



# **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

## **ALINEACIÓN**



### Descripción



- La **alineación** es el proceso mediante el cual la línea de centros del eje de un elemento de maquinaria, por ejemplo un motor, se hace coincidir con la prolongación de la línea de centros del eje de otra máquina acoplada a ella, por ejemplo, una bomba .
- El alineamiento es una técnica que busca la calidad en el montaje de las máquinas rotativas. Sus fines son:
  - Lograr un buen posicionamiento entre ejes.
  - La eliminación de esfuerzos no deseados.
  - La descarga de los órganos de apoyo de los equipos.
  - La duración del servicio.
  - Ahorro económico por disminución de roturas, deterioros y stocks de almacenamiento.
  - Mayor disponibilidad de servicio



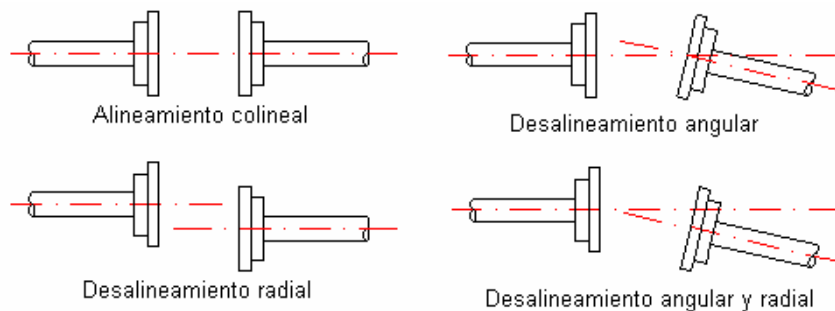
## Descripción



- ❑ La falta de alineamiento ocasiona excesivas fuerzas axial y radial en los cojinetes, lo cual conlleva:
  - Recalentamiento y desgaste prematuro de los cojinetes.
  - Sobrecargas en el motor.
  - Desgaste prematuro en las empaquetaduras o sellos mecánicos del eje.
  - Posibilidad de rotura del eje debido a fatiga.
  - Chirridos y ruidos extraños.
  - Vibraciones, las cuales son a su vez causa del desalineamiento, creando un círculo vicioso que termina por arruinar el equipo.



## Tipos de desalineamiento





## Métodos de alineamiento



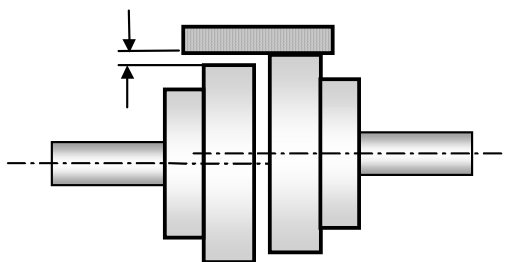
- Regla y nivel.
- Reloj radial y galgas (o micrómetro).
- Cara y borde (reloj radial y axial).
- Indicadores alternados (relojes radiales en ambos ejes).
- Reloj radial y dos relojes axiales a 180°.
- Relojes axiales.
- Sistema de rayo láser.



## Regla y Nivel



- Es un sistema de alineamiento rápido, utilizado en los casos en los que los requisitos de montaje no son exigentes, dado que es poco preciso .



### Ventajas

Rapidez

### Inconvenientes

Induce todos los errores posibles



## Regla y Nivel



El proceso de alineamiento es como sigue:

- ◆ Los ejes, con los platos calados, se aproximan hasta la medida que se especifique.
- ◆ Con una regla de acero y un nivel, se sitúan en las generatrices laterales que podemos denominar Este y Oeste (o 3 y 9) y se irá corrigiendo hasta que los consideremos alineados.
- ◆ Se comprueba el paralelismo de los platos midiendo en cuatro puntos a 90°.
- ◆ Si en el plano Norte-Sur no tenemos el nivel a cero, quiere decir que el mecanismo está “CAÍDO” o “LEVANTADO”, por lo que habrá que colocar forros donde se necesite para que los dos platos queden paralelos



## Alineación mediante reloj radial y galgas



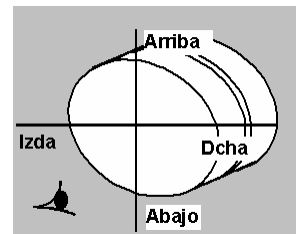
- **En primer lugar se busca corregir la desalineación angular con la ayuda de las galgas.** El objetivo es que los dos platos del acoplamiento estén en el mismo plano. También se pretende, con las dieciséis medidas, compensar los errores de medida debidos a huelgo axial; sino con cuatro medidas bastaría. Los pasos a seguir son los siguientes:
  1. Se mide con las galgas la distancia entre los platos del acoplamiento en las posiciones que hemos denominado “izquierda”, “derecha”, “arriba” y “abajo”.
  2. Se mueven conjuntamente los dos árboles 90°, repitiendo las 4 medidas del paso anterior. Se opera igual para 180° y 270°.
  3. Los valores así obtenidos se colocan en una tabla como la siguiente y se calculan los promedios.
  4. Se conseguirá el alineamiento si: **Izquierda = Derecha = Arriba = Abajo**



## Alineación mediante reloj radial y galgas



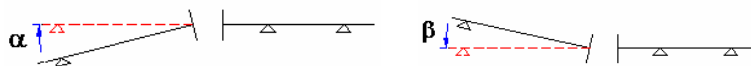
	Izda	Dcha	Arriba	Abajo
Medida 1: 0°				
Medida 2: 90°				
Medida 3: 180°				
Medida 4: 270°				
Suma=(1+2+3+4)				
Media=(1+2+3+4)/4				



## Alineación mediante reloj radial y galgas



- Puede suceder que el plano del plato no sea perpendicular al eje, lo que puede generar otro tipo de error llamado "error de plano". Este error se detecta una vez hecha la corrección al tomar de nuevo la serie de medidas indicadas en el punto 3. Si la media de las cuatro columnas coincide (confirmando que el desalineamiento angular se ha corregido), pero no coinciden los valores de las columnas para cada medida, hay error de plano.
- En la práctica se corrigen primero los errores angulares en el plano vertical y luego en el horizontal. Es decir, primero corregimos verticalmente un ángulo  $\alpha$  para que arriba = abajo, y después corregimos horizontalmente un ángulo  $\beta$  para que derecha = izquierda.

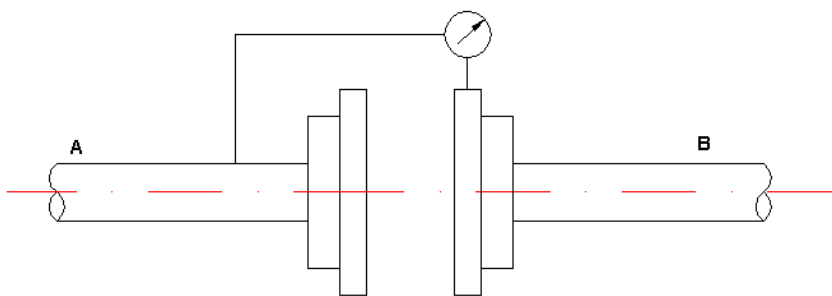


Plano vertical

Plano horizontal



**Una vez corregida la  
desalineación angular se busca  
corregir la desalineación radial  
utilizando un reloj comparador**



Medida de la desalineación radial con reloj comparador



## Alineación mediante reloj radial y galgas



- Los platos se giran conjuntamente y se lee el marcador en las posiciones izquierda, derecha, arriba y abajo. Las medidas indicarán una posición correcta de B respecto de A si se cumple:

**izquierda = derecha = arriba = abajo**

- Es conveniente repetir para medir la posición relativa del eje A respecto a B. En la figura siguiente se indica lo que se mide cuando se utiliza un reloj comparador. Se tiene un árbol B desalineado hacia abajo una distancia H respecto del árbol A. La base del reloj está sobre el eje B; por tanto éste es el referente que se toma para la medida.

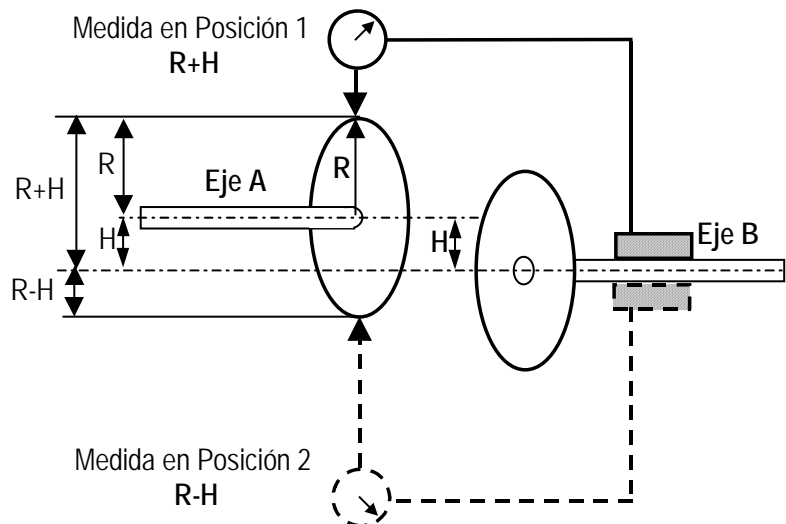
La diferencia entre las medidas en ambas posiciones, es la diferencia de lectura del reloj. Así :

$$(R-H) - (R+H) = -2H$$

Es decir, si en la posición 1 el reloj se pone a cero, en la posición 2 el reloj marcará  $-2H$ , lo que significa que *se lee el doble de la desalineación existente entre ambos árboles.*



## Alineación mediante reloj radial y galgas





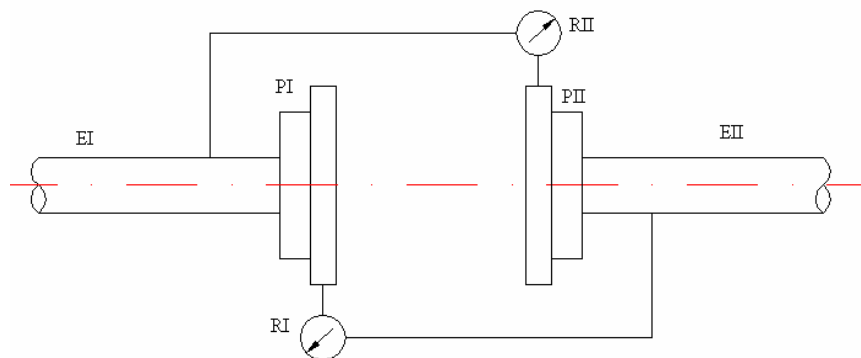
## Alineación mediante cara y borde



- ❑ Este método conocido también como de reloj radial y axial, presenta características similares al caso anterior.
  - ❑ Ventajas: las mismas que en el anterior
  - ❑ Inconvenientes
1. Marcar sobre la superficies de uno de los semiacoplamientos un punto de referencia y otros 3 más a  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , respectivamente.
  2. Montar dos relojes comparadores, uno con su palpador apoyado en el exterior de un plato y su soporte asegurado en el eje de la otra máquina, ocupando la posición de  $0^\circ$ , y el otro colocado en la dirección contraria y en la posición de  $180^\circ$
  3. Anotar las lecturas que se obtienen en ambos relojes comparadores en las posiciones de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$  en el lugar correspondiente de la ficha de trabajo.
  4. Se procede a la determinación de la desalineación en el plano vertical. Sobre el papel milimetrado, se traza el árbol EI de la máquina estacionaria en una posición arbitraria, situando respecto a él la posición de los platos PI y PII y de sus apoyos
  5. Con las lecturas en las posiciones  $0^\circ$  y  $180^\circ$  del reloj RII conocemos la distancia dII (posición relativa del eje EII respecto del eje EI en el plano de medida PI), de forma que podemos situar el punto II



## Alineación mediante relojes radiales alternados



Montaje para el alineamiento con dos relojes comparadores



## Alineación mediante relojes radiales alternados



- La desalineación en este método se determina gráficamente definiendo las posiciones relativas de las líneas de ejes. Los pasos a seguir son los siguientes:
  1. Marcar sobre la superficies de uno de los semiacoplamientos un punto de referencia y otros 3 más a  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$ , respectivamente.
  2. Montar dos relojes comparadores, uno con su palpador apoyado en el exterior de un plato y su soporte asegurado en el eje de la otra máquina, ocupando la posición de  $0^\circ$ , y el otro colocado en la dirección contraria y en la posición de  $180^\circ$
  3. Anotar las lecturas que se obtienen en ambos relojes comparadores en las posiciones de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  y  $270^\circ$  en el lugar correspondiente de la ficha de trabajo.
  4. Se procede a la determinación de la desalineación en el plano vertical. Sobre el papel milimetrado, se traza el árbol EI de la máquina estacionaria en una posición arbitraria, situando respecto a él la posición de los platos PI y PII y de sus apoyos
  5. Con las lecturas en las posiciones  $0^\circ$  y  $180^\circ$  del reloj RII conocemos la distancia dII (posición relativa del eje EII respecto del eje EI en el plano de medida PI), de forma que podemos situar el punto II



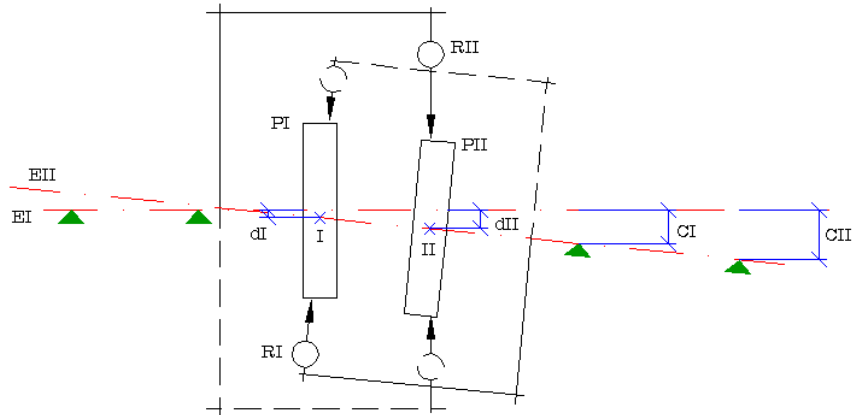
## Alineación mediante relojes radiales alternados



6. Con las lecturas en las posiciones  $0^\circ$  y  $180^\circ$  del reloj RI conocemos la distancia dI, (posición relativa del eje EI respecto del eje EII en el plano de medida PII), de forma que podemos situar el punto I. Uniendo los puntos I y II definimos la proyección sobre el plano vertical del eje EII. De esta forma obtenemos la posición relativa del eje EII respecto al EI. Si situamos ahora sobre EII sus apoyos podremos ver gráficamente las distancias CI y CII, que representan las correcciones en los apoyos de EII necesarias para un correcto alineamiento.
7. De forma análoga, pero considerando las lecturas de las posiciones  $90^\circ$  y  $270^\circ$ , se procede al alineado en el plano horizontal.



## Alineación mediante relojes radiales alternados



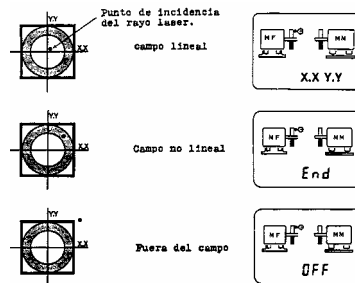
Alineamiento en el plano vertical con reloj



## Sistema de alineamiento por láser Optalign



- El procedimiento para alinear con este equipo es el siguiente:
- 1. En primer lugar se procede al ajuste del emisor/detector y del prisma. Tanto el sistema transductor, que contiene al láser y al detector de posiciones, como el prisma, se deslizan y posicionan sobre las columnas de las fijaciones. El rayo láser visible facilita el ajuste inicial del prisma, incluso a grandes distancias, buscando su reflexión en el detector de posiciones. El detector emite las coordenadas de recepción del rayo láser al computador (tecla "M" de medida pulsada), solamente cuando el rayo reflejado por el prisma cae dentro de su campo interior linealizado. Su resolución es de  $1 \mu\text{m}$ .





## Sistema de alineamiento por láser Optalign



2. Pulsando la tecla "DIM", se introducen las medidas de la máquina. El equipo va pidiendo las medidas necesarias.
3. Medición. Se mide pulsando la tecla "M" en por lo menos tres posiciones a 90° de giro conjunto de los árboles. El inclinómetro indica la posición exacta. En caso de obstrucciones visuales existe una función especial de lectura con una rotación de sólo 90°. Cualquier desalineado de los ejes es causa de que el rayo reflejado se separe de su posición original en el centro del detector. Las lecturas efectuadas por el detector de estos movimientos del rayo láser entran en la computadora, que los emplea junto con las dimensiones de la máquina para calcular el desalineado de los ejes.
4. Resultados en el acoplamiento. Pulsar la tecla "acoplamiento" para que aparezca en pantalla el desalineado en el acoplamiento, con una precisión de 0,01 mm. Se indican en vistas horizontales y verticales el desplazamiento paralelo y la angularidad en el acoplamiento. Además sirve para comprobar si la alineación está dentro de las tolerancias.
5. Corrección de los apoyos. Si la alineación está fuera de las especificaciones, pulsar la tecla de "pie de máquina" para obtener los valores de corrección, que incluyen la compensación de las dilataciones térmicas si hay valores de desalineado intencional.



## Especificaciones y tolerancias



- Las especificaciones son los datos de las posiciones en el montaje.
- Indican las posiciones relativas de los ejes, incluyendo compensaciones correspondientes a las alteraciones de puesta en servicio por variación de temperatura, levantamientos de eje, anulación de flechas, desplazamientos de funcionamiento, etc.
- Las tolerancias son los márgenes de error admitidos a especificaciones de montaje.

Desplazamiento rpm	Excelente		Aceptable	
	mils	mm	mils	mm
0000-1000	3,0	0,07	5,0	0,13
1000-2000	2,0	0,05	4,0	0,10
2000-3000	1,5	0,03	3,0	0,07
3000-4000	1,0	0,02	2,0	0,04
4000-5000	0,5	0,01	1,5	0,03
5000-6000	<0,5	<0,01	<1,5	<0,03
Error angular rpm	Excelente		Aceptable	
	mils"	mmv/100	mils"	mmv/100
0000-1000	0,6	0,06	1,0	0,10
1000-2000	0,5	0,05	0,8	0,08
2000-3000	0,4	0,04	0,7	0,07
3000-4000	0,3	0,03	0,6	0,06
4000-5000	0,2	0,02	0,5	0,05
5000-6000	0,1	0,01	0,4	0,04