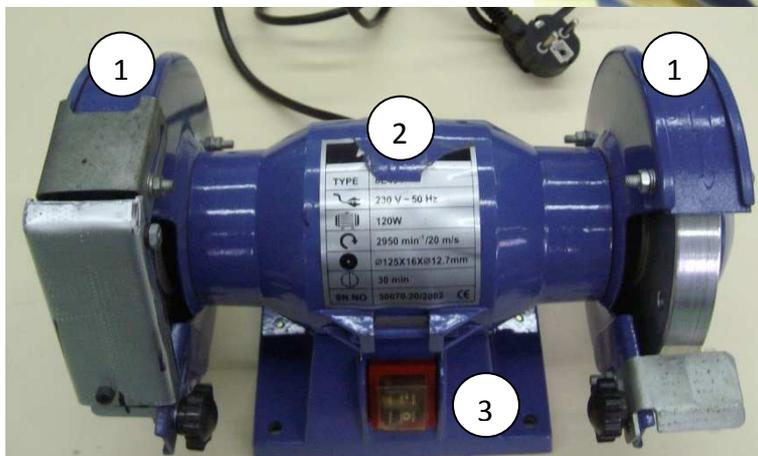
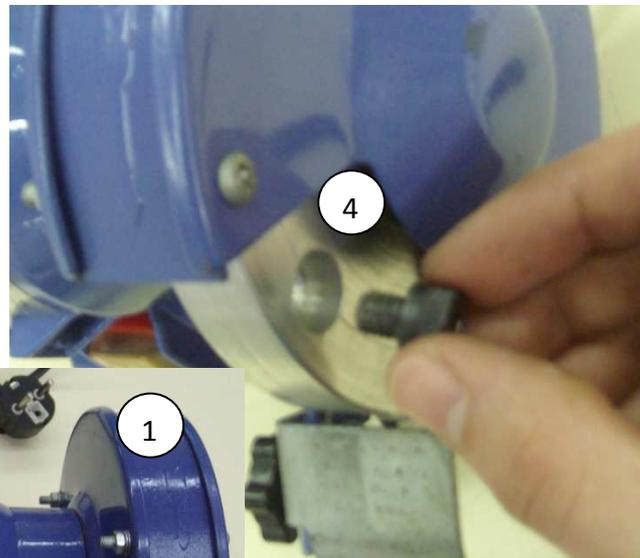


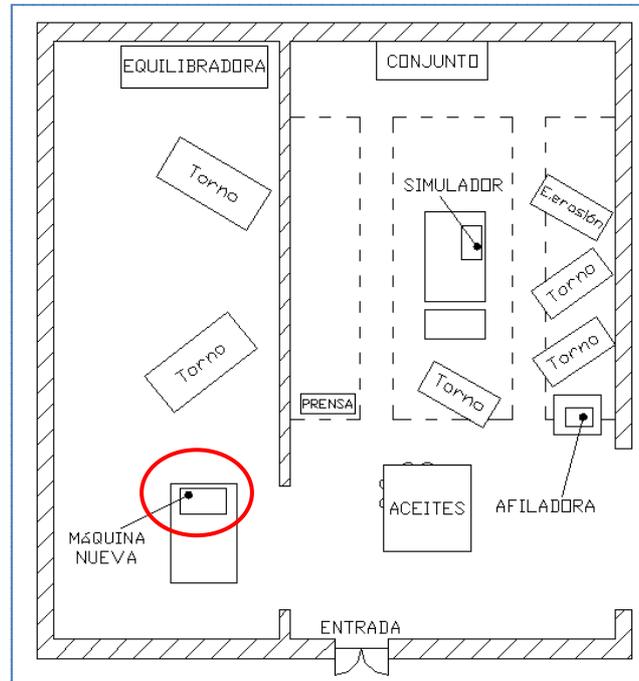
FIGURA 12: Colocación de un tornillo en el disco

FIGURA 13: máquina Afiladora

## B) DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

### B1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECIÓN DE LA MÁQUINA NUEVA

La “máquina nueva” puede identificarse como la que está situada en el taller entrando por la puerta de madera al departamento de la izquierda. Ver plano:



Dicha máquina se ha colocado sobre esa mesa del taller ya era capaz de soportar sus fuertes vibraciones sin moverse de su posición gracias a la rigidez de sus patas y al mantel de caucho colocado sobre la mesa. Además, se ha anclado mediante dos gatos a la mesa para evitar su movimiento respecto de ella.



Figura 14: Anclaje de la Máquina Nueva

## B2) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DE LA MÁQUINA NUEVA

Se trata de una máquina que consta de un motor y dos módulos desmontables e intercambiables por otros. Cada módulo consta de un eje sustentado por dos rodamientos que permiten su giro. La máquina se acciona con el botón verde del mando y se para con la seta de color rojo (para accionar de nuevo la máquina tras pulsar la seta roja, se deberá girar ésta última en sentido antihorario hasta que salte hacia arriba). El motor produce el giro y mediante una correa de caucho proporciona movimiento al primer módulo. El primer módulo engrana con el segundo y le traspa ese movimiento.

El primer módulo no tiene ningún defecto de fabricación, etc. por lo que considera que es correcto y no está dañado. Éste no se intercambiará por ningún otro módulo. Será el segundo módulo (el más alejado del motor) el que pueda ser intercambiado por otros módulos durante la práctica.

Existen 3 variaciones posibles para el segundo módulo y son las siguientes (una variación en cada módulo):

- a. El módulo que se coloca esta en perfectas condiciones
- b. Uno de los rodamientos que sustenta el eje del módulo está dañado
- c. El módulo posee en el extremo de su eje un plato sobre el que se pueden colocar tornillos a distintas distancias en dirección radial

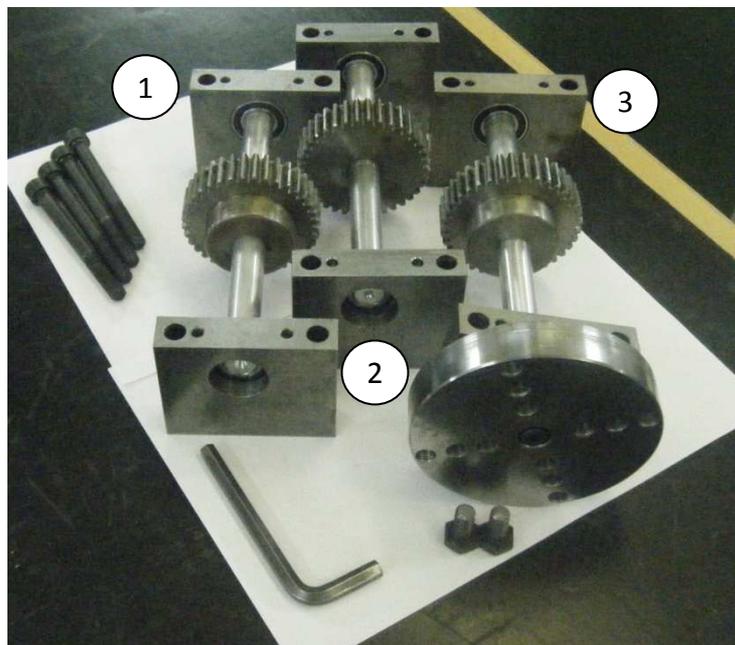
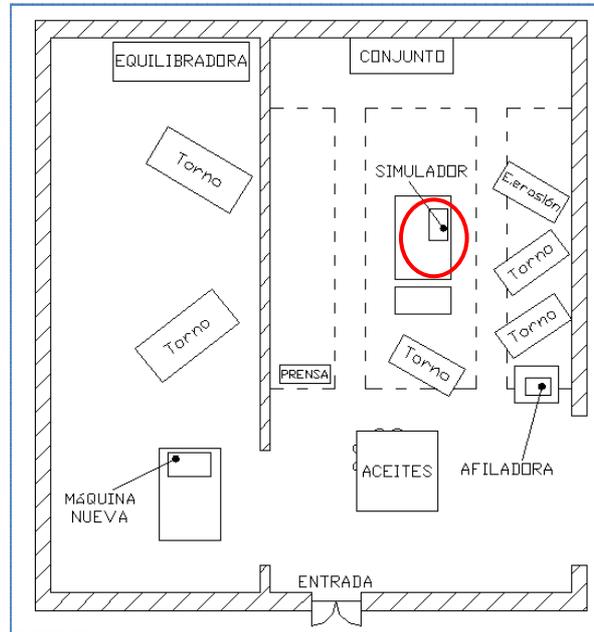


Figura 15: 3 módulos intercambiables

### C) DESCRIPCIÓN DEL SIMULADOR

#### C1) IDENTIFICACIÓN, SITUACIÓN EN EL TALLER Y SUJECCIÓN DEL SIMULADOR

La máquina “Simulador” puede identificarse como la que está situada en el taller en la sala principal a mitad del segundo pasillo de color verde pintado en el suelo. Ver plano:



Dicha máquina descansa sobre sus patas apoyándose sobre una mesa sin ningún tipo de sujeción a esta. No hay que preocuparse del movimiento de esta máquina ya que no se provocan desequilibrios que puedan generar el movimiento debido a las vibraciones. Además una caja de metacrilato hace de pantalla de seguridad para evitar cualquier accidente en caso de que alguno de los tornillos de sujeción de los engranajes pudiese saltar.

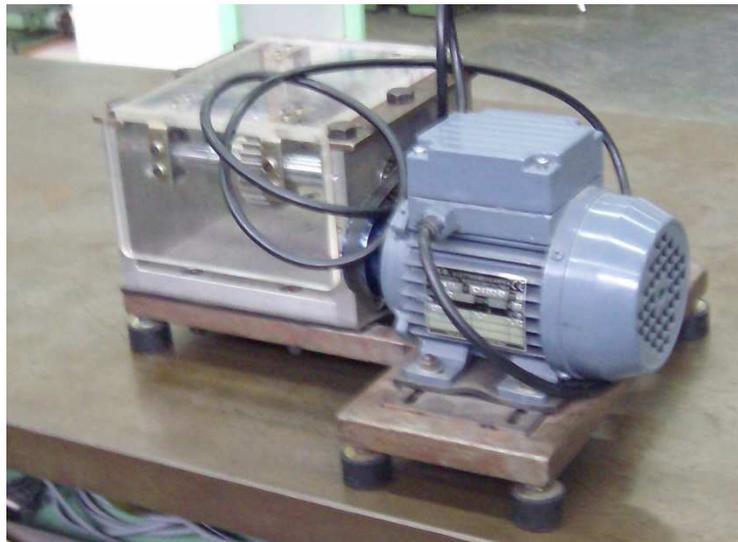


FIGURA 16: Máquina “Simulador”

### C1) CARACTERÍSTICAS Y POSIBILIDADES DEL SIMULADOR

Se trata de una máquina que consta de un motor y una caja de metacrilato en cuyo interior se encuentran dos ejes.

Según la disposición de la máquina, el motor transmite el movimiento al eje más lejano a éste por medio de una cinta de caucho tensada por dos poleas, la del motor y la de dicho eje. Cada uno de los dos ejes, se sustenta y rueda sobre los rodamientos de sus extremos encajados en las paredes laterales de metal.

Es por tanto el eje más lejano al motor el que queda fijo mientras que el más cercano es el que se intercambia sufriendo diversas variaciones.

Se considera que el eje que transmite el movimiento está en perfectas condiciones y el otro intercambiable tiene tres posibilidades:

- a. El eje está en perfectas condiciones
- b. El eje tiene un engranaje roto
- c. El eje contiene uno de sus rodamientos laterales dañado

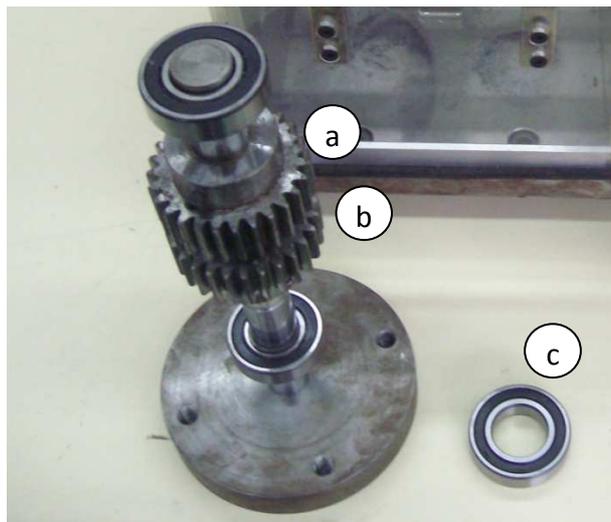


FIGURA 17: Máquina "Simulador" con sus posibilidades

Para poder simular estas 3 situaciones lo que se hace es:

- Colocar un eje con los rodamientos correctos y dos engranajes, uno correcto y otro dañado engranando con el eje transmisor del movimiento el que convenga (situaciones a y b). *El volante puede estar o no montado pero no influye para nada en esta práctica ya que está equilibrado.*
- Dispone también otro eje con uno de sus rodamientos dañado (situación c).

***IMPORTANTE:*** Desconectar el enchufe de la corriente cuando no se vaya a usar el Simulador porque su interruptor es muy sensible

## 3. DESARROLLO

### 3.1. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN LA AFILADORA

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- En cuanto a la Afiladora:
  - El punto designado para colocar el sensor piezoeléctrico con soporte magnético será el mismo para todos los casos de colocación de tornillos sobre la Afiladora
  - Aunque los agujeros del disco y los tornillos sean todos iguales es necesario colocarlos según la numeración indicada
- En cuanto al sensor:
  - El sensor deberá sujetarse en la posición que se indique para que recoja los datos
- En cuanto al Detector:
  - Verificar el estado de la batería
  - Asegurarse de que la configuración enviada al Detector corresponde con lo que se va a medir (comprobar estructura a través del interfaz del Detector)
- En cuanto al reparto de tareas:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (orden de las medidas, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el Detector II
  - Un alumno encargado de sujetar el sensor
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
- En cuanto a la toma de datos:
  - Se realizara una única medición de cada caso dispuesto sobre la máquina es decir, una medición para cada uno de los seis diferentes casos (sin tornillos, 1, 2, etc.)
  - Se anotará el orden de medición para que al volcar todos los datos al PC se identifique cada resultado con su correspondiente caso
  - Si tras realizar la medición alguno de los valores característicos no se ha medido (mover con las flechas hacia abajo tras terminar la medición para verlos) desechar la medición pulsando escape y repetirla
- En cuanto a los resultados:
  - La comparación de resultados se realizará respecto de los espectros tipo para poder identificar los fallos que describan las graficas tras volcar los datos al PC
  - La sujeción del sensor con la mano ejerciendo la fuerza justa para sujetarlo durante la medición no modifica los resultados obtenidos

## B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Volcar la configuración desde el Trendline II al Detector II (ya realizado)
- Verificar el estado de la batería
- Anotar la disposición de tornillos colocada sobre la Afiladora, amarre, etc.
- Conectar el cable del sensor al Detector mediante su entrada correspondiente
- Encender el Detector
- Seleccionar el punto de medida a través del interfaz del Detector pero no confirmar aún el comienzo de la medición
- Sujetar el sensor en posición vertical



Figura 18: Sujeción del sensor piezoeléctrico en la Afiladora

- Encender la Afiladora pulsando su botón central
- Confirmar el comienzo de la medición
- Tras la medición, el Detector pedirá confirmar la medición. Confirmar si así se desea
- Después, si se quiere realizar otra medición pulsar “Adjuntar medición” si no, pulsar escape y apagar el equipo
- Detener la Afiladora pulsando el botón central
- Realizar el cambio de disposición de los tornillos
- Vuelta a empezar hasta concluir los 6 casos
- Volcar los datos del Detector al Trendline mediante el cable de conexión de 9 pines
- Comparar los datos obtenidos con los espectros tipo del anexo final

### 3.2. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN LA MÁQUINA NUEVA

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- En cuanto a la Máquina Nueva:
  - El punto designado para colocar el sensor piezoeléctrico con soporte magnético será el mismo para todos los diferentes módulos que se coloquen en la máquina
  
- En cuanto al sensor:
  - El sensor deberá sujetarse en la posición que se indique para que recoja los datos correctamente
  - Asegurarse de que la configuración enviada al Detector corresponde con lo que se va a medir (comprobar estructura a través del interfaz del Detector)
  
- En cuanto al reparto de tareas:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (orden de las medidas, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el Detector II
  - Un alumno encargado de sujetar el sensor
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
  
- En cuanto a la toma de datos:
  - Se realizara una única medición de cada diferente modulo colocado sobre la máquina es decir, una medición para cada uno de los cuatro casos (eje correcto, rodamiento dañado, disco con tornillo en diámetro interior, exterior)
  - Si al realizar una medición ésta se sale de rango, el Detector avisará con un mensaje entonces, recolocar el sensor en un punto aproximado y volver a medir hasta que acepte la medición
  - Si tras realizar la medición alguno de los valores característicos no se ha medido (mover con las flechas hacia abajo tras terminar la medición para verlos) desechar la medición pulsando escape y repetirla
  - Se anotará el orden de medición para que al volcar todos los datos al PC se identifique cada resultado con su correspondiente caso
  
- En cuanto a los resultados:
  - La comparación de resultados se realizará respecto de los espectros tipo para poder identificar los fallos que describan las graficas tras volcar los datos al PC
  - La sujeción del sensor con la mano ejerciendo la fuerza justa para sujetarlo durante la medición no modifica los resultados obtenidos

## B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Volcar la configuración desde el Trendline II al Detector II (ya realizado)
- Verificar el estado de la batería
- Anotar el módulo colocado en la Máquina Nueva
- Conectar el cable del sensor al Detector mediante su entrada correspondiente
- Encender el Detector
- Seleccionar el punto de medida a través del interfaz del Detector pero no confirmar aún el comienzo de la medición
- Colocar el sensor en el punto marcado sujetándolo en posición horizontal y ejercer la fuerza justa para evitar que se mueva durante la medición



Figura 19: Sujeción del sensor piezoeléctrico en la Máquina Nueva

- Encender la Máquina Nueva pulsando el botón de color verde tras girar la seta de seguridad
- Confirmar el comienzo de la medición
- Tras la medición, el Detector pedirá confirmar la medición. Confirmar si así se desea
- Después, si se quiere realizar otra medición pulsar “Adjuntar medición” si no, pulsar escape y apagar el equipo
- Detener la Afiladora pulsando la seta de seguridad
- Realizar el cambio de disposición si procede
- Realizar la medición con el nuevo módulo
- Una vez recogidos todos los datos que interesen, volcarlos del Detector al Trendline mediante el cable de conexión de 9 pines
- Comparar los datos obtenidos con los espectros tipo del anexo final

### 3.3. ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN EL SIMULADOR

#### A) CONSIDERACIONES PREVIAS A LA MEDICIÓN:

- En cuanto al Simulador:
  - El punto designado para colocar el sensor piezoeléctrico con soporte magnético será el mismo para todos los diferentes módulos que se coloquen en la máquina
  
- En cuanto al sensor:
  - El sensor deberá sujetarse en la posición que se indique para que recoja los datos sin problema
  - Asegurarse de que la configuración enviada al Detector corresponde con lo que se va a medir (comprobar estructura a través del interfaz del Detector)
  
- En cuanto al reparto de tareas:
  - Un alumno encargado de encender y apagar la máquina
  - Un alumno que anote las condiciones de trabajo (orden de las medidas, hora, etc.) y recopile los resultados de las mediciones (croquis de la máquina, puntos de medición, resultados, etc.)
  - Un alumno encargado de manejar el Detector II
  - Un alumno encargado de sujetar el sensor
  - Un alumno que ponga o quite los elementos a montar o desmontar en la máquina según requiera la práctica
  
- En cuanto a la toma de datos:
  - Se realizara una única medición de cada diferente disposición del Simulador es decir, una medición para cada uno de los cuatro casos (eje correcto, engranaje roto y rodamiento dañado)
  - Si al realizar una medición ésta se sale de rango, el Detector avisará con un mensaje entonces, recolocar el sensor en un punto aproximado y volver a medir hasta que acepte la medición
  - Si tras realizar la medición alguno de los valores característicos no se ha medido (mover con las flechas hacia abajo tras terminar la medición para verlos) desechar la medición pulsando escape y repetirla
  - Se anotará el orden de medición para que al volcar todos los datos al PC se identifique cada resultado con su correspondiente caso
  
- En cuanto a los resultados:
  - La comparación de resultados se realizará respecto de los espectros tipo para poder identificar los fallos que describan las graficas tras volcar los datos al PC
  - La sujeción del sensor con la mano ejerciendo la fuerza justa para sujetarlo durante la medición no modifica los resultados obtenidos

## B) REALIZACIÓN DE LA MEDICIÓN:

- Volcar la configuración desde el Trendline II al Detector II (ya realizado)
- Verificar el estado de la batería
- Anotar la disposición del Simulador (si es eje correcto, engranaje...)
- Conectar el cable del sensor al Detector mediante su entrada correspondiente
- Encender el Detector
- Seleccionar el punto de medida a través del interfaz del Detector pero no confirmar aún el comienzo de la medición
- Colocar el sensor en el punto marcado sujetándolo en posición vertical y ejercer la fuerza justa para evitar que se mueva durante la medición



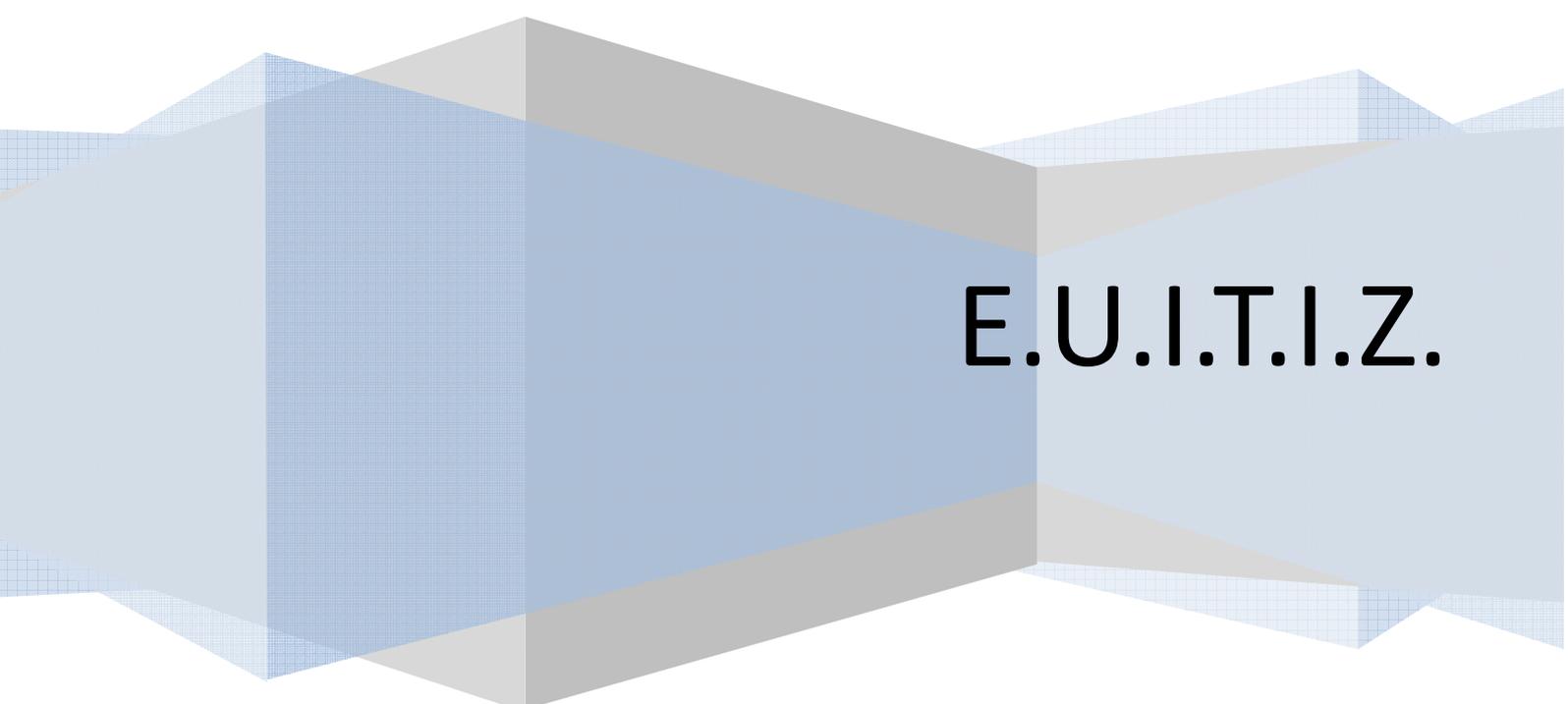
Figura 20: Sujeción del sensor piezoeléctrico en el Simulador

- Encender el Simulador pulsando el interruptor tras conectar el cable a la red
- Confirmar el comienzo de la medición
- Tras la medición, el Detector pedirá confirmar la medición. Confirmar si así se desea
- Después, si se quiere realizar otra medición pulsar “Adjuntar medición” si no, pulsar escape y apagar el equipo
- Detener la Afiladora pulsando el interruptor y desconectando el cable de la red
- Realizar el cambio de disposición si procede
- Realizar la medición con la nueva disposición
- Una vez recogidos todos los datos que interesen, volcarlos del Detector al Trendline mediante el cable de conexión de 9 pines
- Comparar los datos obtenidos con los espectros tipo del anexo final

PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO

# CONJUNTO

Manual del alumno. Capítulo VI



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

1. OBJETIVO .....	1
2. DESCRIPCIÓN .....	2
2.1. ÚTILES, HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA A UTILIZAR .....	2
2.2. ELEMENTOS NORMALIZADOS Y NO NORMALIZADOS DEL CONJUNTO .....	4
2.3. DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO .....	6
3. DESARROLLO .....	12
3.1. DESMONTAJE DEL SUBCONJUNTO DERECHO .....	12
3.2. MONTAJE DEL SUBCONJUNTO DERECHO .....	25
3.3. DESMONTAJE DE SUBCONJUNTO DERECHO .....	36
3.4. MONTAJE DEL CONJUNTO DERECHO .....	46

# 1. OBJETIVO

Los objetivos de la práctica son los siguientes:

- Identificar varios útiles y herramientas y aprender su manejo
- Conocer algunos elementos y piezas básicas que habitualmente suelen disponerse sobre cualquier tipo de conjunto mecánico
- Conocer la parte mecánica de interior de un reductor y manipular algunos de sus elementos
- Aprender y realizar técnicas de montaje y desmontaje manual de los elementos que componen el conjunto

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. ÚTILES, HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA A UTILIZAR

#### A) HERRAMIENTAS DE MANO A EMPLEAR

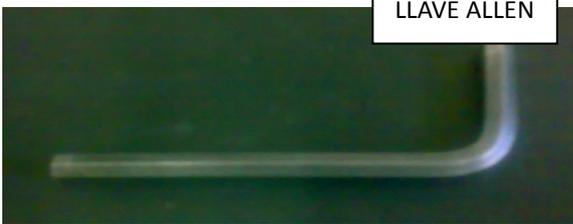
LLAVE FIJA



LLAVE AJUSTABLE



LLAVE ALLEN



LLAVE DE GANCHO



ALICATES DE PRESIÓN BOCAS RECTAS



DESTORNILLADOR PLANO



BOTADOR



CORTAFRÍOS



ALICATES GRUPILLAS EXTERIORES



ALICATES GRUPILLAS INTERIORES



MARTILLO



MAZA DE PLÁSTICO



## B) ÚTILES A EMPLEAR

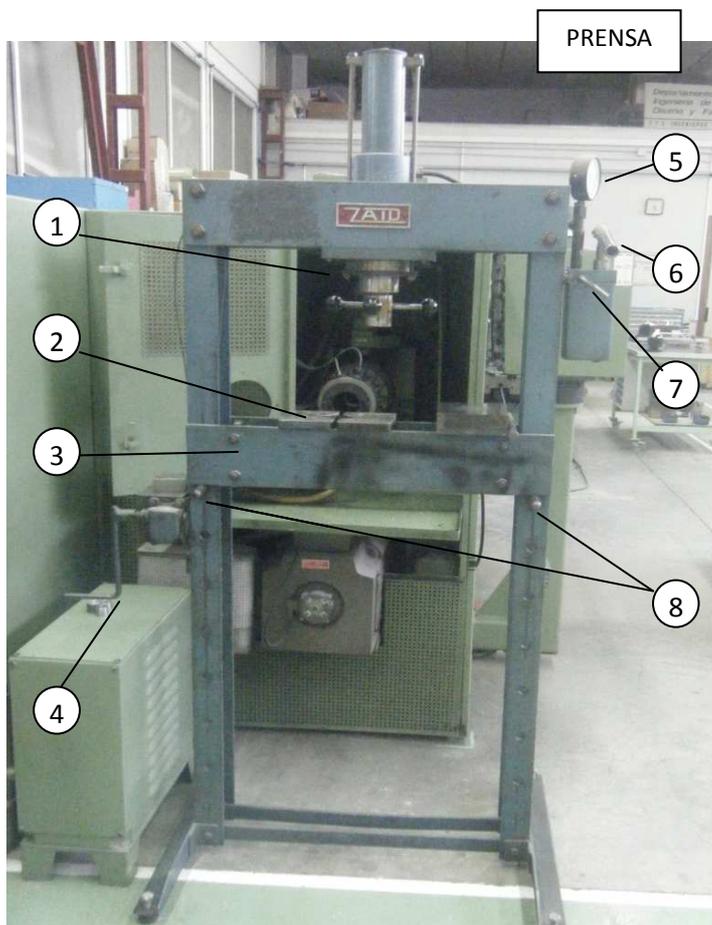


TORNILLO DE BANCO



EXTRACTOR UNIVERSAL DE 3 BRAZOS

## C) MÁQUINARIA A UTILIZAR

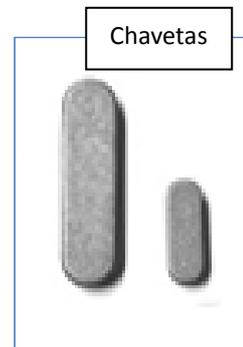


PRENSA

1. Émbolo
2. Bloques para apoyar elementos en prensa
3. Bancada
4. Manivela para subir/bajar la prensa
5. Manómetro de presión
6. Palanca para bajar el émbolo con presión
7. Manivela para ejercer/liberar presión
8. Pasadores de sujeción de la bancada

## 2.2. ELEMENTOS NORMALIZADOS Y NO NORMALIZADOS DEL CONJUNTO

### A) ELEMENTOS NORMALIZADOS



B) ELEMENTOS NO NORMALIZADOS



## 2.3. DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO

### A) BREVE DESCRIPCIÓN GLOBAL

El conjunto total de la práctica se divide en dos subconjuntos y un elemento central de unión de éstos:

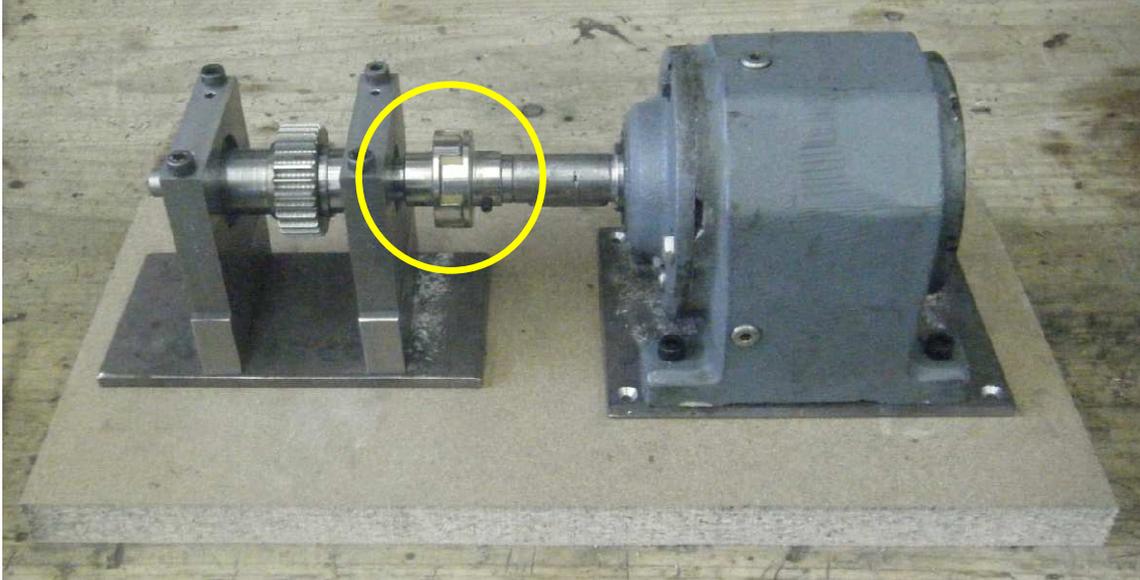
Subconjunto izquierdo. Se identifica como un eje sustentado por dos apoyos sobre el que van colocados una serie de elementos:



Subconjunto derecho. Se identifica como un reductor con un eje saliente hacia el centro del montaje total:



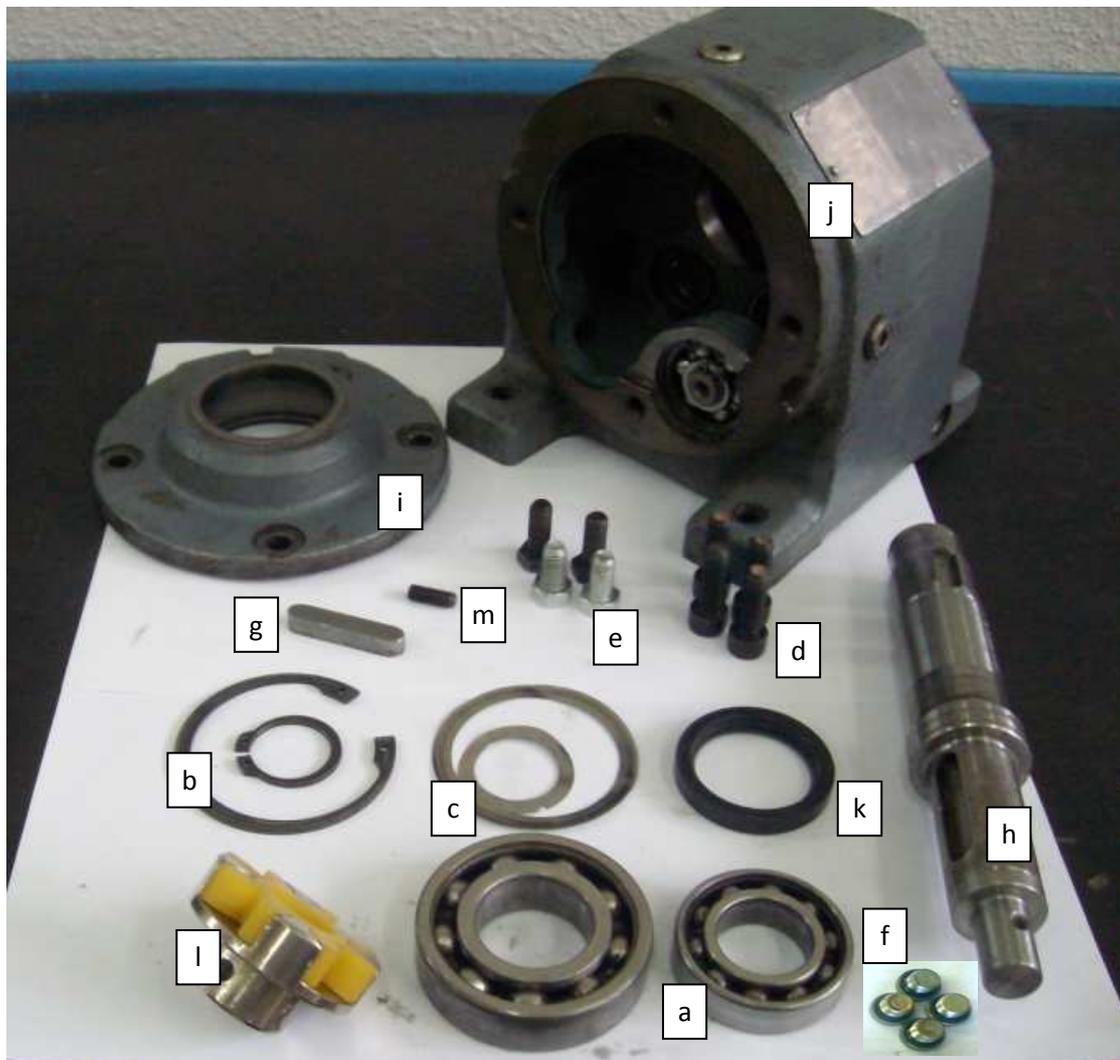
Elemento central. Se trata de un acoplamiento elástico tipo Rotex capaz de transmitir el movimiento entre las partes izquierda y derecha del conjunto, absorbiendo las desalineaciones entre ambos ejes y amortiguando las vibraciones de giro que pudieran darse:



## B) ELEMENTOS A MANIPULAR CLASIFICADOS POR PARTES

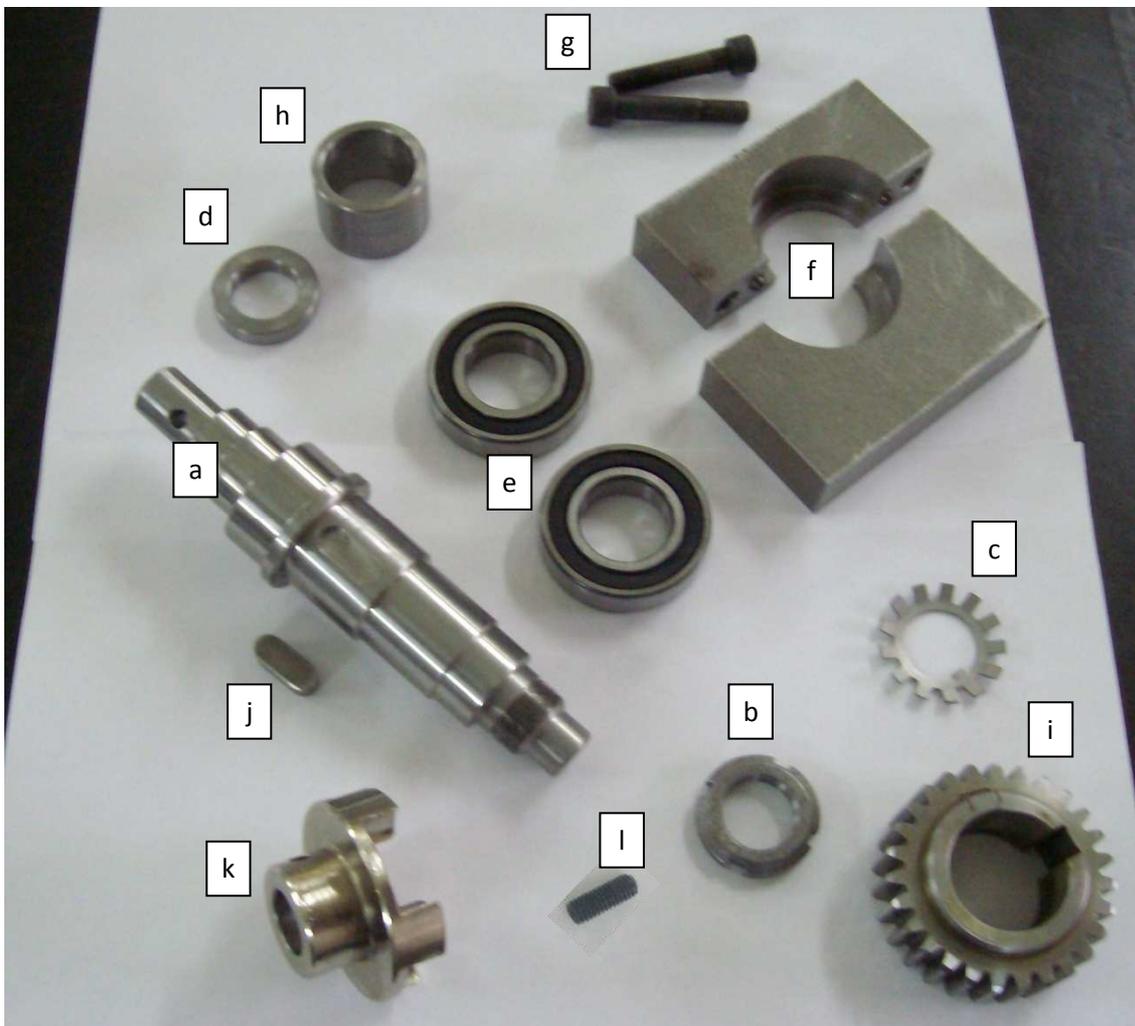
## B1) SUBCONJUNTO DERECHO. LISTADO DE ELEMENTOS A EXTRAER COLOCAR

- a. 2 Rodamientos rígidos de bolas (grande y pequeño)
- b. 2 Anillos elásticos de seguridad o grupillas (interior y exterior)
- c. 2 Anillos finos de acero (grande y pequeño)
- d. 4 Tornillos de cabeza redonda (sujeción reductor/base)
- e. 4 Tornillos de cabeza hexagonal (sujeción de la tapeta)
- f. 4 Tornillos de cabeza redonda (para lubricación del interior del reductor)
- g. 1 Chaveta (del eje principal del reductor)
- h. 1 Eje
- i. 1 Tapeta
- j. 1 Carcasa
- k. 1 Retén
- l. 1 Mangón (del acoplamiento elástico tipo Rotex)
- m. 1 Tornillo prisionero sin cabeza (unión mangón/eje auxiliar)



## B2) SUBCONJUNTO IZQUIERDO. LISTADO DE ELEMENTOS A EXTRAER COLOCAR

- a. 1 Eje
- b. 1 Tuerca ranurada
- c. 1 Arandela de seguridad
- d. 1 Arandela mecanizada
- e. 2 Rodamientos rígidos a bolas
- f. 2 Soportes para rodamientos (extraer solo la parte de arriba)
- g. 2 Tornillos cabeza redonda de sujeción de la parte superior del soporte
- h. 1 Anillo separador o casquillo
- i. 1 Engranaje
- j. 1 Chavetas (sujeción del engranaje)
- k. 1 Mangón (del acoplamiento elástico tipo Rotex)
- l. 1 Pasador elástico (unión eje/acoplamiento)

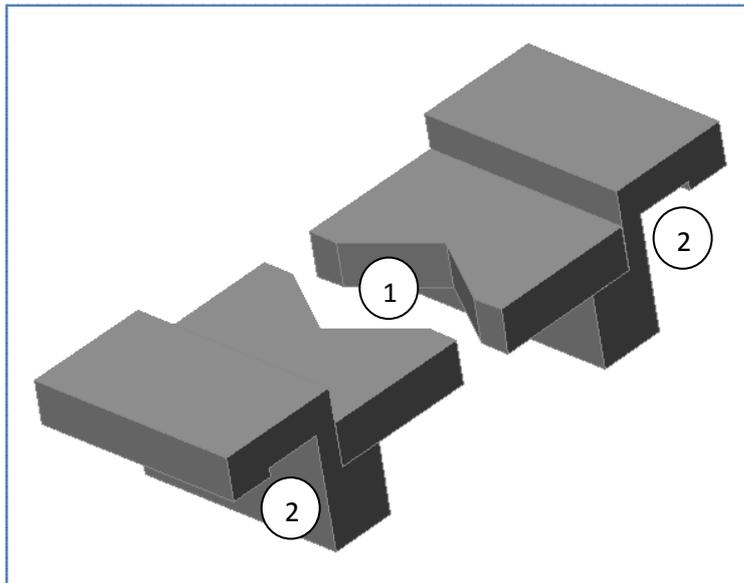


## B3) BLOQUES AUXILIARES

Para el montaje y extracción de algunos de los elementos del conjunto se han mecanizado una serie de bloques auxiliares que, con ayuda de la prensa, van a facilitar dicha labor. Para poder identificarlos, se ha adjuntado una imagen de los bloques con su correspondiente numeración:



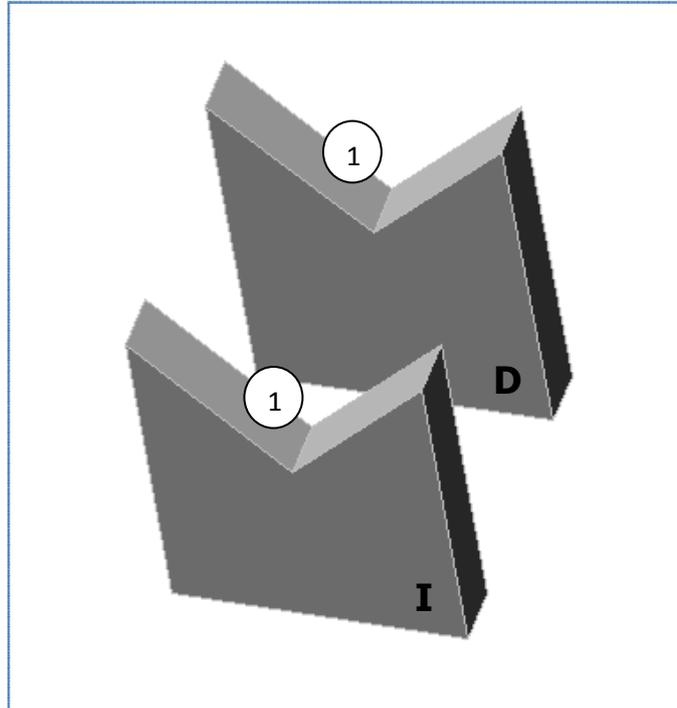
Además, durante la práctica se van a tener que colocar los ejes sobre el tornillo de banco para realizar operaciones de montaje o desmontaje. Para ello se dispone de unos soportes auxiliares de montaje que se colocan en el banco como se explica en la figura:



1. Zona de amarre del eje en posición vertical
2. Zona de apoyo sobre las mordazas del tornillo de banco

Y por último, se dispone también de un par de cuñas auxiliares que servirán de ayuda para sacar el pasador elástico que une el eje izquierdo con el mangón del acoplamiento (más adelante se detallará dicha operación).

La cuña "I" es algo más alta que la "D" ya que los dos diámetros del eje que se apoyan sobre éstas, son de distinto diámetro por lo que de esta forma, se conserva la horizontalidad del mismo



1. Zona de apoyo del eje sobre las cuñas

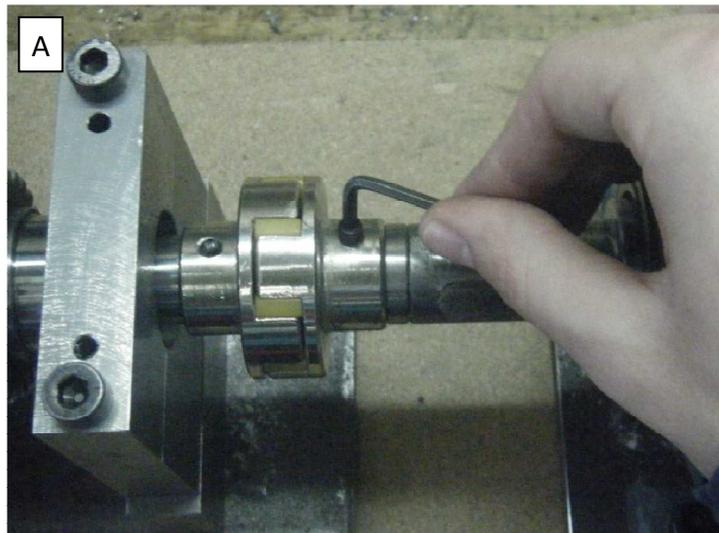
### 3. DESARROLLO

#### 3.1. DESMONTAJE DEL SUBCONJUNTO DERECHO

1. QUITAR TORNILLO PRISIONERO DEL MANGÓN DERECHO DEL ACOPLAMIENTO.

Útiles/Herramientas: llave Allen

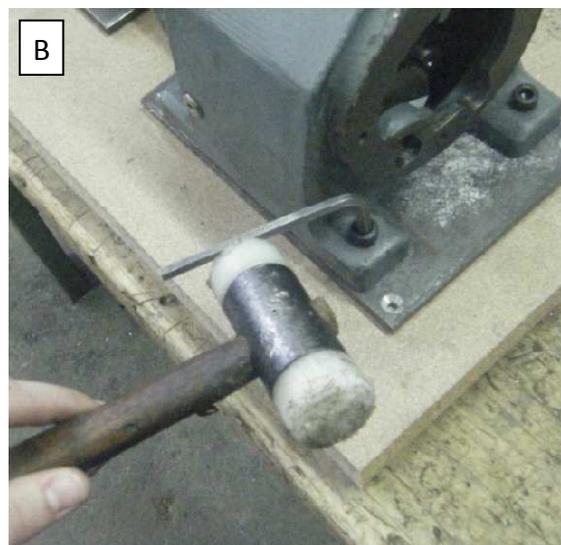
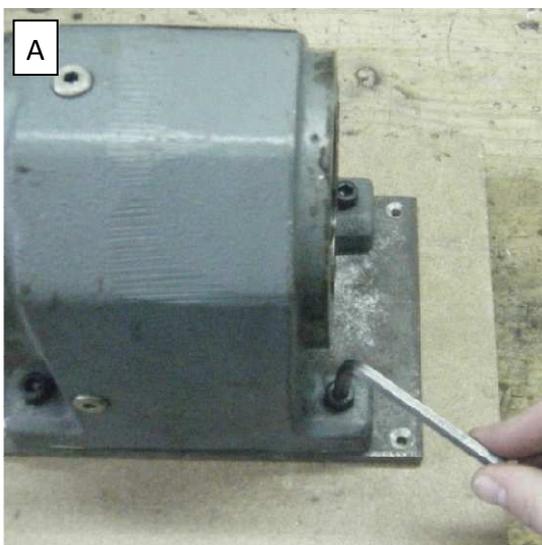
- A. Colocar la llave Allen como se indica en la figura y desenroscar el tornillo prisionero hasta que salga por completo de su alojamiento



2. LIBERAR EL REDUCTOR DE SU BASE METÁLICA.

Útiles/Herramientas: llave Allen, maza de plástico

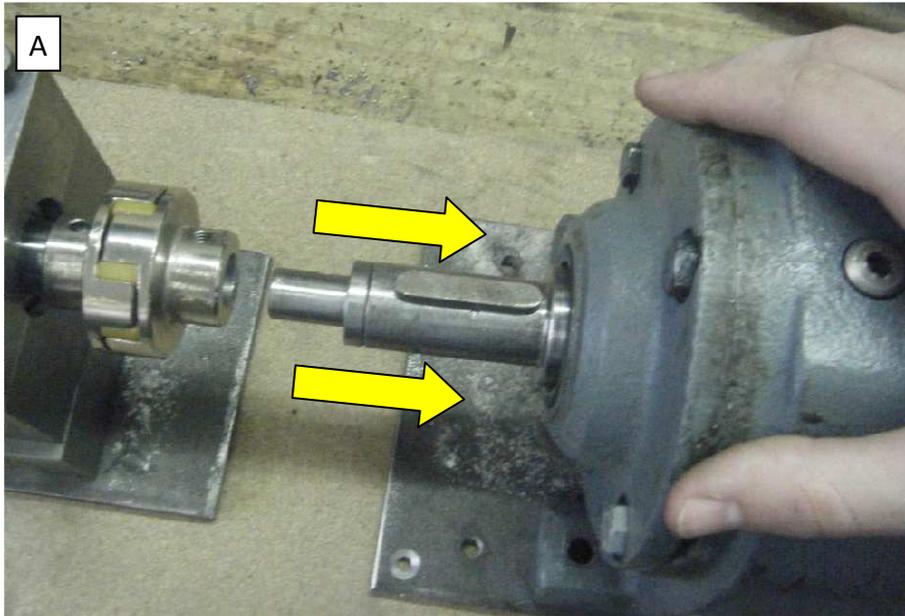
- A. Quitar los cuatro tornillos de sujeción del reductor con la base metálica
- B. Si es necesario, ayudarse de la maza de plástico para sacar los tornillos



### 3. SACAR EL REDUCTOR DE LA ZONA DEL CONJUNTO

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Arrastrar el reductor en dirección longitudinal al eje y hacia fuera de la zona del conjunto (no importa si sale el mangón derecho del acoplamiento al mismo tiempo)



### 4. SACAR EL MANGÓN DERECHO DEL ACOPLAMIENTO DEL EJE AUXILIAR

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Si el mangón no a salido al realizar el paso anterior, sacarlo con la mano de su posición inicial



**5. QUITAR EJE AUXILIAR (NO REALIZAR)**

Útiles/Herramientas: manualmente

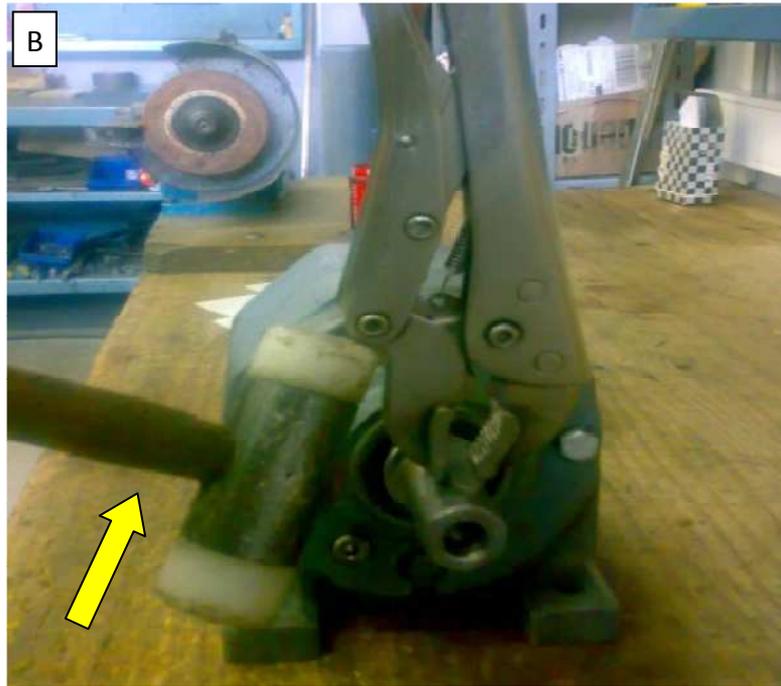
- A. Desenroscar el eje auxiliar acoplado al eje del reductor y sacarlo

**6. EXTRAER CHAVETA DEL EJE DEL REDUCTOR.**

Útiles/Herramientas: alicates de presión de bocas rectas

- A. Colocar las bocas rectas de los alicates de presión de forma que abracen a las caras laterales de la chaveta ajustando con la presión adecuada  
B. Golpear con la maza el alicate para que salga hacia arriba con la chaveta del eje auxiliar



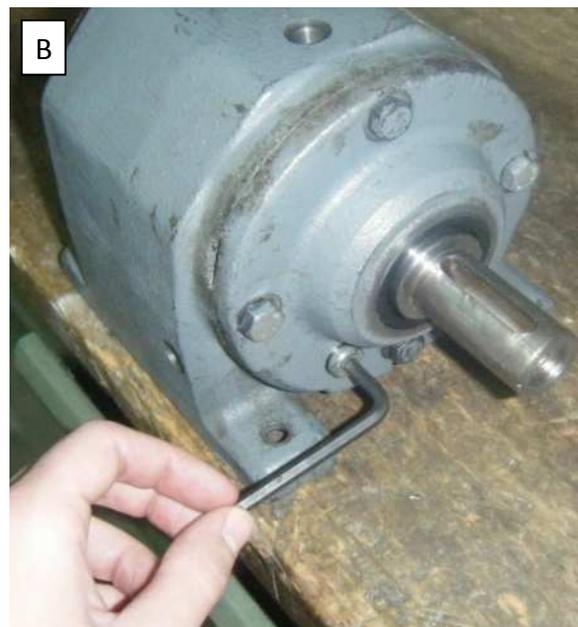


7. QUITAR 4 TORNILLOS DE CABEZA REDONDA (PARA LUBRICACIÓN DEL REDUCTOR).

Útiles/Herramientas: llave Allen

- A. Identificar 3 tornillos que se encuentran en el lateral de la carcasa del reductor y desenroscarlos con la correspondiente llave allen
- B. Identificar 1 tornillo de cabeza redonda en la tapeta del reductor y desenroscarlo con la correspondiente llave allen

*(Observar que estos 4 tornillos tienen cada uno una junta tórica en su cuello para hermetizar el cierre y evitar así la salida del lubricante)*



**8. QUITAR 4 TORNILLOS DE CABEZA HEXAGONAL (SUJECIÓN DE LA TAPETA).**

Útiles/Herramientas: llave fija

- A. Identificar los 4 tornillos que se encuentran en la tapeta del reductor y desenroscarlos con la correspondiente llave fija

**9. SEPARAR LA TAPETA DE LA CARCASA DEL REDUCTOR.**

Útiles/Herramientas: cortafríos, martillo

- A. Colocar la punta del cortafríos sobre la muesca mecanizada entre el lateral de la carcasa y la tapeta  
B. Golpear con el martillo el cortafríos hasta que la tapeta salte de la carcasa





#### 10. EXTRAER GRUPILLA EXTERIOR (PEQUEÑA).

Útiles/Herramientas: alicate para grupillas exteriores

- A. Colocar las puntas del alicate para grupillas en los interiores de los agujerillos de la grupilla  
Hacer fuerza para juntar los mangos del alicate y las puntas se irán abriendo hasta permitir extraer la grupilla



#### 11. SACAR ANILLO FINO DE ACERO PEQUEÑO.

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. El dimensionado del anillo con gran juego respecto al eje, permite extraerlo sin ninguna herramienta

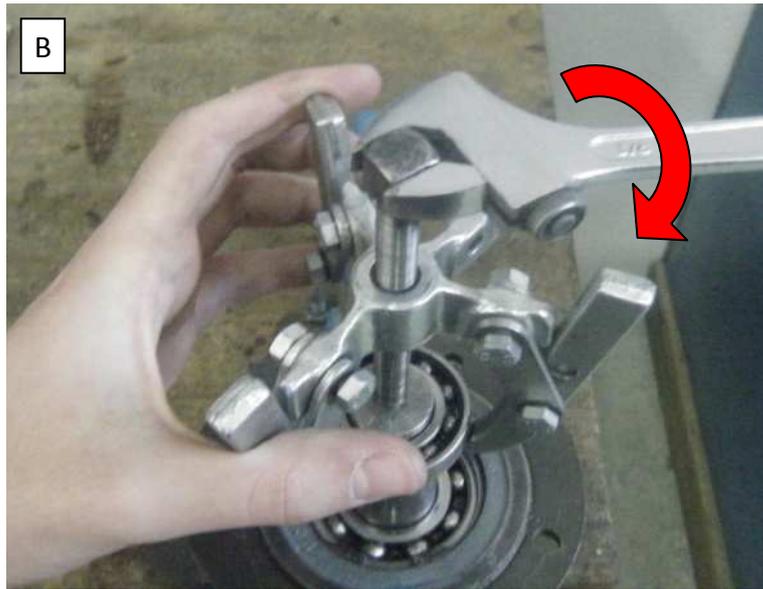


## 12. EXTRAER RODAMIENTO PEQUEÑO.

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, extractor universal de 3 brazos pequeño, llave ajustable pequeña

- A. Colocar el eje con el rodamiento sobre el tornillo de banco y sujetarlo de forma que la cara inferior de la tapeta descansa sobre las mordazas y el amarre se produzca en el eje.  
El husillo del extractor debe estar concéntrico con el eje dejando suficiente recorrido longitudinal para el desenroscado y así el rodamiento saldrá de una tirada.  
Asegurarse de que los tres brazos del extractor contactan con el aro exterior del rodamiento para que la fuerza quede equilibrada y evitar así torcer el rodamiento
- B. Desenroscar el tornillo del extractor (husillo) en sentido horario sujetando con la otra mano el extractor para que se mueva lo menos posible de su posición inicial durante el proceso
- C. Sacar el rodamiento cuando haya salido totalmente de su zona de interferencia con el eje





### 13. GRUPILLA INTERIOR (GRANDE).

Útiles/Herramientas: alicate para grupillas interiores

- A. Colocar las puntas del alicate para grupillas sobre los interiores de los agujerillos de la grupilla que se encuentra alojada en la tapeta
- B. Hacer fuerza para juntar los mangos del alicate hasta que el diámetro exterior de la grupilla se reduzca tanto como para salir de dicho alojamiento y sacarla



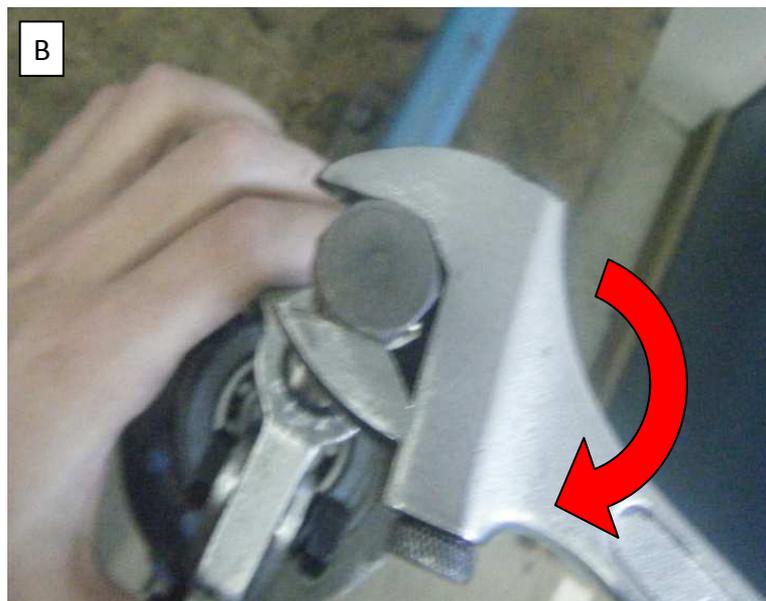
#### 14. LIBERAR EL EJE.

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, extractor universal de 3 brazos grande, llave ajustable grande

A. Colocar la tapeta con el eje en el tornillo de banco: la posición será tal que la parte más lisa de la tapeta mire hacia arriba y las mordazas del tornillo de banco sujeten el eje por el otro lado.

Colocar el extractor grande concéntrico con el eje para que sus tres brazos sujeten con la misma fuerza la tapeta por la parte de debajo, teniendo en cuenta el recorrido que debe dejarse para que la tapeta salga de una tirada. Para que la posición sea la correcta, el eje debe estar perfectamente en posición vertical alineado con el husillo del extractor

- B. Desenroscar el tornillo (husillo) del extractor en sentido horario sujetando con la otra mano el extractor para que se mueva lo menos posible de su posición inicial durante el proceso
- C. Comprobar que la tapa va saliendo con el rodamiento siendo éste último el que está en contacto con el eje
- D. Extraer la tapeta que saldrá junto con el rodamiento y el retén alojados en su interior quedando el eje sobre las mordazas del tornillo de banco. Aflojar las mordazas de tornillo de banco y sacar el eje



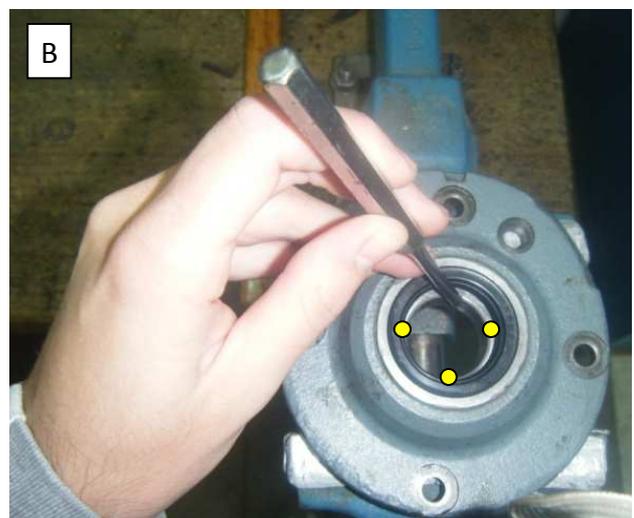
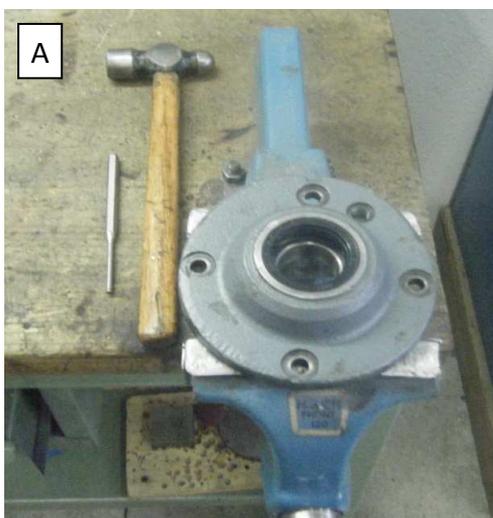


### 15. RODAMIENTO GRANDE.

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, botador, martillo

- A. Apoyar la tapeta que contiene el rodamiento y el retén sobre las mordazas del tornillo de banco con la parte más lisa mirando hacia abajo. La separación entre mordazas deberá ser mayor que el diámetro exterior del rodamiento (60 mm) para evitar que éste pegue con dichas mordazas al salir por la parte de abajo
- B. Con un punzón metálico apuntar 4 puntos (cada 90º) del anillo interior del rodamiento y golpear con firmeza pero sin excederse sobre dicho puntos con el martillo (el golpeo debe ser uniforme en los 4 puntos para evitar que el rodamiento se incline o se tuerza)
- C. Comprobar que el rodamiento va saliendo de la tapeta, si no es así, aumentar con cuidado la fuerza de golpeo del martillo (al salir, el rodamiento caerá por la parte de abajo al suelo, no poner la mano para cogerlo)

*(Es probable que el anillo fino de acero alojado tras el rodamiento caiga con éste, si no es así, realizar la operación 14)*





#### 16. ANILLO FINO DE ACERO GRANDE.

Útiles/Herramientas: manualmente

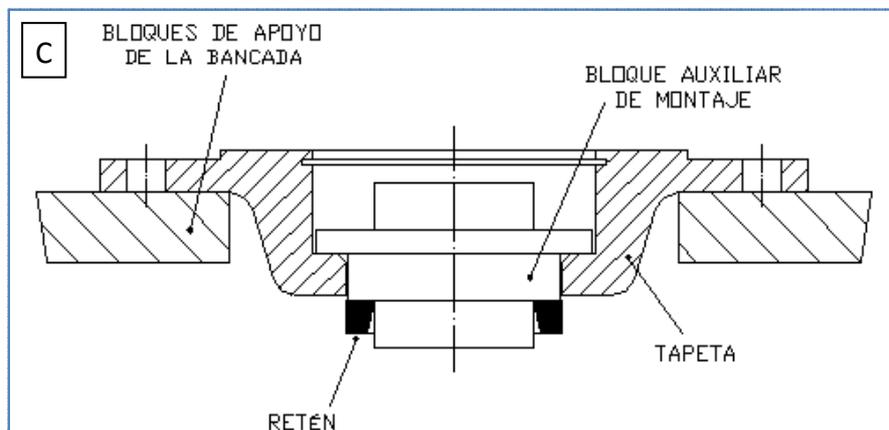
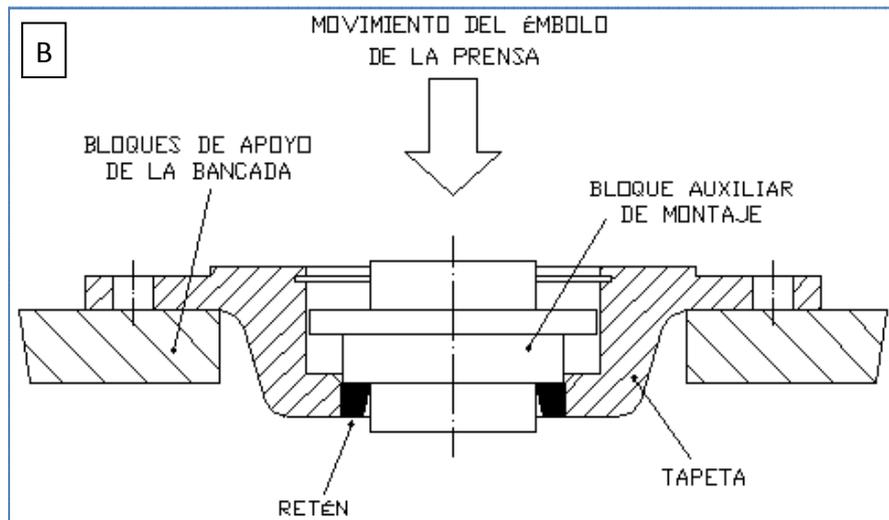
- A. El dimensionado del anillo con gran juego respecto del agujero de la tapeta, permite extraerlo sin ninguna herramienta



#### 17. RETÉN.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar nº 1

- A. Disponer los bloques de la prensa separados de forma que sus entallas se miren una a la otra
- B. Colocar la tapeta sobre los bloques de la bancada con el retén mirando hacia abajo en el hueco que se ha dejado.  
Colocar el bloque auxiliar de montaje en el interior de la tapeta centrándolo con el retén para que le empuje al bajar la prensa.  
Bajar el émbolo de la prensa y apuntar sobre el bulón sin hacer fuerza
- C. Empujar bajando la prensa para que el retén salga por abajo y poner la mano para cogerlo sin que caiga al suelo (croquis retén sacado)

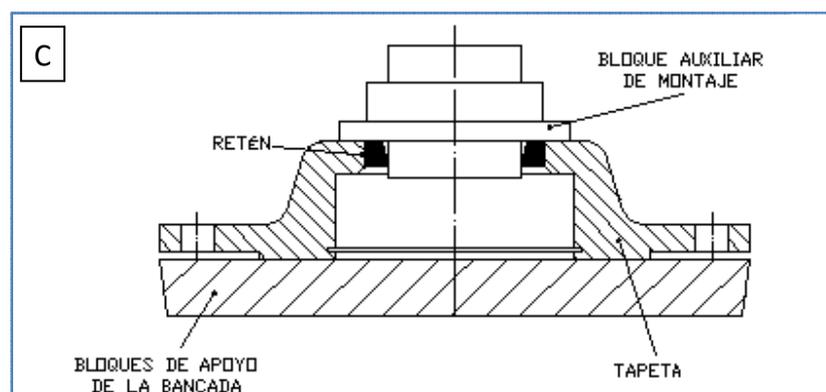
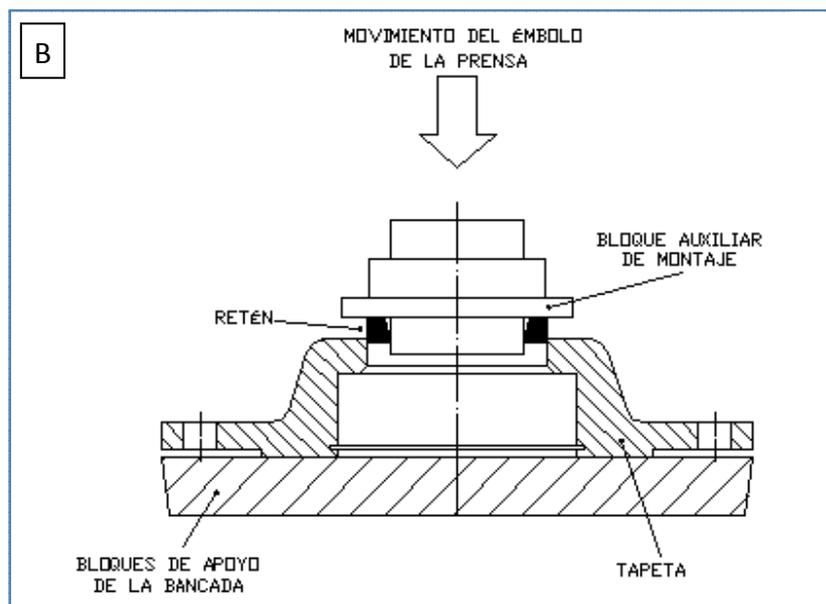


### 3.2. MONTAJE DEL SUBCONJUNTO DERECHO

#### 1. METER EL RETÉN EN LA TAPETA DEL REDUCTOR.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar nº 1

- A. Colocar los bloques de la bancada de la prensa uno junto al otro con sus entallas mirando hacia los lados
- B. Poner la tapeta encima de los bloques con la cara plana mirando hacia abajo.  
Colocar el retén con su boca mirando hacia arriba.  
Poner el bloque auxiliar de montaje como se indica en el croquis.  
Bajar el émbolo de la prensa y apuntar sin hacer fuerza
- C. Empujar bajando el émbolo hasta que el retén se introduzca en su agujero y la cara superior de éste quede al ras de la superficie de la tapeta



**2. COLOCAR ANILLO FINO DE ACERO GRANDE.**

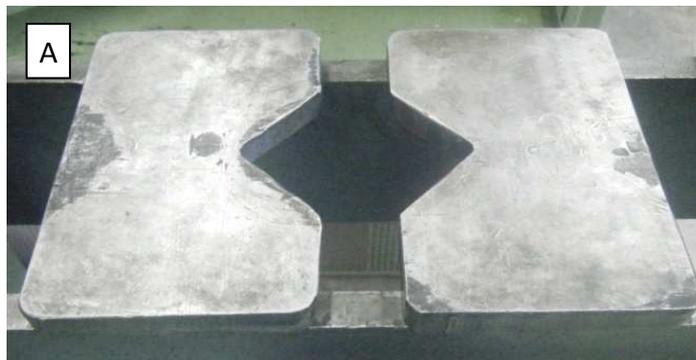
Útiles/Herramientas: manualmente

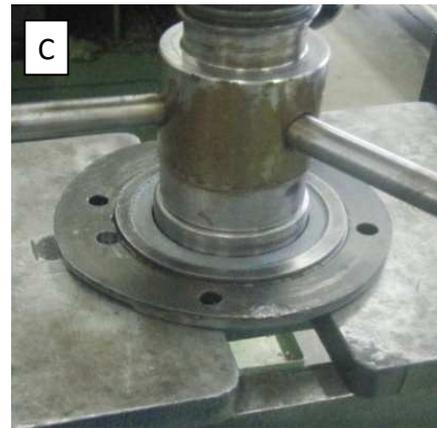
- A. Introducir el anillo fino de acero en el hueco de la tapeta hasta que haga tope con la pared del fondo del agujero

**3. METER RODAMIENTO GRANDE.**

Útiles/Herramientas: prensa

- A. Colocar los bloques de la bancada de la prensa de forma que las entallas se miren la una a la otra
- B. Poner la tapeta con la cara plana hacia arriba y apoyarla por su corona sobre los bloques  
Colocar el rodamiento en el interior del agujero de la tapeta tal que, la cara en la cual se ven las bolas, mire hacia arriba (*para poder permitir su lubricación desde dentro del reductor*)
- C. Bajar el émbolo de la prensa y apuntar sobre el rodamiento sin hacer fuerza
- D. Empujar bajando el émbolo hasta que la cara superior del rodamiento supere la ranura en la que irá alojada posteriormente la grupilla (habrá un momento en que el rodamiento caiga al interior de la tapeta, debido al mayor juego en el interior de la tapeta).  
Subir el émbolo y sacar



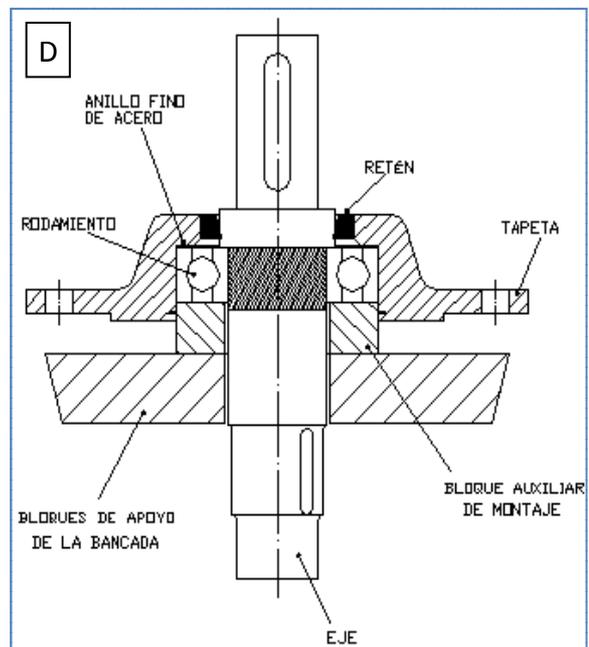
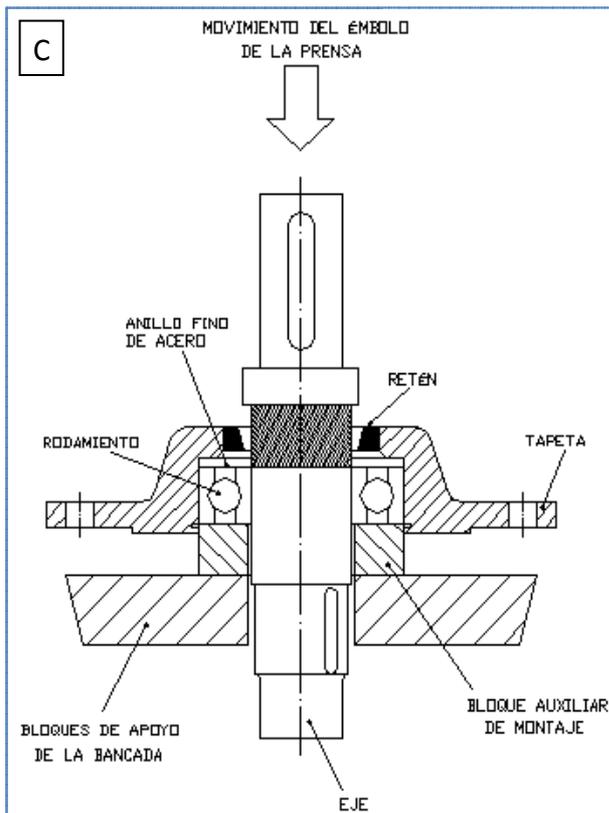
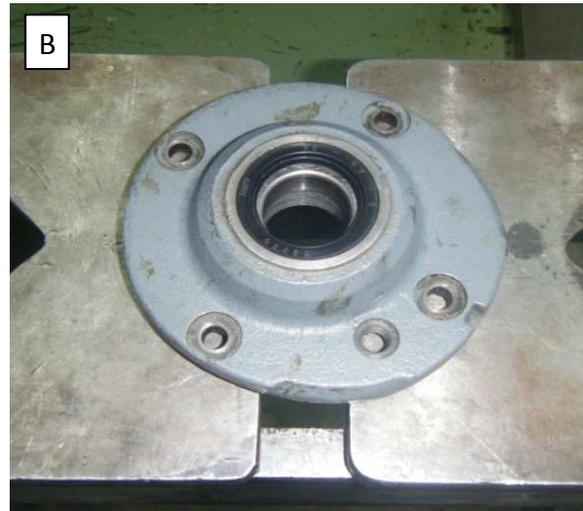


#### 4. METER EL EJE EN LA TAPETA.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar nº 3

→ *Bajar la bancada de la prensa al 2º nivel (explicaciones previas)*

- A. Colocar los bloques de la prensa separados de forma que las entallas miren hacia los lados.  
Poner el bloque auxiliar de montaje sobre los bloques de la bancada (el diámetro interior del bloque auxiliar de montaje debe coincidir con la separación entre los bloques de la bancada de la prensa)
- B. Colocar la tapeta para que se encaje encima del bloque auxiliar (intentar no mover la posición del bloque auxiliar al montar la tapeta)
- C. Meter el eje, por el lado del chavetero pequeño, por la cara de arriba de la tapeta. Bajar el émbolo de la prensa y apuntar sin hacer fuerza sobre la cara superior del eje
- D. Empujar bajando la prensa y meter el eje hasta que algo más de la mitad de su zona de mayor diámetro se introduzca en la tapeta (tener cuidado en no meter demasiado para no escachar el rodamiento del interior de la tapeta.  
Subir el émbolo y sacar



##### 5. GRUPILLA GRANDE.

Útiles/Herramientas: alicates para grupillas interiores

- A. Meter las puntas del alicate en la grupilla y reducir su diámetro hasta que quepa en el orificio de la tapeta
- B. Soltar la grupilla cuando se encuentre a la altura de la ranura practicada en el orificio

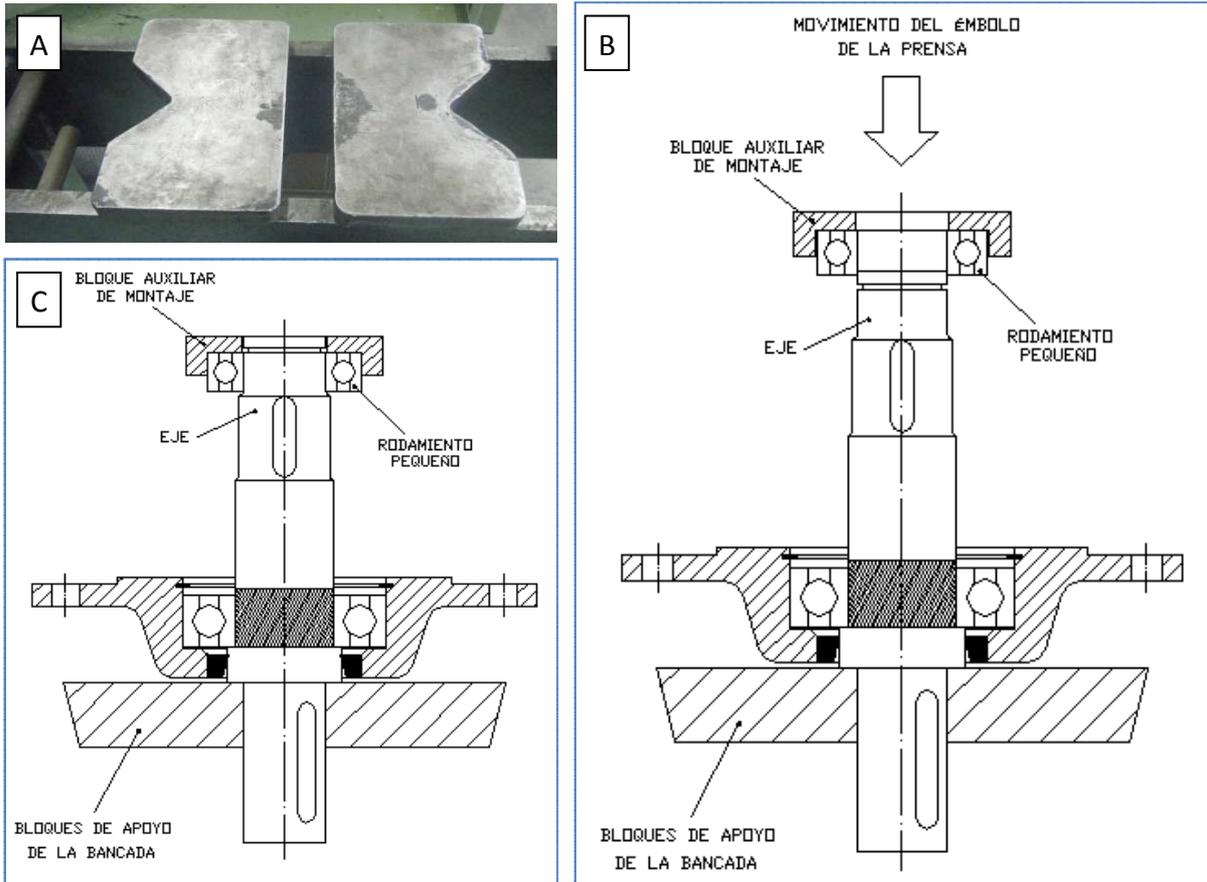


#### 6. COLOCAR RODAMIENTO PEQUEÑO.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar de montaje

→ *Bajar la bancada de la prensa al 2º nivel (explicaciones previas)*

- A. Colocar los bloques de la bancada separados tal que las entallas miren hacia los lados
- B. Disponer el eje-tapeta tal que la cara de la tapeta donde está el retén mire hacia abajo, y el eje, en su zona de mayor diámetro, se apoye por sus salientes sobre las aristas rectas de los bloques de la bancada quedando la tapeta por encima de éstos.  
Colocar el rodamiento sobre la parte superior del eje y encima de éste el bloque auxiliar de montaje que abrazará el rodamiento
- C. Bajar la prensa para empujar el bloque auxiliar hasta que su parte superior quede a ras de la cara superior del eje, así, quedará perfectamente colocado el rodamiento.  
Subir el émbolo y sacar



### 7. INTRODUCIR ANILLO FINO DE ACERO PEQUEÑO.

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Introducir el anillo fino de acero por el lado del eje donde se encuentra el rodamiento pequeño y juntarlo a éste para que quepa la grupilla en la ranura de delante



## 8. METER GRUPILLA PEQUEÑA

Útiles/Herramientas: alicate para grupillas exteriores

- A. Meter las puntas del alicate en la grupilla y hacer fuerza para agrandar su diámetro interior hasta que sea mayor que el diámetro del eje
- B. Soltar la grupilla cuando se ésta encuentre a la altura de la ranura practicada en el eje



## 9. ENCAJAR LA TAPETA EN LA CASCASA DEL ROTOR.

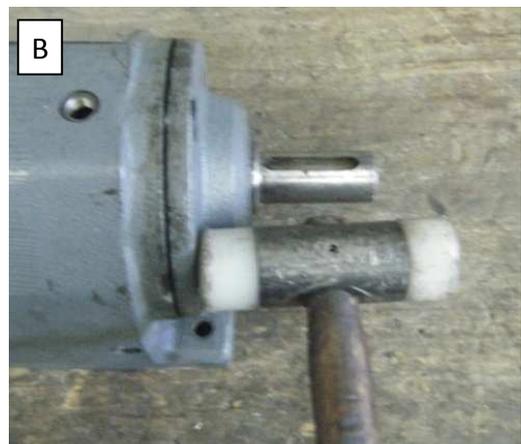
Útiles/Herramientas: maza de plástico

→ *Tener en cuenta que:*

- *La cara del reductor en la que se encaja la tapeta es la que tiene más cerca los tres roscados de la parte lateral*
- *La tapeta se introduce en el interior del reductor por el lado en que se encuentra el rodamiento pequeño*
- *La posición de encaje de la tapeta es tal que el agujero roscado para la lubricación quede en la zona inferior*
- *Los agujeros roscados de la carcasa deben coincidir perfectamente con los agujeros de la tapeta para poder colocar posteriormente los tornillos de sujeción*

Por tanto:

- A. Colocar la tapeta en la posición correcta según las consideraciones anteriores
- B. Golpear suavemente con la maza de plástico hasta solaparla a la carcasa del reductor



**10. ENROSCAR 4 TORNILLOS DE CABEZA HEXAGONAL DE SUJECIÓN DE LA TAPETA**

Útiles/Herramientas: llave fija

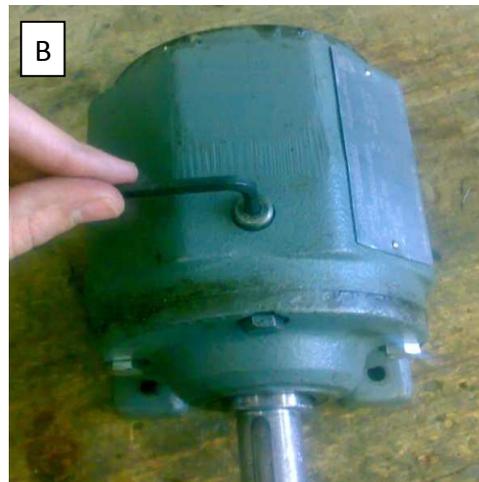
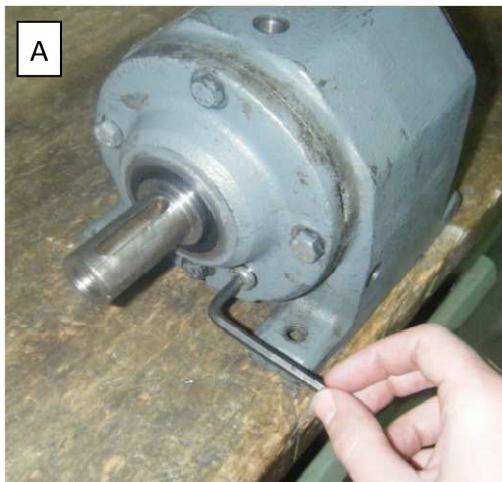
- A. Con llave fija o ajustable enroscar los 4 tornillos de cabeza hexagonal que sujetan la tapeta con la carcasa (apretar gradualmente cada tornillo para un atornillado homogéneo)

**11. COLOCAR 4 TORNILLOS DE CABEZA REDONDA DE LUBRICACIÓN**

Útiles/Herramientas: llave Allen

- A. Enroscar con llave allen el tornillo de cabeza redonda en el agujero de lubricación en la tapeta  
B. Enroscar los otros 3 tornillos de cabeza redonda en el lateral de la carcasa

*(La posición estratégica de estos tornillos permite lubricar el reductor independientemente de la posición en que éste se instale en un conjunto mayor)*



**12. INSERTAR LA CHAVETA EN EL EJE DEL REDUCTOR**

Útiles/Herramientas: maza de plástico

- A. Colocar la chaveta sobre el chavetero del eje que sale del reductor sin hacer fuerza para meterla del todo
- B. Terminar de introducir la chaveta golpeándola suavemente con la maza de plástico hacia el interior del chavetero

**13. COLOCAR EL MANGÓN DERECHO EN EL ACOPLAMIENTO.**

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Coger el mangón derecho el lado contrario a sus garras y encajarlo en el acoplamiento central



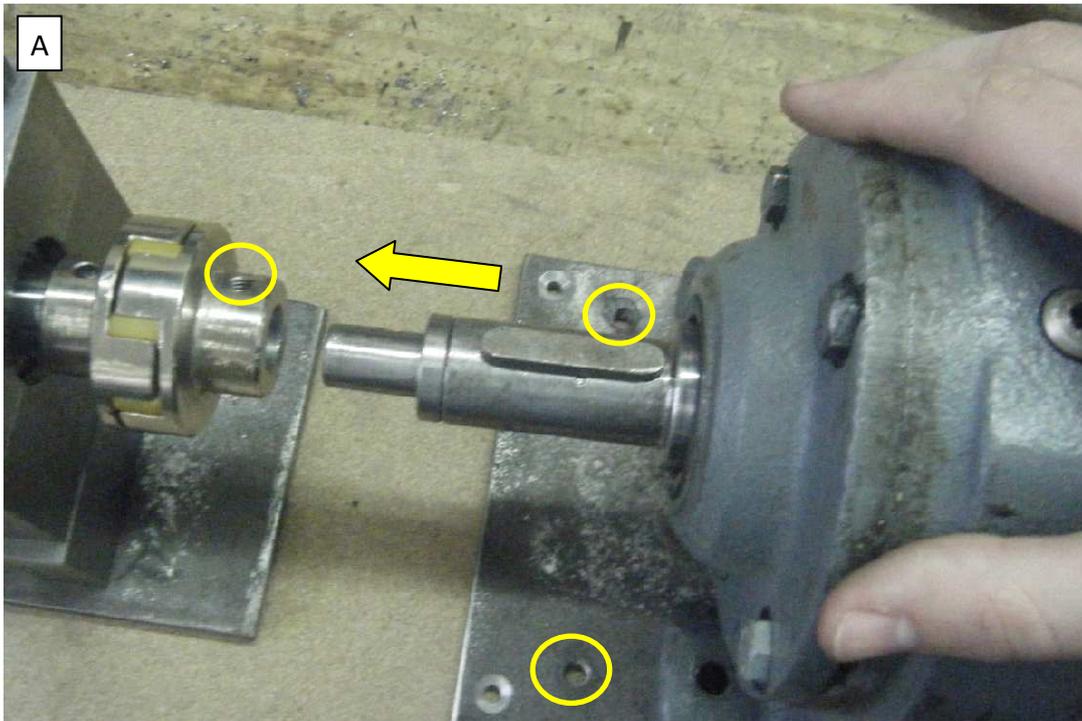
**14. POSICIONAMIENTO DE LA PARTE DERECHA PARA UNIRLO AL RESTO DEL CONJUNTO.**

Útiles/Herramientas: manualmente

**A. Colocar el reductor sobre su placa metálica soporte.**

Acercar el eje auxiliar del reductor al mangón derecho e introducirlo.

Al mismo tiempo que se mete el eje auxiliar en el mangón centrar los agujeros de las patas del reductor con los de la placa metálica así como el deleje auxiliar con el del mangón del acoplamiento

**15. AMARRAR EL REDUCTOR A LA PLACA METÁLICA.**

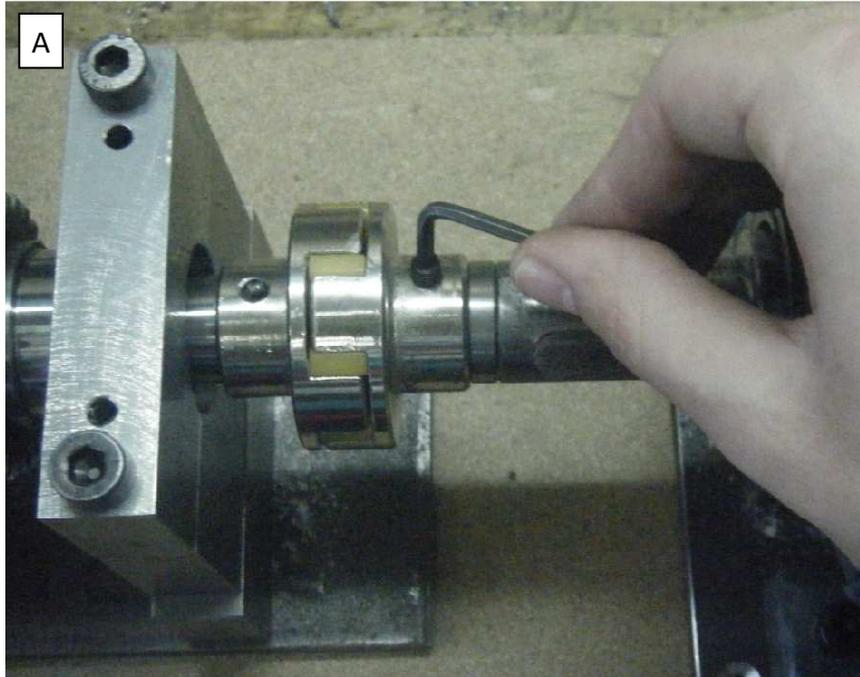
Útiles/Herramientas: llave Allen

**A. Comprobar el centrado de los agujeros de sujeción del reductor con los de la placa metálica y atornillar los 4 tornillos a ésta**

**16. FIJAR LA UNIÓN DEL EJE AUXILIAR CON EL MANGÓN DERECHO DEL ACOPLAMIENTO.**

Útiles/Herramientas: llave Allen

- A. Revisar el centrado del agujero pasante del mangón con el agujero ciego del eje auxiliar para que el tornillo prisionero enrosque bien en ambos.  
Meter el tornillo en el agujero sin llegar a apretarlo con demasiada fuerza



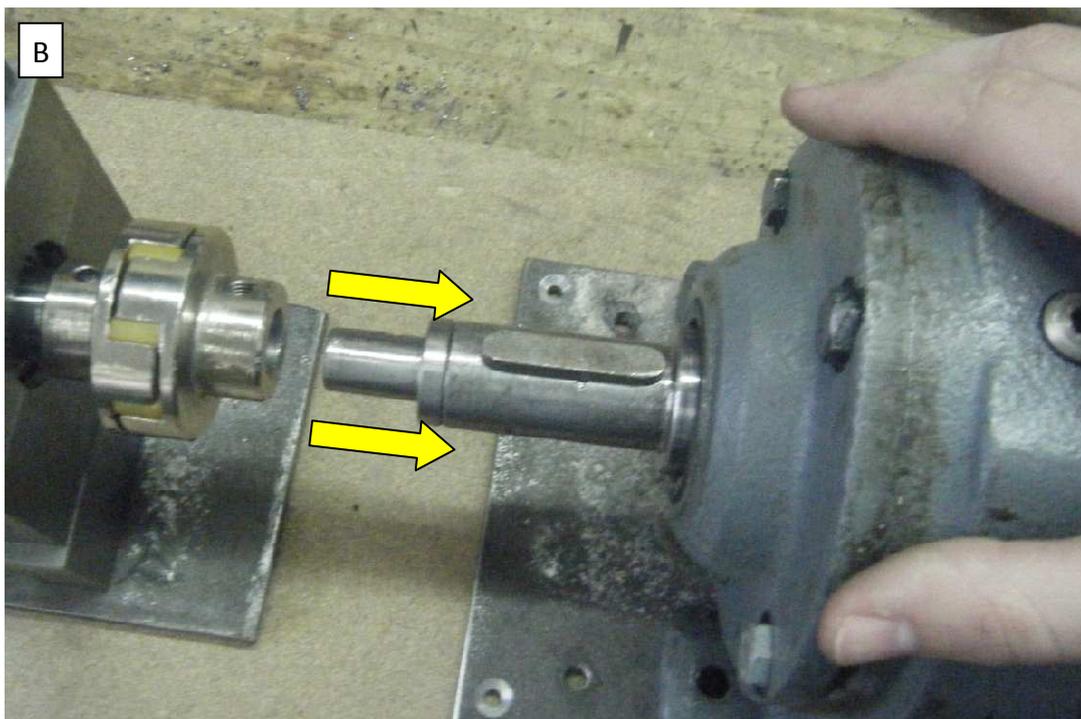
### 3.3. DESMONTAJE PARTE IZQUIERDA

#### 1. DESPLAZAR EL DEUCTOR PARA LIBERAR SUBCONJUNTO IZQUIERDO.

Útiles/Herramientas: llave Allen

- A. Desenroscar los 4 tornillos que sujetan el reductor a su base metálica
- B. Arrastrar el reductor con las manos hacia la derecha para que el eje izquierdo pueda salir hacia arriba al quitar la parte superior de sus apoyos

*(Aunque en la imagen el tornillo prisionero está quitado, no es necesario quitar lo para arrastrar el reductor)*

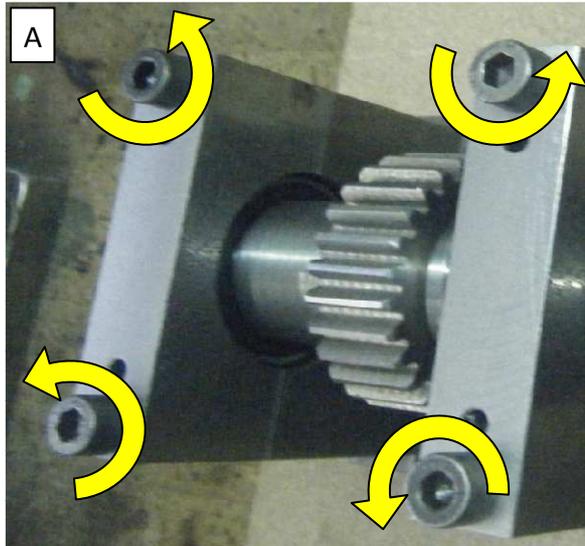


**2. SACAR LA PARTE SUPERIOR DE LOS SOPORTES DEL EJE DEL SUBCONJUNTO IZQUIERDO.**

Útiles/Herramientas: llave Allen, maza de plástico

- A. Desenroscar los 4 tornillos que sujetan la parte superior de los soportes a la inferior  
Sacar con la manos las dos partes superiores de los soportes (si no salen fácilmente, golpear con la maza de plástico en el perfil de dichas partes superiores para que se desencajen)

*Las partes inferiores de los dos soportes están fijadas a la placa metálica y no se desmontarán en la práctica.*

**3. SACAR EL EJE CON SUS ELEMENTOS FUERA DE LA ZONA DEL CONJUNTO.**

Útiles/Herramientas: punzón metálico, martillo

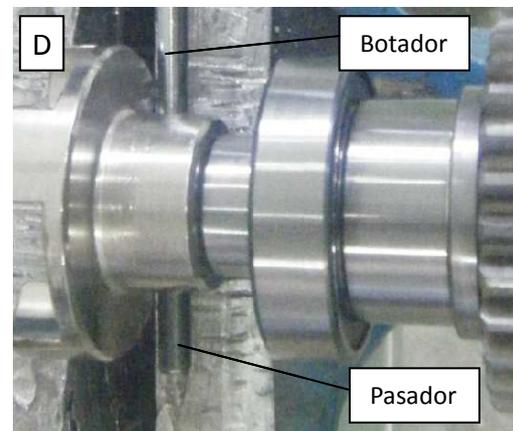
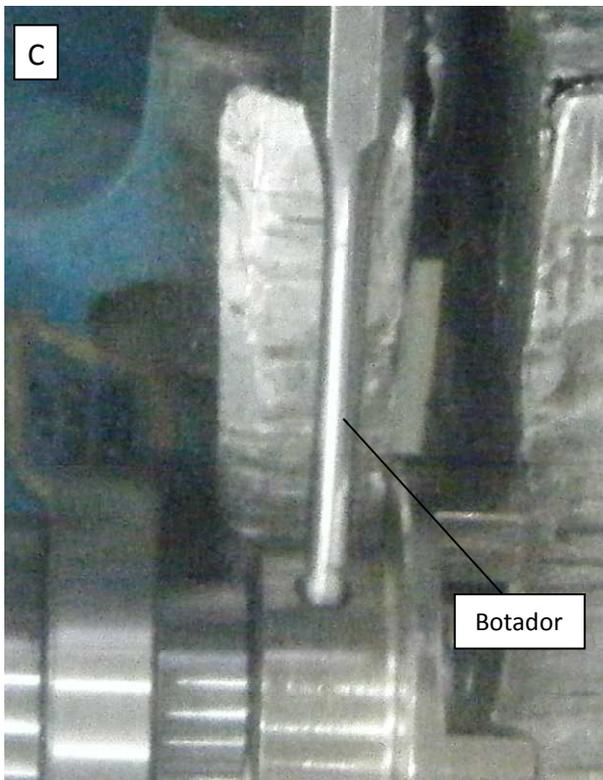
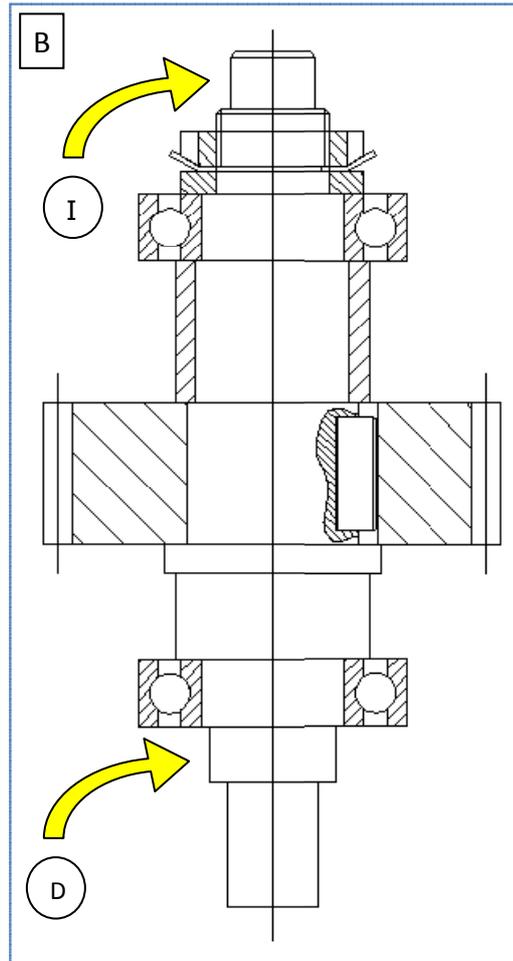
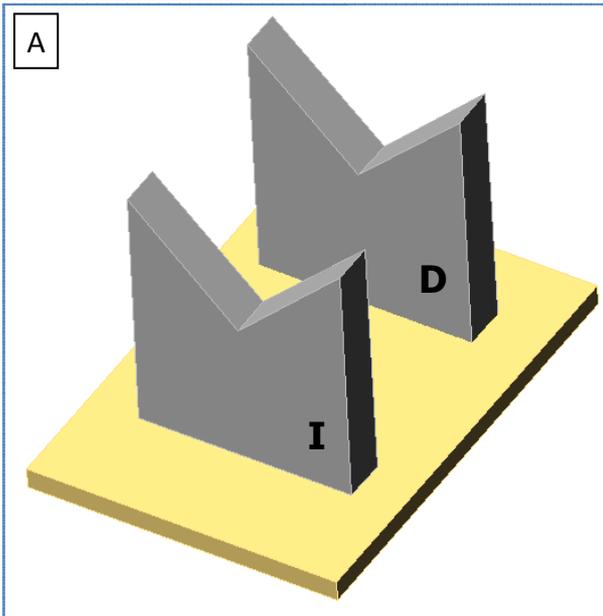
- A. Arrastrar el eje sobre los apoyos en dirección longitudinal y hacia el extremo  
Cuando el mangón pegue con el soporte más cercano al centro levantar el submontaje para sacarlo



## 4. SACAR EL MANGÓN DEL EJE DEL SUBCONJUNTO IZQUIERDO.

Útiles/Herramientas: cuñas auxiliares, botador  $\varnothing 5\text{mm}$ , martillo

- A. Colocar sobre una superficie plana las cuñas
- B. Disponer el eje del subconjunto izquierdo sobre las cuñas en los puntos indicado
- C. Apuntar con el botador sobre el agujero del mangón donde está alojado el pasador elástico
- D. Golpear con el martillo sobre el botador hasta que el pasador salga por el otro lado del agujero



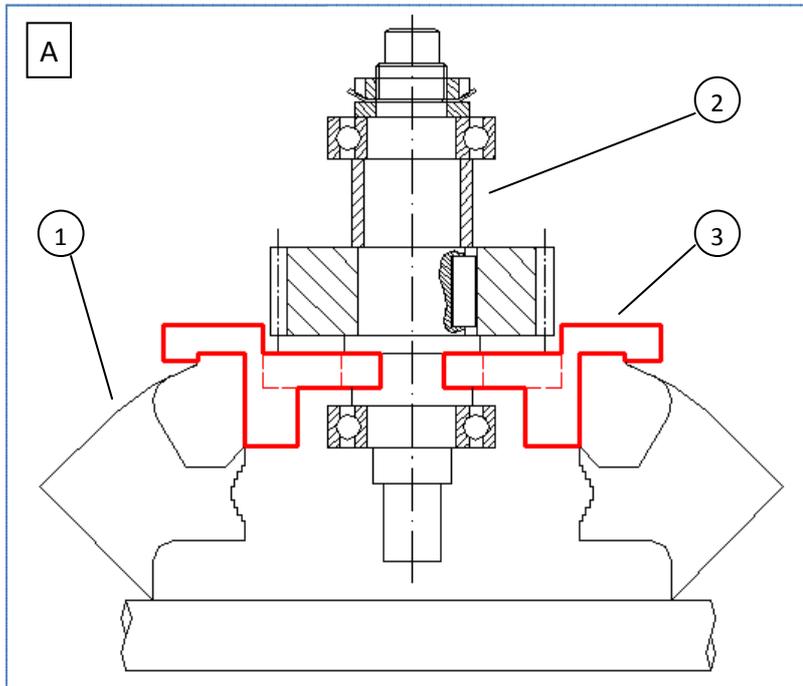
## 5. DISPOSICIÓN DEL SUBCONJUNTO IZQUIERDO SOBRE EL TORNILLO DE BANCO.

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, soportes auxiliares

## A. Colocar sobre el tornillo de banco los soporte de sujeción del eje

Colocar el subconjunto en posición vertical sobre las mordazas del tornillo de banco y con el extremo donde se encuentra la arandela mirando hacia arriba

Amarrar por la zona del eje indicada



1. Tornillo de banco

2. Eje subconjunto izquierdo

3. Soportes auxiliares

## 6. EXTRAER LA TUERCA RANURADA.

Útiles/Herramientas: llave de gancho

## A. Misma disposición del subconjunto sobre el tornillo de banco.

Desenroscar la tuerca ranurada, si es necesario, ayudarse de la llave de gancho.

No deshacer la disposición sobre el tornillo de banco



**7. QUITAR LA ARANDELA DE SEGURIDAD.**

Útiles/Herramientas: manualmente

**A. Misma disposición del subconjunto sobre el tornillo de banco.**

Sacar con la mano la arandela de seguridad alojada tras la tuerca a través de la ranura del eje.

No deshacer la disposición sobre el tornillo de banco

**8. SACAR ARANDELA GRUESA.**

Útiles/Herramientas: manualmente

**A. Misma disposición del subconjunto sobre el tornillo de banco.**

Sacar la arandela gruesa del eje arrastrándola hacia afuera de éste.

No deshacer la disposición sobre el tornillo de banco



## 9. EXTRAER RODAMIENTO TRAS ARANDELA GRUESA.

Útiles/Herramientas: extractor universal de 3 brazos pequeño, llave ajustable

*Por cuestiones de mecanizado, lo más probable es que este rodamiento pueda sacarse de forma manual, si no es así, realizar lo descrito a continuación.*

## A. Misma disposición del subconjunto sobre el tornillo de banco.

Colocar el extractor concéntrico con el eje dejando en el tornillo suficiente recorrido para que el rodamiento salga de una tirada, para ello tener en cuenta la anchura del rodamiento

Asegurarse de que los tres brazos del extractor contactan con el aro exterior del rodamiento para que la fuerza quede equilibrada y evitar así torcer el rodamiento

## B. Desenroscar el tornillo del extractor hasta que el rodamiento salga completamente del eje.

No deshacer la disposición sobre el tornillo de banco



**10. SACAR EL CASQUILLO.**

Útiles/Herramientas: manualmente

A. Misma disposición del subconjunto sobre el tornillo de banco.

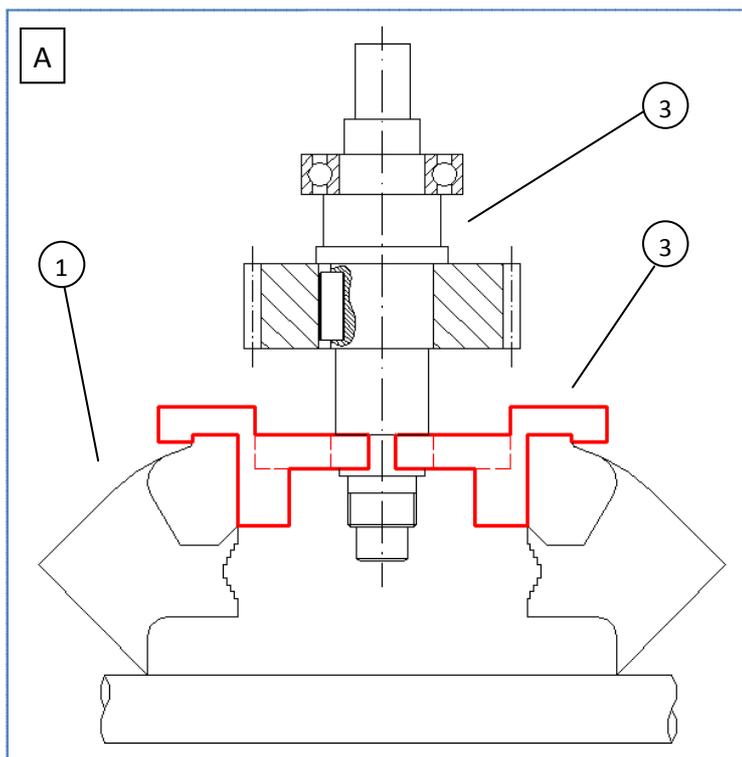
Arrastrar el casquillo en dirección longitudinal manualmente (el juego entre casquillo y eje permite dicha operación).

Aflojar las mordazas y sacar el eje del tornillo de banco

**11. CAMBIO DE DISPOSICIÓN DEL EJE SOBRE EL TORNILLO DE BANCO.**

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, soportes auxiliares

A. Colocar el eje según la disposición de la figura y amarrarlo por la zona donde se extrajo el último rodamiento (objetivo: favorecer la salida del engranaje)



1. Tornillo de banco

2. Eje subconjunto izquierdo

3. Soportes auxiliares

**12. SACAR EL ENGRANAJE.**

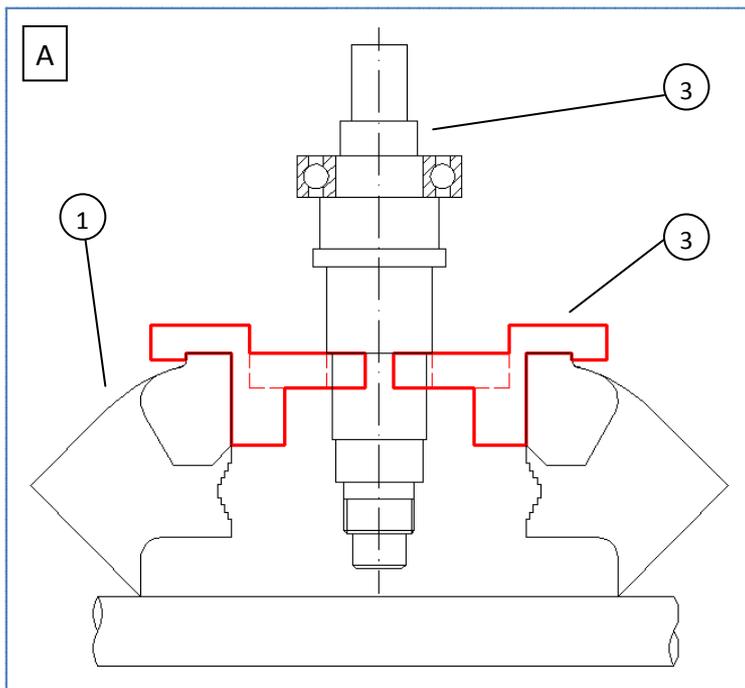
Útiles/Herramientas: maza de plástico

- A. Liberar el eje del amarre anterior y colocarlo sobre el banco como indica la imagen
- B. Sujetar con la mano el eje por debajo y golpear con el martillo sobre el otro extremo para que salga el eje y el engranaje quede sobre el banco.
- C. La chaveta del engranaje saltará una vez se libere el engranaje o si no sacarla con la mano

**13. CAMBIO DE DISPOSICIÓN DEL EJE SOBRE EL TORNILLO DE BANCO.**

Útiles/Herramientas: tornillo de banco, soportes para sujeción del eje

- A. Colocar el eje según la disposición de la figura y amarrarlo por la zona donde se extrajo el casquillo (objetivo: mejorar la sujeción para extraer el rodamiento)



1. Tornillo de banco
2. Eje subconjunto izquierdo
3. Soportes auxiliares

#### 14. EXTRAER RODAMIENTO.

Útiles/Herramientas: extractor universal de 3 brazos pequeño

- A. Colocar el extractor concéntrico con el eje dejando en el tornillo suficiente recorrido para que el rodamiento salga de una tirada, para ello tener en cuenta la anchura del rodamiento.  
Asegurarse de que los tres brazos del extractor contactan con el aro exterior del rodamiento para que la fuerza quede equilibrada y evitar así torcer el rodamiento
- B. Desenroscar el tornillo del extractor hasta que el rodamiento salga completamente del eje

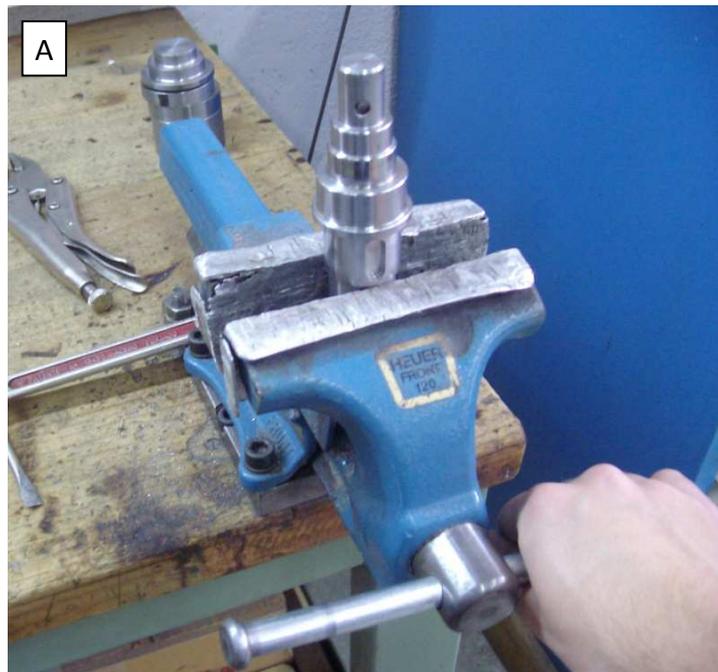




15. LIBERAR EL EJE.

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Aflojar las mordazas del tornillo de banco sujetando por la parte de abajo el eje para que no caiga al suelo  
Extraer el eje

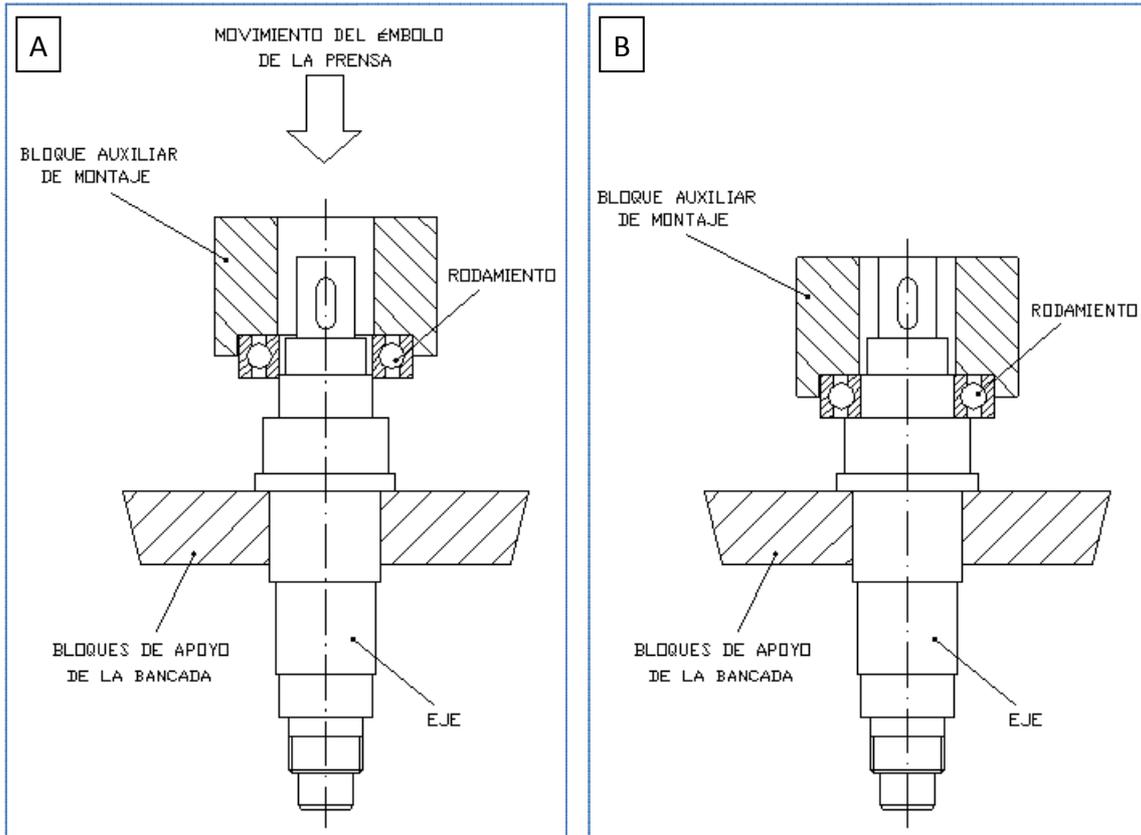


### 3.4. MONTAJE PARTE IZQUIERDA

#### 1. COLOCAR RODAMIENTO DERECHO.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar nº 2

- A. Colocar los bloques de la bancada tal que las entallas miren hacia los lados. Realizar el montaje que se indica a continuación sobre la prensa.
- B. Empujar con el embolo de la prensa el bloque auxiliar de montaje hasta que su cara superior quede a ras de la base superior del eje tal como se indica en el croquis



#### 2. METER EN LA CHAVETA EN EL CHAVETERO DEL ENGRANAJE.

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Colocar la chaveta en el interior del chavetero del eje (el amplio juego de las caras laterales de la chaveta con el chavetero permite realizar esta operación manualmente).



### 3. COLOCAR ENGRANAJE.

Útiles/Herramientas: manualmente, maza de plástico

#### A. Introducir el engranaje en el eje por el lado que está roscado.

Hacer que la ranura superior del chavetero coincida con la chaveta para encajar el engranaje en su sitio

Empujarlo para que deslice sobre la chaveta hasta que su cara trasera haga tope con el saliente del eje

#### B. Colocar en el banco como se muestra y meterlo con la maza



### 4. METER CASQUILLO.

Útiles/Herramientas: manualmente

#### A. Introducir el casquillo en el eje por el lado que está roscado

Empujar hacia el fondo hasta que haga tope con el eje y la cara del engranaje

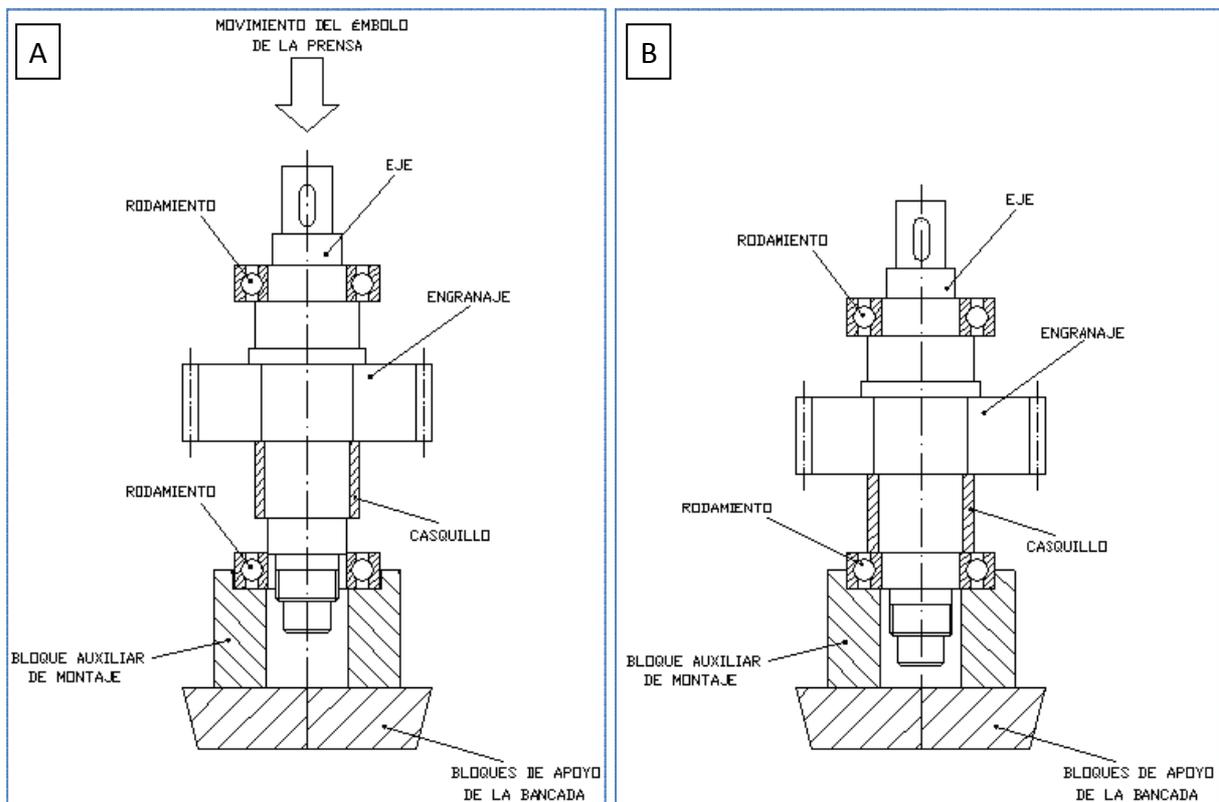


### 5. COLOCAR RODAMIENTO IZQUIERDO.

Útiles/Herramientas: prensa, bloque auxiliar nº 2

*Por cuestiones de mecanizado, lo más probable es que este rodamiento pueda colocarse de forma manual tras el casquillo. Si no es así, realizar lo descrito a continuación.*

- A. Colocar los bloques de la bancada juntos y que sus entallas miren hacia los lados  
Realizar el montaje que se indica a continuación sobre la prensa
- B. Empujar con el embolo del rodillo hacia dentro del eje hasta que su cara inferior haga tope con el eje como se indica en el croquis (tener cuidado al final de la operación para no aplastar el rodamiento)



**6. INTRODUCIR ARANDELA GRUESA.**

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Introducir la arandela gruesa por el lado roscado del eje, hasta que haga tope con el aro interior del rodamiento de detrás

**7. COLOCAR ARANDELA DE SEGURIDAD.**

Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Para meter la arandela de seguridad, la patilla de su diámetro interior debe coincidir con la ranura longitudinal del eje. Desplazar la arandela a través de la ranura del eje hasta que haga tope con la arandela gruesa

**8. COLOCAR TUERCA RANURADA.**

Útiles/Herramientas: llave de gancho,

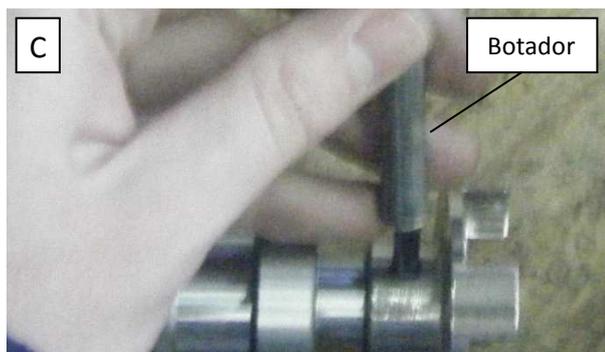
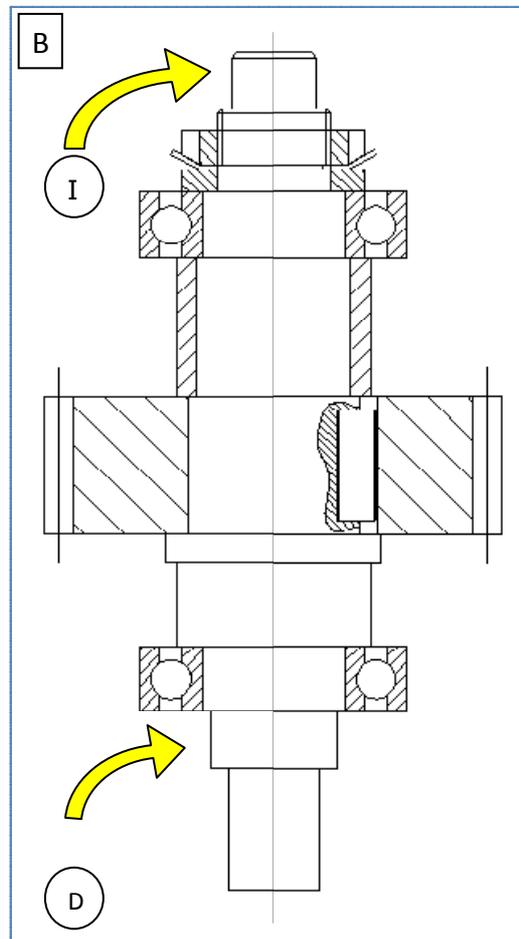
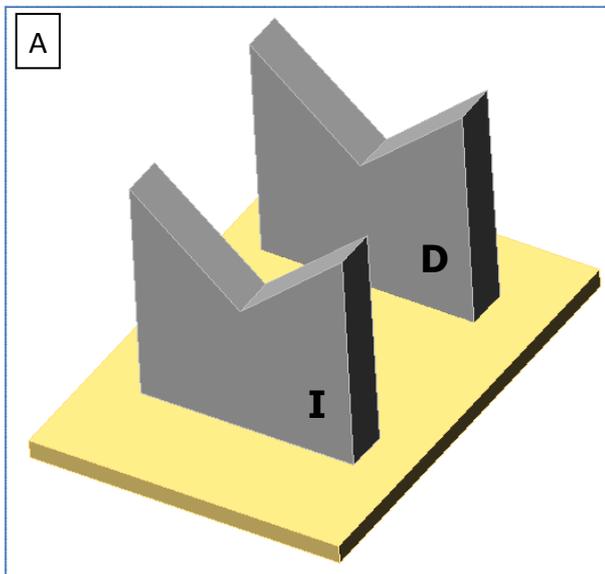
- A. Enroscar la tuerca ranurada en el eje tras la arandela de seguridad (el chaflán va hacia arriba)  
Si fuera necesario ayudarse de la llave de gancho  
Para asegurar el cierre plegar la patilla que coincida con la ranura de la tuerca golpeando con la punta de un destornillador sobre dicha



9. UNIR EL EJE AL MANGÓN DEL ACOPLAMIENTO MEDIANTE PASADOR ELÁSTICO.

Útiles/Herramientas: cuñas auxiliares, botador  $\varnothing 9$  mm, martillo

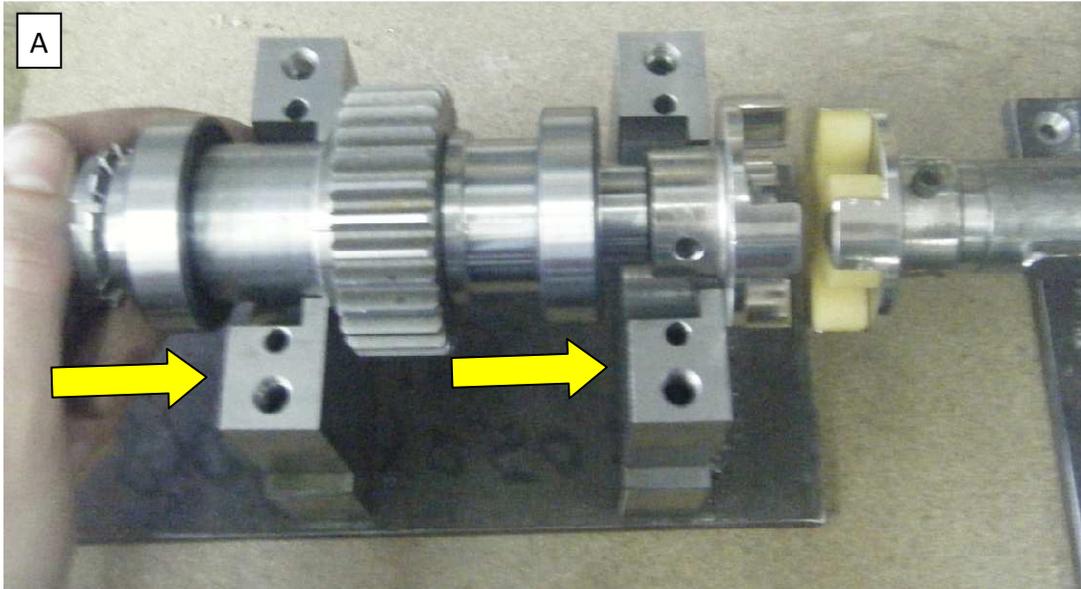
- A. Colocar sobre una superficie plana las cuñas
- B. Disponer el eje del subconjunto izquierdo sobre las cuñas en los puntos indicado
- C. Comprobar el centrado del agujero del eje con el del mangón, colocar el pasador u apuntar con el botador sobre este ultimo.  
Golpear con el martillo sobre el botador hasta que el pasador salga por el otro lado del agujero



**10. COLOCAR EL SUBCONJUNTO IZQUIERDO SOBRE LA PARTE INFERIOR DE LOS APOYOS.**

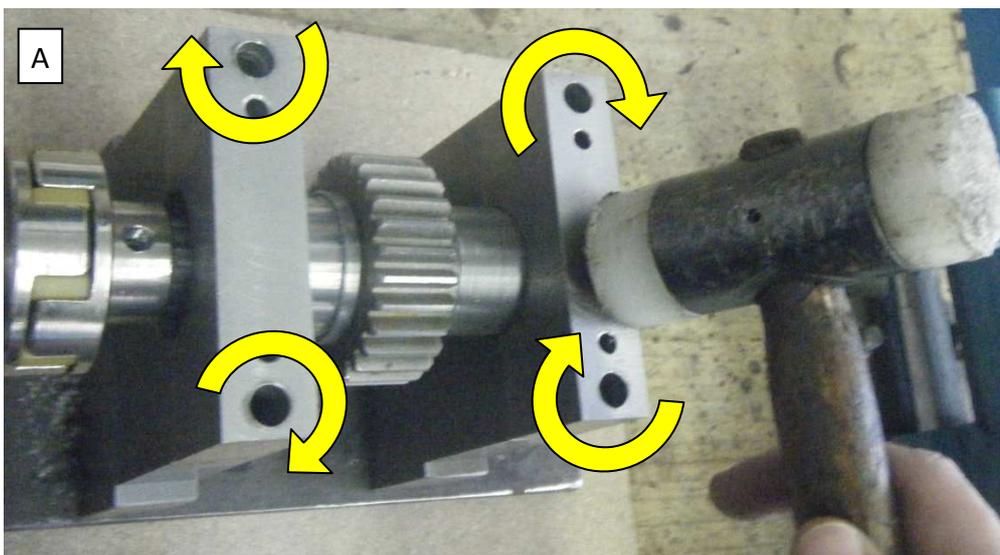
Útiles/Herramientas: manualmente

- A. Acercar el eje a la zona inferior de los apoyos como se indica en la imagen  
Desplazar el subconjunto lateralmente hasta encajarlo en los apoyos

**11. CERRAR Y FIJAR LOS SOPORTES DE LOS RODAMIENTOS**

Útiles/Herramientas: llave Allen, maza de plástico

- A. Colocar la parte superior de los soportes según la orientación correspondiente.  
Golpear suavemente sobre los soportes para asentarlos y favorecer el atornillado.  
Introducir los tornillos en los huecos de los soportes y apretarlos



12. VOLVER A COLOCAR EL REDUCTOR EN SU SITIO

Útiles/Herramientas: llave Allen, maza de plástico

Encajar el reductor con el acoplamiento y apretar sus tornillos a la placa soporte



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



ANEXO II

PLANOS

PROYECTO FIN DE CARRERA:

NUEVA PROPUESTA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER DE  
MANTENIMIENTO

# ÍNDICE

## 1. PLANOS CONJUNTO

1.00. PARTE DISEÑADA CONJUNTO

1.01. EJE SUBCONJUNTO IZQUIERDO

1.04. ARANDELA MECANIZADA

1.06. CASQUILLO

1.07. ENGRANAJE MODIFICADO

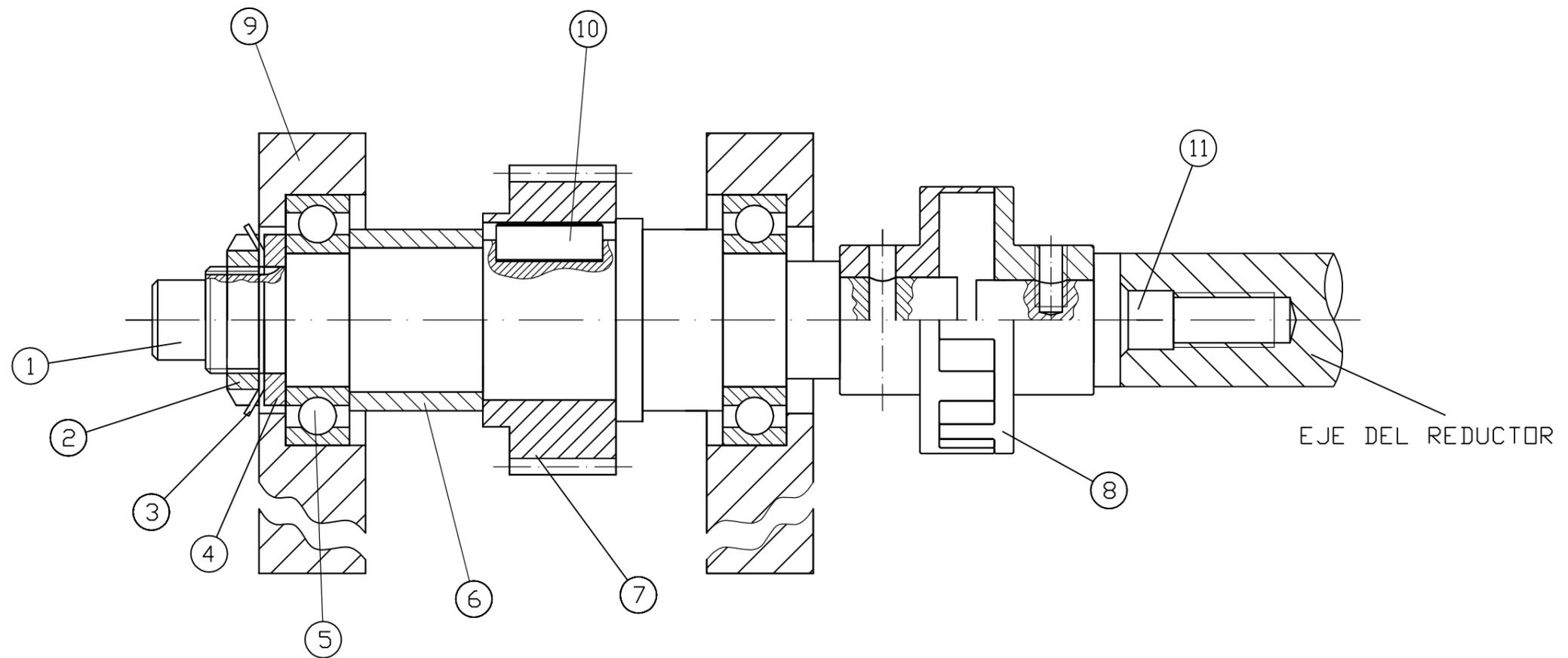
1.08. ACOPLAMIENTO MODIFICADO

1.09. SOPORTE EJE SUBCONJUNTO IZQUIERDO

1.11. EJE AUXILIAR

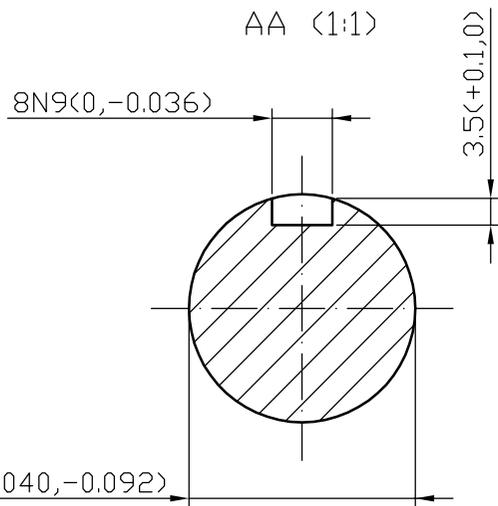
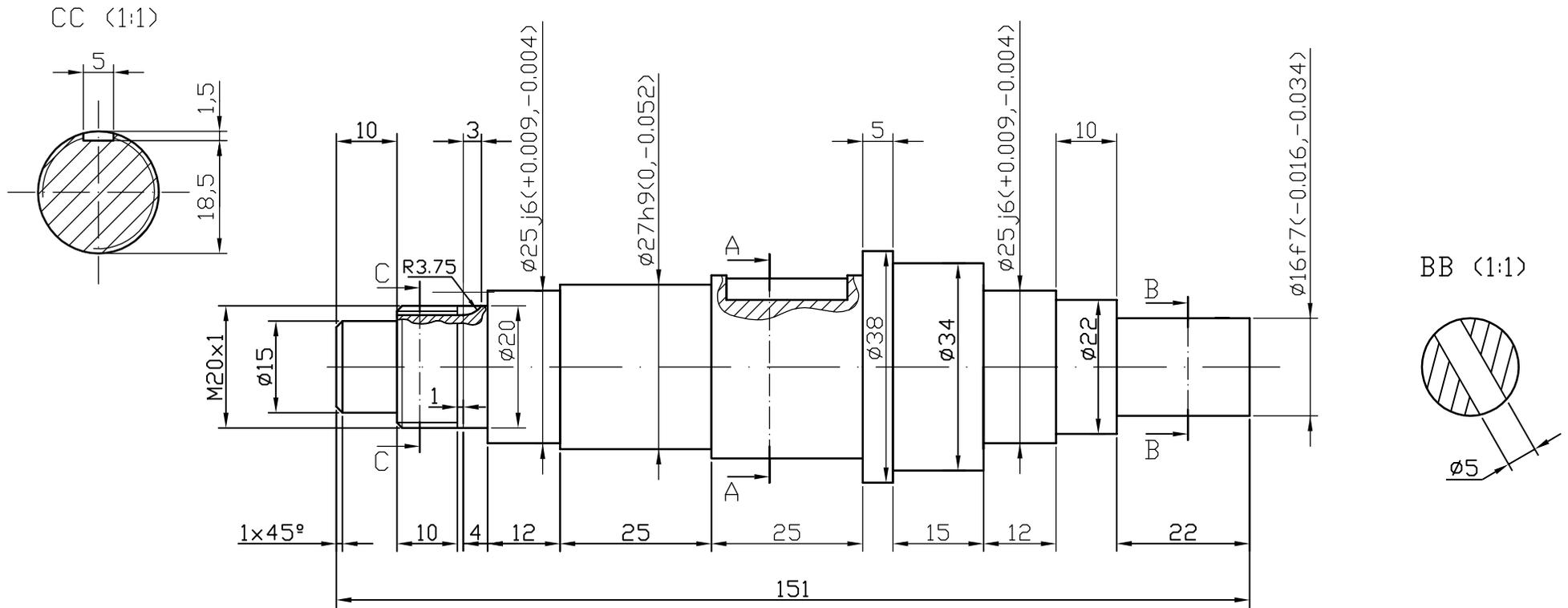
## 2. PLANOS EQUILIBRADORA

2.00. DISCO LATERAL PARA EQUILIBRADORA

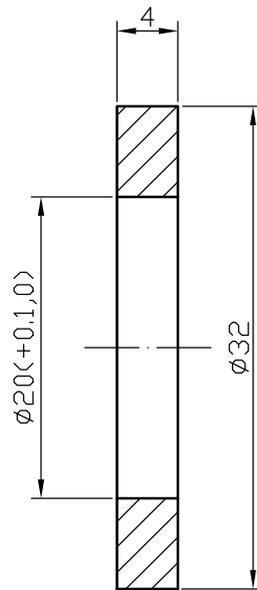


1	1.11	Eje auxiliar del reductor		F- 1150	
1	1.10	Chaveta paralela	UNE 17102	B 8x7x20	
2	1.09	Soporte eje subc. izquierdo		F-1110	
1	1.08	Acoplamiento modificado			
1	1.07	Engranaje modificado			
1	1.06	Casquillo		F-1110	
2	1.05	Rodamiento rígido de bolas	DIN 625-1	6005(25X47X12)	
1	1.04	Arandela mecanizada		F-1110	
1	1.03	Arandela de seguridad	ISO 2982	MB4	
1	1.02	Tuerca ranurada	ISO 2982	KM4(20X1)	
1	1.01	Eje subconjunto izquierdo		F- 1150	
NºPiezas	NºPieza	Designación		Norma	Mat. y medidas
	Fecha	Nombre	firma:		
Dibujado		CARLOS LERÍN	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA		
Comprob.					
ESCALA		PARTE DISEÑADA CONJUNTO		Nº Lámina	1.00
1:1				Observaciones:	

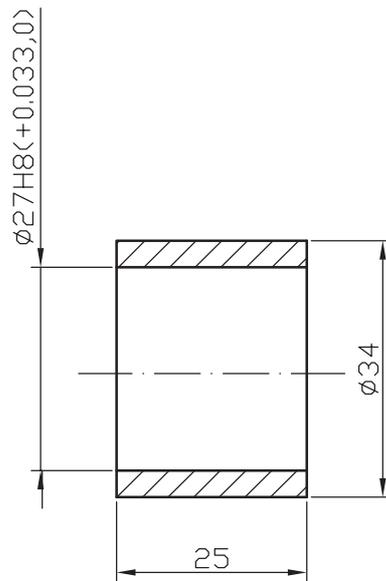
NOTA: El acoplamiento se ha seccionado de forma que puedan verse los dos tipos de uniones mecanizadas



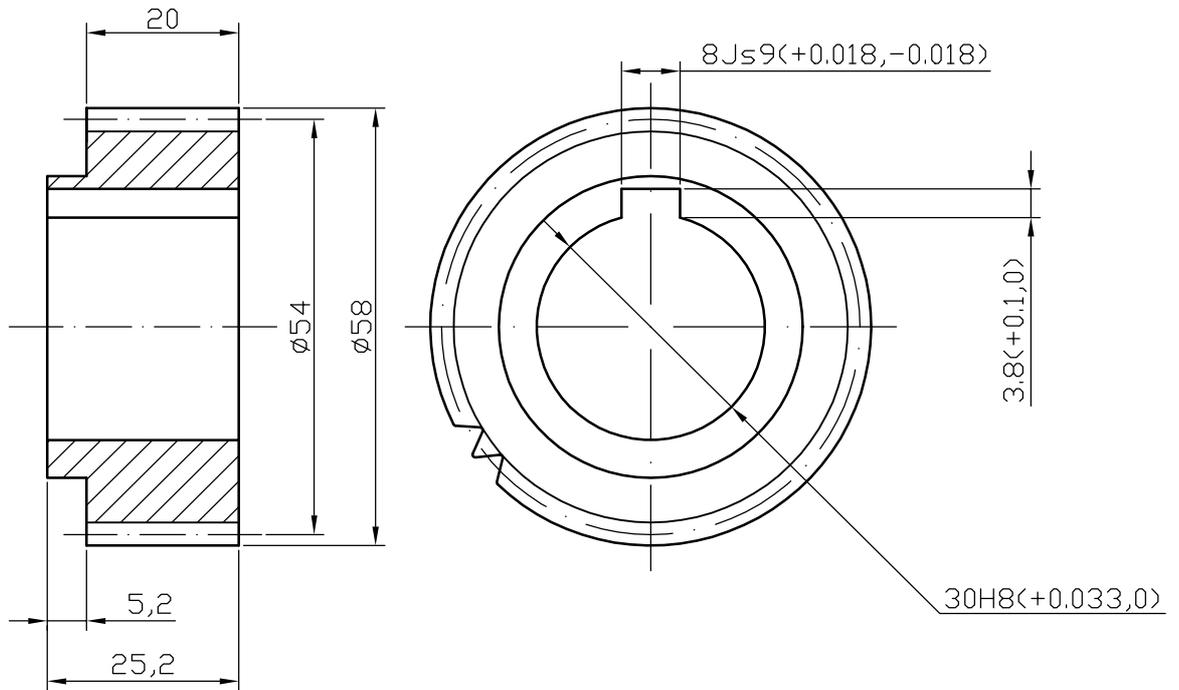
1	1.01	EJE IZQUIERDO		F-1150
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA	EJE SUBCONJUNTO IZQUIERDO			Nº Lámina 1.01
1:1				Observaciones:



1	1.04	ARANDELA		F-1110
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA	ARANDELA MECANIZADA			Nº Lámina 1.04
2:1				Observaciones:



1	1.06	CASQUILLO		F-1110
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA	CASQUILLO			Nº Lámina 1.06
1:1				Observaciones:



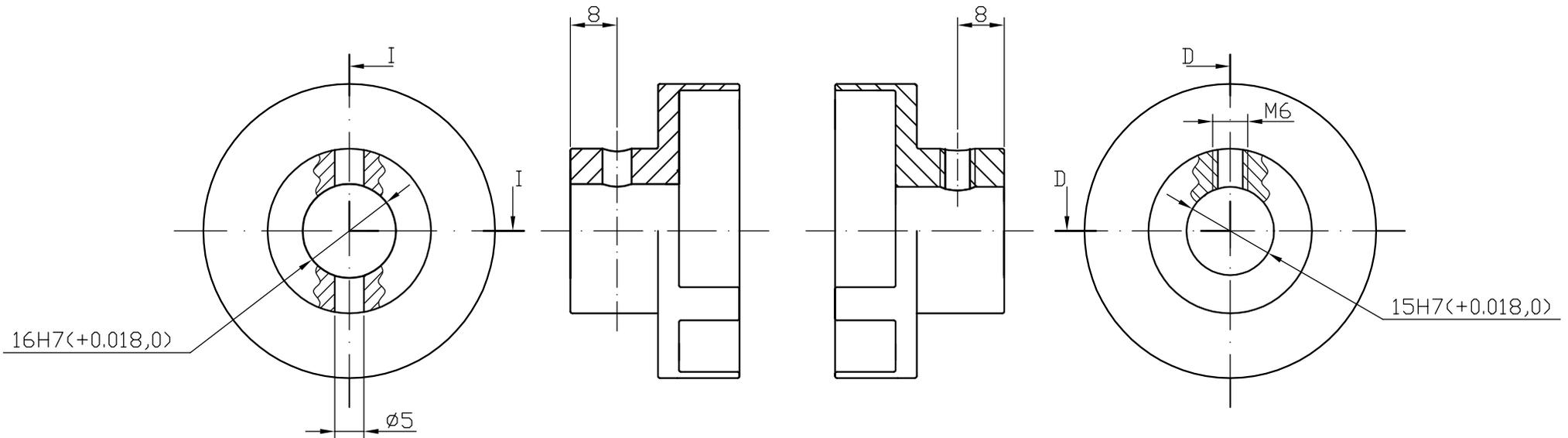
1	1.07	ENGRANAJE MECANIZADO		
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA	ENGRANAJE MODIFICADO			Nº Lámina 1.07
1:1				Observaciones:

PARTE IZQ. ACOPLAMIENTO

PARTE DCHA. ACOPLAMIENTO

SECCIÓN II

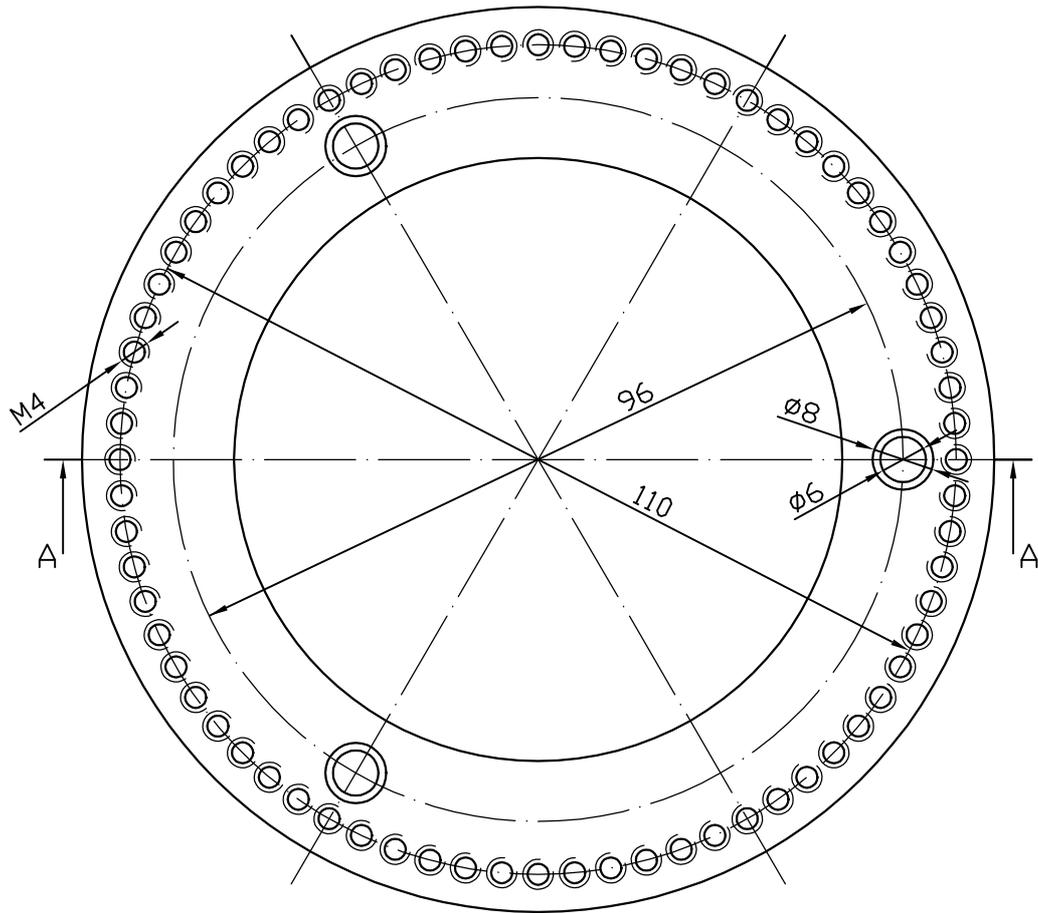
SECCIÓN DD



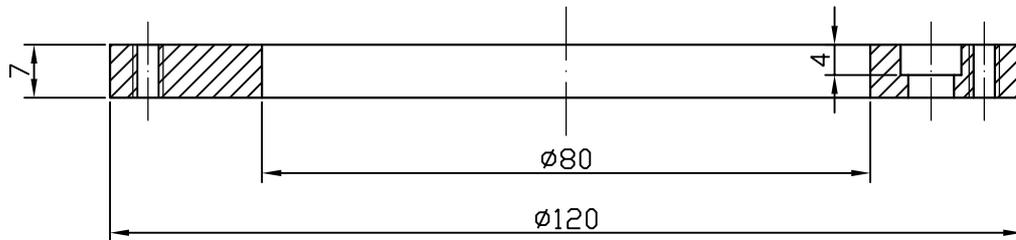
1	1.08	PARTES IZQ/DCHA ACOPL. MECAN.		
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA	ACOPLAMIENTO MODIFICADO			Nº Lámina 1.08
1:1				Observaciones:







CORTE AA



2		ACOPLE EQUILIBRADORA		
NºPiezas	NºPieza	Designación		Material y medidas
	Fecha	Nombre	firma:	ESCUELA UNIVERSITARIA I.T.I. ZARAGOZA
Dibujado		CARLOS LERÍN		
Comprob.				
ESCALA 1:1	DISCO LATERAL PARA EQUILIBRADORA			Nº Lámina 2.00
				Observaciones: Diam.8,5: 3 agujeros a 120º Roscados interiores: M4: 72 agujeros cada 5º



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



ANEXO III

# ESTUDIO DE TIEMPOS Y PRESUPUESTO

PROYECTO FIN DE CARRERA:

NUEVA PROPUESTA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER DE  
MANTENIMIENTO

# ÍNDICE

1. MEDICIÓN DE ACEITES .....	1
2. EQUILIBRADORA.....	2
3. CONJUNTO .....	3
4. AFILADORA.....	5
5. MÁQUINA NUEVA.....	6
6. SIMULADOR.....	7
7. PRESUPUESTO.....	9

## 1. ACEITES

A continuación se muestra una tabla que contiene la secuencia ordenada de las acciones realizadas para medir un aceite cualquiera de los seis que contiene la práctica. En base a esos tiempos medidos se estimará el tiempo total necesario para realizar de forma completa dicha práctica:

TIEMPOS NECESARIO PARA LA MEDICIÓN COMPLETA DE UN ACEITE			
OPERACIÓN REALIZADA	Nº REPETICIONES	TIEMPO POR OPERACIÓN	TOTAL
Limpieza inicial del viscosímetro	1	1'	1'
Llenado de aceite del viscosímetro	3	2'	6'
Ajuste de la bola al cero de la escala	3	1'	3'
Realización de la propia medición	3	1'	3'
Toma de datos	3	1'	3'
Cálculo media de las 3 mediciones	1	1'	1'

Siendo la suma de tiempos de la columna de la izquierda el empleado en medir cualquiera de los aceites, el tiempo total necesario para concluir con los seis aceites será dicho tiempo multiplicado por seis añadiéndole el tiempo requerido para realizar el limpiado final del viscosímetro tras la última medición:

RESULTADOS FINALES				
NÚMERO DE ACEITES MEDIDOS	T. NECESARIO	OTRAS OP. NECESARIAS	T. OTRAS OP.	T. TOTAL
1	17'			17'
6	102'	Limpieza final Visgage	1'	103'

Si al tiempo total calculado le añadimos las explicaciones previas que realice el profesor y las dudas que puedan surgir concediendo para ambas 15 minutos, el tiempo total necesario para concluir esta parte de las prácticas sería:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO "ACEITES"  $\approx$  2 h**

## 2. EQUILIBRADORA

Para calcular los tiempos aproximados necesarios para realizar esta práctica se ha hecho una simulación real siguiendo todos los puntos del guión y anotando los tiempos necesarios para concluirlos. La tabla muestra los resultados:

ESTIMACIÓN DE LOS TIEMPOS DE CADA PARTE DE LA PRÁCTICA	
ACCIÓN REALIZADA	TIEMPO REQUERIDO
Lectura de los apartados "Objetivo" y "Descripción" del guión	5'
Fijación de los parámetros (puntos 1 a 5)	10'
Aprendizaje de la medición. Caso eje en vacío (puntos 6 a 12)	18'
Realización de los 3 (ó 5) casos propuestos (puntos 7 a 15)	32' x (3 ó 5)

Para estimar los tiempos de la medición del eje en vacío y la realización de los casos propuestos se ha realizado un estudio de tiempos más particular. Aunque el procedimiento para la medición del desequilibrio del eje en vacío y la de todos los casos propuestos es la misma, se tuvo en cuenta que la primera, la del eje en vacío, costaría más tiempo al ser la primera toma de contacto con la máquina. Como para todos los casos propuestos el procedimiento a seguir era el mismo se tuvo en cuenta que las mediciones finales se realizarían con mayor soltura que las primeras por lo que los tiempos se estimaron como media de todos los casos realizados:

TIEMPOS NECESARIOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA MEDICIÓN (CASO EJE EN VACÍO)			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Encendido máquina e introducción resto paráms.	2'	1	2'
Estabilización de los puntos de los vectorímetros	1'	3	3'
Accionamiento de la máquina	1'	3	3'
Variación sensibilidad hasta encontrar la correcta	2'	3	6'
Anotación de los resultados	1'	3	3'
Cálculo gramos media de 3 desequilibrios medidos	1'	1	1'

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR UNO CUALQUIERA DE LOS CASOS PROPUESTOS			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Colocación pesas que simulan el desequilibrio	1'	1	1'
Estabilización de los puntos de los vectorímetros	1'	3	3'
Accionamiento de la máquina	1'	3	3'
Variación sensibilidad hasta encontrar la correcta	2'	3	6'
Anotación de los resultados	1'	3	3'
Cálculo gramos media de 3 desequilibrios medidos	1'	1	1'
Selección pesas, ubicación en disco según cálculos	5'	1	5'
Comprobación equilibrado (medición y anotación)	10'	1	10'

Por tanto, si sumamos los tiempos recogidos en la Tabla X se obtiene el tiempo total necesario estimado al alza para concluir dicha práctica:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO "EQUILIBRADORA" → 33' + [32' x (3 ó 5)] ≈ 129' ó 193'**

### 3. CONJUNTO

Para obtener el tiempo necesario para realizar esta práctica se ha realizado cada una de las operaciones incluyendo el tiempo de lectura previa correspondiente a cada acción. Cabe resaltar que se ha cronometrado el tiempo a una persona que se ofreció voluntaria para realizar la práctica sin tener conocimiento previo de ella. El fin perseguido es ajustar el tiempo lo mejor posible y de la manera más aproximada a un caso real de realización de la práctica:

DESMONTAJE DE LA PARTE DERECHA DEL CONJUNTO	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO REQUERIDO
Desenroscar tornillo prisionero del mangón	2'
Quitar tornillos de sujeción del reductor al soporte base	4'
Sacar el reductor fuera de la zona del conjunto	1'
Quitar el mangón derecho del acoplamiento	1'
Desenroscar el eje auxiliar del eje principal del reductor	1'
Quitar la chaveta del eje principal con el alicate de presión	5'
Desenroscar tornillos de sujeción de la tapeta	3'
Desenroscar tornillos de lubricación de la tapeta	3'
Sacar tapeta del reductor	2'
Sacar grupilla pequeña con alicate para grupillas	3'
Sacar anillo fino de acero	1'
Sacar rodamiento pequeño	10'
Extraer grupilla interior con alicate para grupillas	3'
Sacar eje de la tapeta	12'
Sacar rodamiento del interior de la tapeta	7'
Sacar retén	5'
DESMONTAJE DE LA PARTE IZQUIERDA DEL CONJUNTO	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO REQUERIDO
Quitar partes superiores de los soportes del eje izquierdo	3'
Sacar el eje del subconjunto fuera de los apoyos inferiores	1'
Sacar el pasador elástico que une el eje izquierdo con el mangón	5'
Desenroscar tuerca ranurada	3'
Sacar arandela de seguridad	1'
Sacar arandela gruesa	1'
Extraer rodamiento tras arandela gruesa	10'
Sacar el casquillo	1'
Sacar engranaje	5'
Extraer la chaveta del engranaje	1'
Extraer rodamiento derecho del subconjunto izquierdo	10'
MONTAJE DE LA PARTE IZQUIERDA DEL CONJUNTO	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO REQUERIDO
Colocar rodamiento derecho del subconjunto izquierdo	10'
Introducir la chaveta en su chavetero	1'
Meter el engranaje	5'
Meter el casquillo	1'
Colocar rodamiento derecho del subconjunto izquierdo	10'
Colocar arandela gruesa tras el rodamiento	1'
Meter arandela de seguridad	1'
Enroscar la tuerca ranurada	3'
Unir el eje con el mangón mediante pasador elástico	7'

Colocar el subconjunto izquierdo sobre la parte inferior de los apoyos	3'
Poner la parte superior de los apoyos y fijarla	3'
<b>MONTAJE DE LA PARTE DERECHA DEL CONJUNTO</b>	
<b>OPERACIÓN REALIZADA</b>	<b>TIEMPO REQUERIDO</b>
Meter el retén en la tapeta del reductor	5'
Colocar el anillo fino de acero grande en el interior de la tapeta	1'
Meter el rodamiento grande tras el anillo fino de acero grande	7'
Meter la grupilla interior en la ranura de la tapeta tras el rodamiento grande	3'
Colocar el eje principal del reductor en su sitio	10'
Colocar el rodamiento pequeño en el eje principal	7'
Meter el anillo fino de acero	1'
Meter la grupilla exterior en la ranura del eje principal tras el rodamiento pequeño	3'
Encajar la tapeta en la carcasa del reductor	2'
Colocar los tornillos de sujeción de la tapeta	3'
Colocar los tornillos de lubricación del reductor	3'
Encajar la chaveta del eje principal en su chavetero	2'
Enroscar el eje auxiliar al eje principal del reductor	1'
Unir el eje auxiliar al mangón del acoplamiento roscando el tornillo prisionero	2'
Enroscar los tornillos de sujeción del reductor con el soporte base	2'

Los tiempos que cuesta realizar las cuatro subpartes de la práctica se resumen en la siguiente tabla:

TABLA RESUMEN DE TIEMPOS	
GRUPO DE ACCIONES REALIZADAS	TIEMPO REQUERIDO
Desmontaje de la parte derecha del conjunto	61'
Desmontaje de la parte izquierda del conjunto	41'
Montaje de la parte izquierda del conjunto	45'
Montaje de la parte derecha del conjunto	52'

Por tanto, sumando los tiempos de cada una de las subpartes y añadiendo un cuarto de hora más o menos entre la lectura de los apartados "Objetivo" y "Descripción" y las dudas que pueda aclarar el profesor se calcula que el tiempo necesario para realizar todo el desmontaje y montaje del conjunto sea:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO "CONJUNTO" ≈ 3h 40'**

#### 4. AFILADORA

Para calcular el tiempo en realizar el mantenimiento predictivo de dicha máquina, se ha tenido en cuenta el requerido en la lectura previa del guión para manejar los instrumentos, el de la lectura de los apartados “Objetivo” y “Descripción” del manual del alumno y el de llevar a cabo la práctica siguiendo el “Desarrollo” del mismo guión.

RESUMEN DE LOS TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA PRÁCTICA	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO TOTAL
Lectura de los guines	30'
Mediciones con la pistola termométrica	48'
Mediciones con el sonómetro	54'
Mediciones con el analizador de vibraciones	78'

Los tiempos necesarios para realizar las operaciones de Predictivo con cada uno de los instrumentos de medida sobre la Afiladora se detallan en las tres siguientes tablas:

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON LA PISTOLA TERMOMÉTRICA			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (TA, puntos de medida,...)	1'	1	1'
Realización de un barrido para captar datos	2'	3	6'
Cálculo de la Tª en cada punto (media de 3 datos)	1'	1	1'

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL SONÓMETRO			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (sonido ambiente, punto)	2'	1	2'
Realización de un barrido para captar datos	2'	3	6'
Cálculo sonido (media de 3 datos medidos)	1'	1	1'

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL ANALIZADOR DE VIBRACIONES			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Comprobación de la configuración en el Detector correspondiente a la Afiladora	3'	1	3'
Toma de datos de cada situación propuesta (1 captura de cada situación)	5'	1	5'
Vuelco de datos al PC (1 solo vuelco tras la medición de todos los datos)	5'	1	5'

Hay que tener en cuenta que los tiempos necesarios para realizar las mediciones con los tres aparatos se deben de multiplicar por el número de combinaciones de tornillos que se van a colocar en el disco derecho de la rectificadora. Si las combinaciones son 6 (sin tornillos, 1 tornillo, 2 consecutivos, 2 en diagonal, 3, y 4 tornillos) el tiempo total requerido para la

práctica será la suma del tiempos de lectura de los guiones indicado en la tabla “resumen de los tiempos necesarios para realizar la práctica” más la suma de las mediciones con todos los instrumentos multiplicados por las seis posibilidades que ofrece la Afiladora:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO “RECTIFICADORA” ≈ 3h 30’**

## 5. MÁQUINA NUEVA

Puesto que para esta máquina se utilizan los mismos instrumentos de medida que en la Rectificadora y el Manual del alumno sigue también la misma estructura, la recogida de tiempos se realizó de la misma forma:

RESUMEN DE LOS TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA PRÁCTICA	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO TOTAL
Lectura de los guiones	30’
Mediciones con la pistola termométrica	36’
Mediciones con el sonómetro	36’
Mediciones con el analizador de vibraciones	52’

Los tiempos necesarios para realizar las operaciones de Predictivo con cada uno de los instrumentos de medida sobre la Máquina Nueva se detallan en las tres siguientes tablas:

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON LA PISTOLA TERMOMÉTRICA			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (TA, puntos de medida,...)	1’	1	1’
Realización de un barrido para captar datos	2’	3	6’
Cálculo de la Tª en cada punto (media de 3 datos)	2’	1	2’

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL SONÓMETRO			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (sonido ambiente, punto)	2’	1	2’
Realización de un barrido para captar datos	2’	3	6’
Cálculo sonido (media de 3 datos medidos)	1’	1	1’

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL ANALIZADOR DE VIBRACIONES			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Comprobación de la configuración en el Detector correspondiente a la Máquina Nueva	3’	1	3’
Toma de datos de cada situación propuesta (1 captura de cada situación)	5’	1	5’
Vuelco de datos al PC (1 solo vuelco de los datos capturados)	5’	1	5’

Como en el caso anterior, hay que tener en cuenta que los tiempos necesarios para realizar las mediciones con los tres aparatos se deben de multiplicar por el número de diferentes módulos intercambiables en la máquina para simular situaciones distintas. Si los módulos son 4 (sin defectos, con disco y tornillo colocado en su diámetro interior o exterior y rodamiento dañado) el tiempo total requerido para la práctica será la suma de los dos tiempos de lectura del guión indicados en la tabla “resumen de los tiempos necesarios para realizar la práctica” más la suma de las mediciones con todos los instrumentos multiplicados por las cuatro posibilidades que ofrece la Máquina Nueva:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO “MÁQUINA NUEVA” ≈ 2h 35’**

## 6. SIMULADOR

Al igual que en las dos máquinas anteriores, se utilizan los mismos tres instrumentos de medida para evaluar el estado de la máquina Simulador. Por tanto, como el Manual del alumno sigue la misma estructura de las dos máquinas anteriores, la recogida de tiempos se realizó de forma similar:

RESUMEN DE LOS TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LA PRÁCTICA	
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO TOTAL
Lectura de los guiones	30’
Mediciones con la pistola termométrica	27’
Mediciones con el sonómetro	27’
Mediciones con el analizador de vibraciones	39’

Los tiempos necesarios para realizar las operaciones de Predictivo con cada uno de los instrumentos de medida sobre la máquina “Simulador” se detallan en las tres siguientes tablas:

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON LA PISTOLA TERMOMÉTRICA			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (TA, puntos de medida,...)	1’	1	1’
Realización de un barrido para captar datos	2’	3	6’
Cálculo de la Tª en cada punto (media de 3 datos)	2’	1	2’

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL SONÓMETRO			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Toma de datos iniciales (sonido ambiente, punto)	2’	1	2’
Realización de un barrido para captar datos	2’	3	6’
Cálculo sonido (media de 3 datos medidos)	1’	1	1’

TIEMPOS NECESARIOS PARA REALIZAR LAS MEDICIONES CON EL ANALIZADOR DE VIBRACIONES			
OPERACIÓN REALIZADA	TIEMPO	Nº REPETICIONES	TIEMPO TOTAL
Comprobación de la configuración en el Detector correspondiente a la Rectificadora	3'	1	3'
Toma de datos de cada situación propuesta (4 capturas de cada situación)	5'	1	5'
Vuelco de datos al PC (1 solo vuelco ya que la configuración permite almacenar todos los datos)	5'	1	5'

Hay que tener en cuenta que los tiempos necesarios para realizar las mediciones con los aparatos se deben de multiplicar por el número de diferentes módulos intercambiables en la máquina para simular situaciones distintas. Si los módulos son 3 (sin defectos, rodamiento dañado y engranaje roto) el tiempo total requerido para la práctica será la suma de los dos tiempos de lectura del guión indicados en la tabla “resumen de los tiempos necesarios para realizar la práctica” más la suma de las mediciones con todos los instrumentos multiplicados por las tres posibilidades que ofrece el Simulador:

**TIEMPO TOTAL NECESARIO “SIMULADOR”  $\approx$  2 h**

## 7. PRESUPUESTO

En la siguiente tabla se muestra el coste de todos y cada uno de los elementos de los cuales ha sido necesaria su compra. La tabla agrupa cada elemento dentro de su subpráctica en la que ha sido o va a ser utilizada. Para cada elemento se indican:

- VOL/UNID: volumen o capacidad por unidad adquirida (si procede indicarlo)
- €/UNIDAD: coste en euros de cada unidad
- NºUNIDADES: número de unidades de ese elemento que se han comprado
- SUBTOTAL €: coste total de todas las unidades de ese mismo elemento

<b>ACEITES</b>				
ELEMENTO	VOL/UNID	€/UNIDAD	NºUNIDADES	SUBTOTAL €
Aceite Hidráulico ISO 32	1 litro	5,98	1	5,98
Aceite Hidráulico ISO 46	1 litro	6,17	1	6,17
Aceite ISO 150	1 litro	6,91	1	6,91
Bote aséptico 100ml	-	0,50	3	1,50
Bote alcohol etílico 96º	1 litro	2,50	1	2,50
<b>MÁQUINA NUEVA</b>				
ELEMENTO	VOL/UNID	€/UNIDAD	NºUNIDADES	SUBTOTAL €
Tornillo cabeza Allen avellanada M6x45	-	0,09	20	1,80
Tacos para calzar mesa soporte máquina	-	0,95	4	3,80
<b>MONTAJE</b>				
ELEMENTO	VOL/UNID	€/UNIDAD	NºUNIDADES	SUBTOTAL €
Rodamiento ref. 6005	-	7,97	2	15,94
Arandela seguridad MB4	-	0,59	1	0,59
Tuerca ranurada KM4	-	4,72	1	4,72
Chaveta paralela B 8x7x20	-	0,70	1	0,70
Pasador elástico ø5x25mm	-	0,07	20	1,40
<b>AFILADORA</b>				
ELEMENTO	VOL/UNID	€/UNIDAD	NºUNIDADES	SUBTOTAL €
Taco para calzar mesa soporte	-	0,95	4	3,80

Cabe resaltar que el coste total para llevar a cabo el proyecto hubiera sido mayor puesto que una serie de elementos necesarios para las prácticas han sido cedidos por el taller de Fabricación. La siguiente tabla describe estos elementos:

<b>EQUILIBRADORA</b>		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Acoplamiento laterales del eje	X	X
Pesas de compensación	X	X
Tornillos de sujeción pesas	X	

AFILADORA		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Mesa soporte Rectificadora	X	
Gato de sujeción	X	
MÁQUINA NUEVA		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Gatos de sujeción	X	
SIMULADOR		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Alargadera para conexión	X	
ACEITES		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Botes para las muestras	X	
Aceites varios	X	
CONJUNTO		
ELEMENTO	COSTE MATERIAL	COSTE MANO DE OBRA (mecanizado)
Bloques auxiliares de montaje	X	X
Soportes sujeción eje en banco	X	X
Reductor con sus elementos	X	
Acoplamiento elástico	X	X
Soporte base del conjunto	X	X
Apoyos del eje izquierdo	X	X
Engranaje del eje izquierdo	X	X
Arandela gruesa	X	X
Casquillo	X	X
Eje izquierdo	X	X
Eje auxiliar del reductor	X	X
Tornillos, tuercas y arandelas	X	

Por último, la tabla que se muestra a continuación indica el coste de cada una de las partes de las prácticas por separado y el coste total:

PARTE DE LAS PRÁCTICAS	TOTAL €
ACEITES	23,06
MÁQUINA NUEVA	5,60
MONTAJE	23,35
AFILADORA	3,80
MÁQUINA NUEVA	0
EQUILIBRADORA	0

Sumando todo, el gasto total desembolsado ha sido de **55,81 €**



ESCUELA UNIVERSITARIA DE  
INGENIERÍA TÉCNICA  
INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



ANEXO IV

# MANUAL DEL PROFESOR

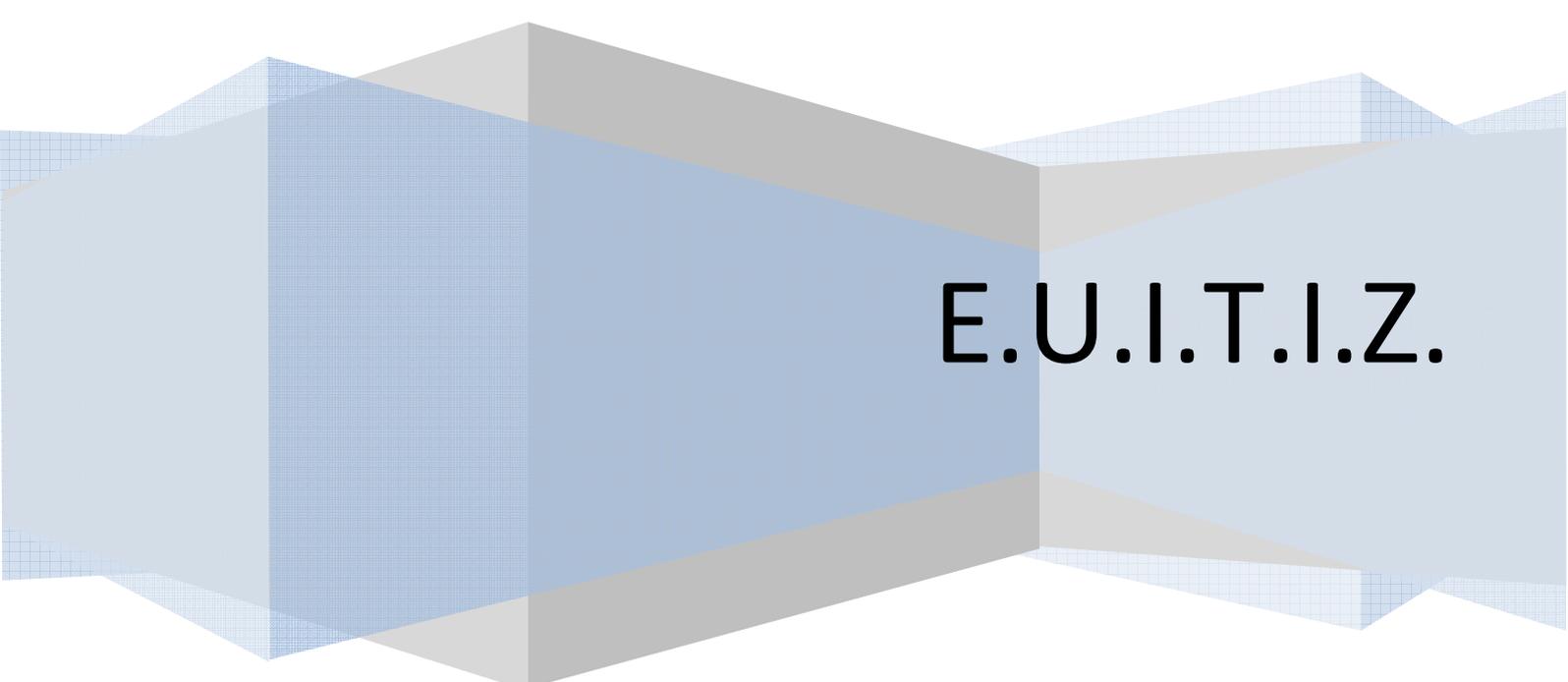
PROYECTO FIN DE CARRERA:

NUEVA PROPUESTA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER DE  
MANTENIMIENTO

Prácticas de Mantenimiento

# EXPLICACIONES Y RESULTADOS DE LAS PRÁCTICAS

Manual del profesor



E.U.I.T.I.Z.

# ÍNDICE

<b>1. EXPLICACIONES</b> .....	<b>1</b>
1. 1. SITUACIÓN INICIAL DE LAS PRÁCTICAS .....	1
1. 2. EXPLICACIONES CONCRETAS DE CADA PRÁCTICA.....	2
<b>2. RESULTADOS</b> .....	<b>3</b>
1. 1. MEDICIÓN DE ACEITES.....	3
1. 2. EQUILIBRADORA.....	4
2. 3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN TRES MÁQUINAS.....	5
2. 4. MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO.....	9

# 1. EXPLICACIONES

## 1.1. SITUACIÓN INICIAL DE LAS PRÁCTICAS

Se trata de dar al alumno una idea inicial de cómo están estructuradas las prácticas y de cómo van a realizarse

### 1.1.1. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

- Medición de aceites
- Equilibradora
- Mantenimiento predictivo de tres máquinas (Afiladora, Máquina Nueva y Simulador)
  - Temperatura
  - Sonido
  - Vibraciones
- Montaje y Desmontaje del Conjunto

### 1.1.2. ALTERACIONES PROVOCADAS EN LAS MÁQUINAS A REALIZAR EL M. PREDICTIVO

- Afiladora.  
Sin tornillos, 1 tornillos, 2 tornillos seguidos, 2 tornillos en diagonal, 3 tornillos y 4 tornillos
- Máquina Nueva  
Eje correcto, rodamiento dañado, disco con tornillo en  $\emptyset$  interior y disco con tornillo en  $\emptyset$  exterior
- Simulador  
Eje correcto, engranaje roto y rodamiento dañado

## 1.2. EXPLICACIONES CONCRETAS DE CADA PRÁCTICA

### 1.2.1. MEDICIÓN DE ACEITES

- Resumir el funcionamiento básico del viscosímetro
- Indicar en que rango de medida se encuentran los aceites muestreados
- Hacer especial mención en la medición del aceite oscuro
- Recordar la influencia de la temperatura con la viscosidad

### 1.2.2. EQUILIBRADORA

- Recordar el objetivo de la práctica
- Diferenciar entre las pesas que sirven para simular desequilibrios y las usadas para compensarlo
- Informar del margen de error que puede tener la máquina

### 1.2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN TRES MÁQUINAS

#### TEMPERATURA

- Resumir el funcionamiento básico
- Recordar que el alumno considere la temperatura ambiente durante la medición
- Incidir en la relación entre el uso de la máquina y la temperatura
- Dar una idea de los puntos importantes para tomar los datos en cada máquina

#### SONIDO

- Resumir el funcionamiento básico
- Recordar que el alumno considere el sonido ambiente del taller
- Hacer hincapié en la susceptibilidad del aparato con otros sonidos ajenos a la medición

#### VIBRACIONES

- Resumir el funcionamiento básico del Detector y dar una idea de cómo se utiliza el software Trendline
- Informar de la configuración introducida en el Detector para que concuerde con lo que se va a medir

- Dar a conocer al alumno los espectros tipo existentes para que luego los puedan comparar con los resultados que ellos mismos hayan obtenido

#### 1.2.4. MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO

- Enunciar los tipos de elementos de que se compone el montaje y cual es su uso
- Enseñar el manejo de aquellas herramientas menos comunes como:
  - Alicates de presión de bocas rectas
  - Alicates para grupillas
  - Extractor universal
- Detallar el funcionamiento de la prensa y sus posibilidades
- Advertir de los riesgos existentes y velar por que se cumplan las normas de seguridad implantadas

## 2. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados que más o menos debe obtener el alumno cuando realice cada una de las mediciones en cada una de las partes de las prácticas. Se seguirá el mismo orden que en los apartados anteriores para mostrar los resultados

### 2.1. MEDICIÓN DE ACEITES

IDENTIFICACIÓN	TIPO DE ACEITE	VISCOSIDAD [cSt,40°C]	TA medición
1	SAE 15W50	34	21°C
2	SAE 10w40	59	25°C
3	SAE 15w40	77	22°C
4	SAE 80w90	107	22°C
5	SAE 20w50	120	25°C
6	ISO 150	132	22°C

→ Recordar que el aceite nº1 es el que se caracteriza por su color oscuro y su medición se hace de forma distintas

## 2.2. EQUILBRADORA

DESIGNACIÓN DEL DESEQUILIBRIO	DESEQUILIBRIO PROVOCADO EN EL MACIZO
0	En Vacío (ningún peso)
I	26,3 g / 150° / Izquierda
II	26,1g / 60° / Centro
III	26,1g - 40,3g / 60° - 240° / Centro - Centro
IV	26,1g / 330° / Derecha
V	39,9g / 330° / Derecha

- Los desequilibrios resultantes de los 5 casos propuestos son:

RESULTADOS	DESEQUILIBRIO PROVOCADO			
	0	I	II	III
PANEL IZDQUIERO	Despreciable	25g/297°	17,5g/209°	9g/22°
PANEL DERECHO	Despreciable	4,5g/297°	12g/206°	7g/24°

RESULTADOS	DESEQUILIBRIO PROVOCADO	
	IV	V
PANEL IZQUIERDO	4,5g/135°	8g/135°
PANEL DERECHO	24,5g/114°	39g/118°

- Las pesas que se disponen para compensar esos desequilibrios tienen las siguientes características:

DIÁMETRO Ø [mm]	ALTURA H[mm]	MASA TEÓRICA [g]	MASA REAL [g]	PESA Nº
9	4,21	4,5	4,6	<b>1</b>
12	8,15	9	9,2	<b>2</b>
12	5,41	7	7,2	<b>3</b>
22	7,63	24,5	24,3	<b>4</b>
18	4,88	12	11,9	<b>5</b>
30	6,89	40	39,4	<b>6</b>
22	5,14	17,5	17,1	<b>7</b>

- Las posiciones que debe encontrar el alumno para compensar los desequilibrios provocados son:

DESEQUILIBRIO PROVOCADO EN EL MACIZO	Nº ASIGNACIÓN PESA		MASA TEÓRICA [g] PESA ASIGNADA	
	Izda.	Dcha.	Izda.	Izda.
I	4	1	24,5	4,5
II	7	5	17,5	12
III	2	3	9	7
IV	1	4	4,5	24,5
V	3	6	7	40

- Y por último los datos a obtener tras compensar el eje en cada situación son:

RESULTADOS	DESEQUILIBRIO PROVOCADO				
	I	II	III	IV	V
P. IZQUIERDO	2g/272º	2g/168º	1g/42º	1g/20º	2g/25º
P. DERECHO	0,5g/213º	1g/127º	1g/210º	1,5g/132º	2,5g/22º

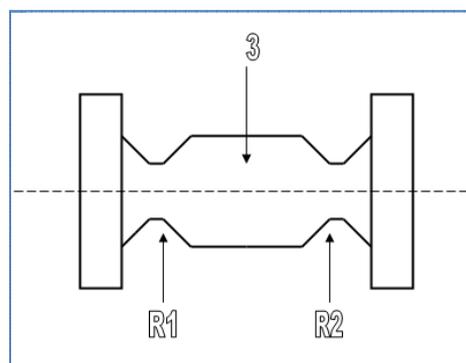
→ Será válido cualquier resultado de equilibrio el eje igual o por debajo del margen de desequilibrio establecido de 2,5 g en cada lado

### 2.3. MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN TRES MÁQUINAS

En este caso la temperatura, sonido y vibraciones se indican por máquina:

#### 2.3.1. AFILADORA

TEMPERATURA



Puntos de medida de la temperatura

TEMPERATURA [°C]	R1	R2	3
Sin tornillos	39,4	39,5	47,6
1 tornillo	40,2	40,8	48,9
2 tornillos seguidos	22,3	22,2	23,2
2 tornillos en diagonal	24,8	24,4	27,5
3 tornillos	23,0	23,0	26,4
4 tornillos	24,1	23,8	27,3

- Las dos primeras situaciones se realizaron con la máquina en caliente. Lo que interesa es saber en que puntos se mide mayor temperatura y la evolución entre la primera y la última toma tras realizar un barrido sin detener la máquina

#### SONIDO

COMBINACIÓN TORNILLOS AFILADORA	L <sub>Amax</sub> [dB]	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AE</sub> [dB]
Sin tornillos	75,1	74,0	84,0
1 tornillo	83,3	78,9	88,9
2 tornillos seguidos	80,8	79,5	89,5
2 tornillos en diagonal	78,0	73,4	84,4
3 tornillos	78,2	77,2	88,2
4 tornillos	74,7	72,2	82,2

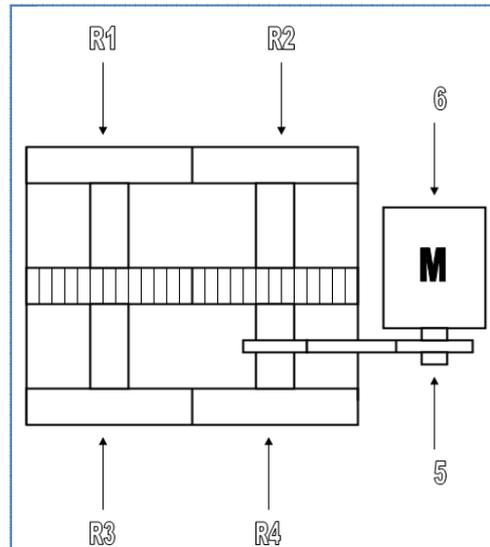
- Aquí, el punto de medida se establece a unos 10/15 cm del motor

#### VIBRACIONES

- Los resultados procedentes de las vibraciones obtenidas se han almacenado en una carpeta zip para poder observarse mejor a través del Trendline
- También se guarda la plantilla de la configuración del punto de medición de esta máquina para introducirlo en el Detector cuando haga falta

## 2.3.2. MÁQUINA NUEVA

## TEMPERATURA



Puntos de la medición de temperatura

- A. Eje correcto
- B. Rodamiento dañado
- C. Disco con tornillo en diámetro interior
- D. Disco con tornillo en diámetro exterior

Tª [°C]	A	B	C	D
R1	30,2	21,2	24,2	26,07
R2	31,7	23,2	24,1	24,80
R3	30,3	22,2	22,13	23,27
R4	36,8	23,1	24,40	24,60
5	39,1	25,7	27,47	31,33
6	25,3	20,3	20,00	20,47

- Al igual que en anterior caso de medición de temperatura interesa ver la evolución de la temperatura conforme se realice la medición. Lo de arriba solo indica las zonas donde se genera mayor o menor temperatura

## SONIDO

MODULO COLOCADO EN LA MAQUINA NUEVA	$L_{Amax}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{AE}$ [dB]
Eje en perfectas condiciones	93,6	91,6	101,6
Eje con un rodamiento lateral dañado	95,0	92,0	102,0
Eje con su engranaje roto (NO)	99,3	94,7	104,7
Eje con disco y tornillo colocado en $\varnothing_{INTERIOR}$	97,1	94,3	104,3
Eje con disco y tornillo colocado en $\varnothing_{EXTERIOR}$	96,7	93,3	103,3

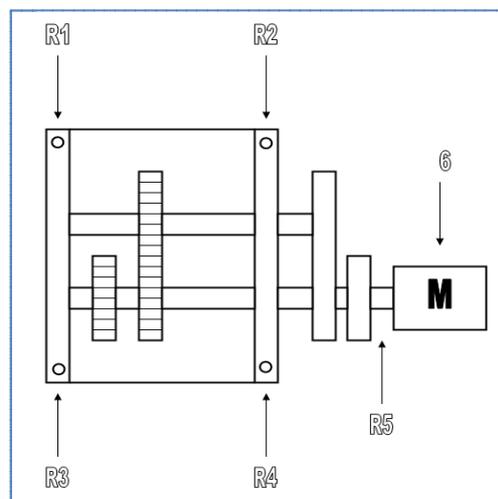
- El punto de medida se establece a unos 20 cm apuntando con el micrófono hacia la cara frontal del motor
- La medición del engranaje roto no se realizará en la práctica

## VIBRACIONES

- Los resultados procedentes de las vibraciones obtenidas se han almacenado en una carpeta zip para poder observarse mejor a través del Trendline
- También se guarda la plantilla de la configuración del punto de medición de esta máquina para introducirlo en el Detector cuando haga falta

## 2.3.3. SIMULADOR

## TEMPERATURA



Puntos de la medición de temperatura

- A. Eje correcto
- B. Engranaje roto
- C. Rodamiento dañado

Tª [°C]	A	B	C
R1	30,2	23,7	21,9
R2	34,20	22,8	23,4
R3	28,93	22,5	20,8
R4	33,93	21,5	22,6
R5	39,53	21,6	22,8
6	28,13	19,7	21,1

- De nuevo interesa ver la evolución de las medidas con el uso de la máquina, en este caso la máquina se encontraba en reposo en toda situación

#### SONIDO

COMBINACIÓN SIMULADOR	L <sub>Amax</sub> [dB]	L <sub>Aeq</sub> [dB]	L <sub>AE</sub> [dB]
Eje correcto	91,4	90,3	100,3
Engranaje roto	91,5	89,9	99,9
Rodamiento dañado	96,0	97,7	107,7

- El punto de medida se establece a unos 15 cm apuntando con el micrófono hacia la cara frontal del motor

#### VIBRACIONES

- Los resultados procedentes de las vibraciones obtenidas se han almacenado en una carpeta zip para poder observarse mejor a través del Trendline
- También se guarda la plantilla de la configuración del punto de medición de esta máquina para introducirlo en el Detector cuando haga falta

### 2.4. MONTAJE Y DESMONTAJE DEL CONJUNTO

Verificar el estado del montaje tras su manipulación para ver que todo está en su sitio