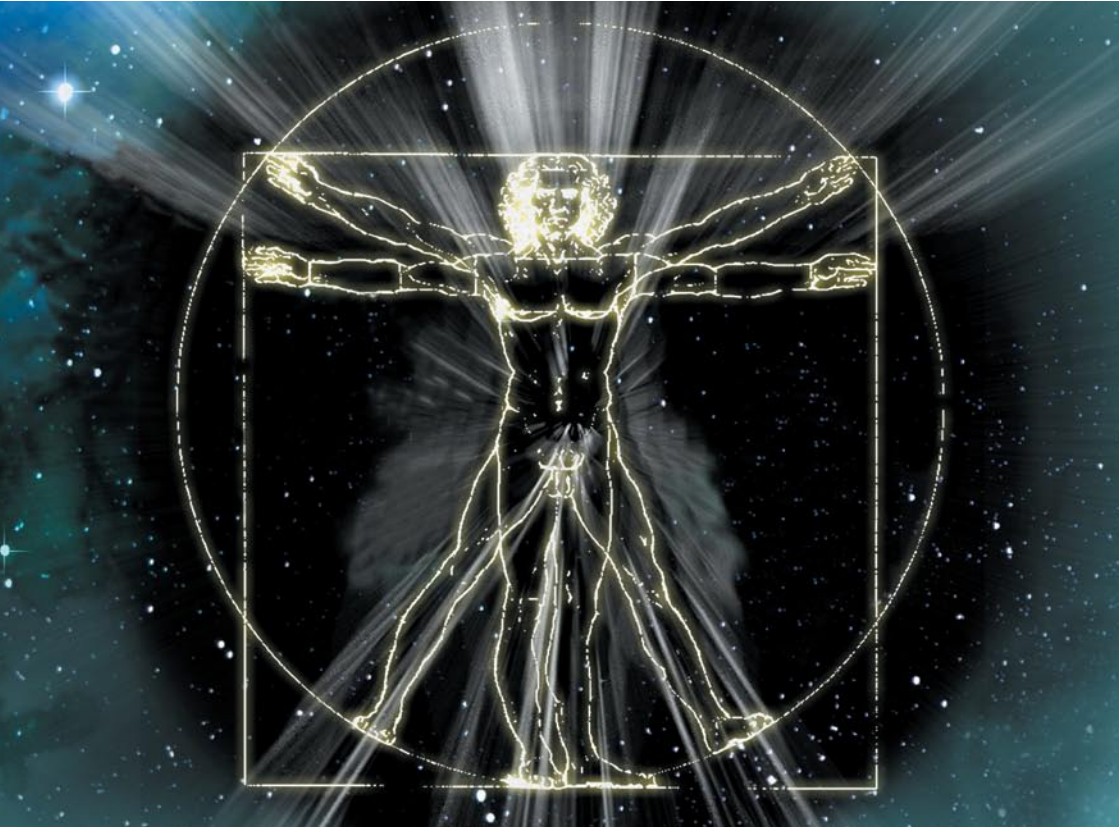


El arte de la ergonomía



Contenido

1. ¿Qué es Ergonomía?	4
2. ¿Por qué Ergonomía?	4
3. Diseño de la Empuñadura	5
3.1 Empuñadura de arco	6
3.2 Empuñaduras de pistola	7
3.3 Empuñaduras rectas	8
3.3.1 Atornilladores y taladros	8
3.3.2 Amoladoras y aprietatuercas angulares	9
4. Gatillos	10
4.1 Gatillo con un dedo	10
4.2 Gatillo con dos dedos	10
4.3 Gatillo con el pulgar	11
4.4 Gatillo palanca	11
4.5 Arranque por empuje	11
4.6 Gatillo de banda	11
5. Reacción de par en herramientas de apriete	12
5.1 Llaves de Impacto	12
5.2 Herramientas de Impulso	12
5.3 Herramientas neumáticas con desconexión	13
5.4 Aprietatuercas eléctricos	13
5.5 Barras de reacción	14
5.6 Equilibradores	14
6. Sonido	15
6.1 ¿Qué es el sonido?	15
6.2 ¿Cómo nos afecta el sonido?	15
6.3 Medidas para establecer los valores de emisión de ruido	16
6.4 Regulaciones sobre Salud y Seguridad	16
6.5 Directiva sobre Los Agentes Físicos (Ruido)	16
7. Fuentes de ruido en herramientas neumáticas	17
7.1 Ruido del proceso	17
7.2 Ruido del flujo de aire	17
7.3 Ruido inducido por vibraciones	17
8. Métodos de reducción de ruido	18
8.1 Ruidos del proceso	18
8.2 Ruido del flujo de aire	19
8.3 Ruido inducido por vibraciones	20
8.4 Control del ruido en el puesto de trabajo	20

9. Vibración en herramientas manuales.....	21
9.1 ¿Qué es vibración?	21
9.2 ¿Por qué preocupa la vibración	21
9.3 Medidas para establecer los valores de emisión de vibración	22
9.4 Regulaciones sobre Salud y Seguridad.....	22
9.5 Directiva sobre los Agentes Físicos (Vibración)	23
10. Fuentes de vibración.....	23
11. Reducir vibraciones en herramientas manuales.....	24
11.1 Amoladoras	24
11.2 Amoladoras de troqueles.....	25
11.3 Amoladoras angulares y verticales	25
11.4 Turboamoladoras	25
11.5 Herramientas de percusión	26
11.6 Martillos cinceladores.....	26
11.7 Martillos Remachadores	27
11.8 Sufrideras	27
11.9 Desincrustadores.....	27
11.10 Llaves de impacto y herramientas de impulso.....	28
12. Motores exentos de aceite.....	28
13. Control del polvo	29
13.1 ¿Por qué controlar el polvo?	29
13.2 Salud	29
13.3 Como controlar el polvo.....	29
14. Sistemas de Extracción de polvo para herramientas	30
14.1 Lijadoras de disco.....	30
14.2 Lijadoras orbitales y roto-orbitales.....	30
14.3 Amoladoras de centro hundido	30
14.4 Amoladoras rectas	30
14.5 Amoladoras de troqueles	31
14.6 Amoladoras con tambor recubierto de diamante	31
14.7 Taladradoras.....	31
14.8 Martillos Cinceladores.....	31
15. Fuentes de Aspiración	32
15.1 Instalación de sistemas de extracción.....	32

1. ¿Qué es Ergonomía?

Ergonomía es una ciencia relativamente nueva que combina principalmente conocimientos de tres disciplinas: ciencias humanas, ciencias relativas al trabajo y ciencias de la producción. La Ergonomía describe una complicada interacción entre el operario y su ambiente de trabajo. Las herramientas neumáticas con un buen diseño ergonómico son un elemento esencial para lograr un buen y ergonómico lugar de trabajo. Al mismo tiempo, éstas son solo uno de los muchos factores que contribuyen al mismo.

2. ¿Por qué Ergonomía?

En un mercado tan competitivo como el de hoy, es primordial conseguir una alta productividad, con una buena calidad de producción. Muchas empresas ya se han dado cuenta de lo mucho que puede contribuir un puesto de trabajo ergonómico para conseguir estos objetivos.

Cada vez más empresas van siendo conscientes de que un trabajo que conlleve incidentes cuesta mucho dinero. No sólo costes por la rehabilitación de las personas lesionadas, sino también por la pérdida de productividad y por los problemas de calidad que conlleva un puesto de trabajo con una mala ergonomía.

Estudios publicados indican que estos costes son con frecuencia bastante mayores que los costes directos por rehabilitación. Teniendo ésto en cuenta, un buen diseño ergonómico tanto del puesto de trabajo, como de las herramientas, puede ahorrar a las empresas una buena cantidad de dinero.

Tanto los puestos, como los modos de trabajo, deben estar diseñados para evitar la exposición del operario a innecesarias cargas físicas, ruido, vibración y polvo.

Las herramientas manuales son de particular importancia ya que son el enlace directo entre el operario y el proceso.

El objetivo de esta guía de bolsillo es dar a conocer al lector algunos aspectos sobre como pueden diseñarse las herramientas manuales para evitar fatiga innecesaria al operario.

3. Diseño de la Empuñadura

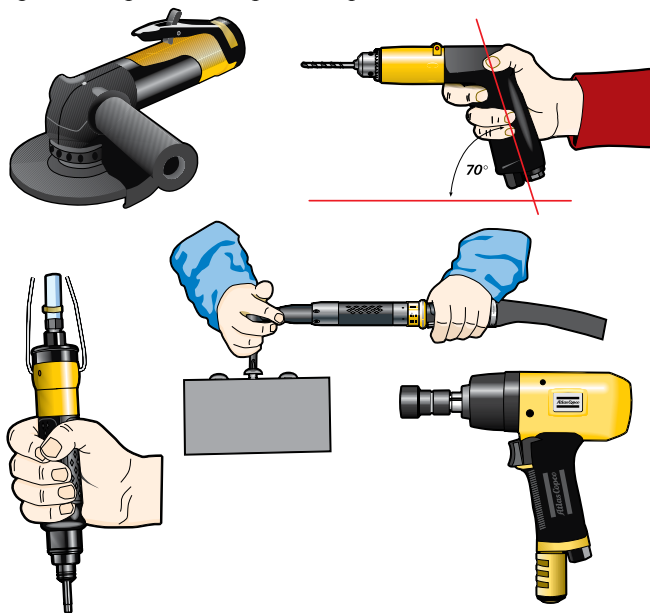
La empuñadura es el enlace entre el operario y la herramienta. Todas las fuerzas que conlleva la ejecución del trabajo se transmiten entre la mano y la empuñadura. Por tanto, un diseño ergonómico de la empuñadura es vital para fabricar una herramienta que transmita el mínimo de fatiga al operario.

Para asegurar la posición óptima para transmitir las fuerzas entre la mano y el brazo, la muñeca debe mantenerse recta. También es importante reducir en todo lo posible las fuerzas de torsión y flexión que soporta la muñeca.

Dado el número de posturas de trabajo diferentes, muchas herramientas se fabrican con diversos tipos de empuñadura.

Todas herramientas deben diseñarse para una alta relación potencia/peso. Las herramientas pesadas no solo aplican más carga sobre la muñeca, sino que también hacen más difíciles los trabajos de precisión.

Esta sección describe el diseño de diferentes empuñaduras y explica las aplicaciones para las que deben usarse.



Hay muchos diseños diferentes de empuñadura. Es importante elegir el mejor diseño para cada aplicación.

3.1 Empuñadura de Arco

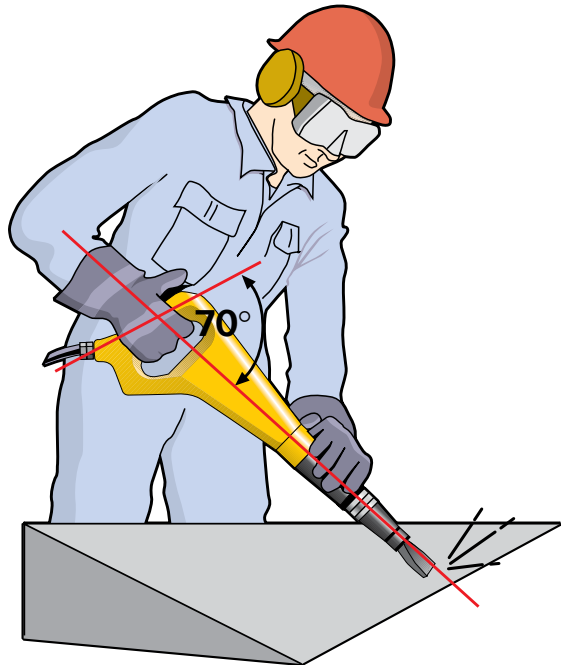
Este tipo de empuñadura se usa para transmitir altas fuerzas de empuje sin producir reacción de par en la muñeca. Para conseguirlo, la empuñadura debe estar diseñada de modo que garantice que la fuerza de empuje se transmita a través de la línea central del brazo y la muñeca.

El ángulo natural de la empuñadura es independiente del tamaño de la mano. Este ángulo es aproximadamente de 70 grados.

Diseñando la empuñadura con este ángulo, los músculos que estabilizan la muñeca están en la posición óptima.

La limitación de este diseño es que el peso de la herramienta se sitúa delante de la mano. Si se utilizase con una sola mano, la herramienta aplicaría bastante fuerza de flexión en la muñeca, lo que no es deseable.

Esta empuñadura es ideal para martillos cinceladores y remachadores de gran tamaño.



La empuñadura de arco es ideal para herramientas que requieren altas fuerzas de empuje.

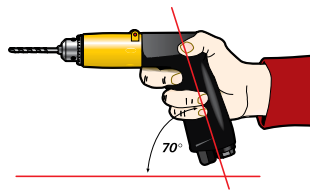
3.2 Empuñadura de Pistola

La empuñadura de pistola se usa para acortar la longitud de la herramienta reduciendo así la carga de flexión en la muñeca. Manteniendo la distancia entre la mano y la pieza de trabajo lo más corta posible permite realizar trabajos de precisión de forma eficaz.

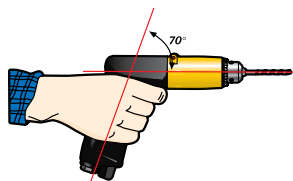
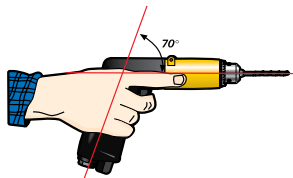
Hay dos formas diferentes para diseñar una empuñadura de pistola. Por ej. en taladros donde se requieren altas fuerzas de empuje, esta empuñadura se coloca en la parte posterior de la pistola consiguiendo un buen agarre. En herramientas de impulso donde las fuerzas de empuje son normalmente bajas, la empuñadura se coloca hacia el centro, situando el centro del peso de la herramienta directamente encima de la empuñadura. Esta empuñadura de aprietatuercas mantiene al mínimo las fuerzas de flexión sobre la muñeca.

Las empuñaduras de taladros para un empuñamiento alto deben tener un ángulo de 70° . Este es el mejor ángulo para la muñeca cuando se transmiten altas fuerzas de empuje a la herramienta. Sin embargo, muchas veces se usa un empuñamiento bajo, por ejemplo, cuando se usa un taladro como atornillador. Es por tanto importante hacer la empuñadura de pistola lo suficientemente larga para que permita un empuñamiento bajo.

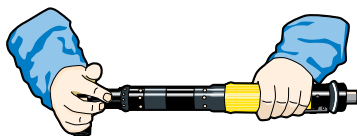
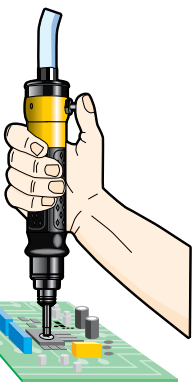
- El empuñamiento alto mantiene recta la línea brazo-muñeca cuando se aplican altas fuerzas de empuje.
- El empuñamiento bajo se usa para transmitir fuerzas de torsión más confortablemente a la muñeca.



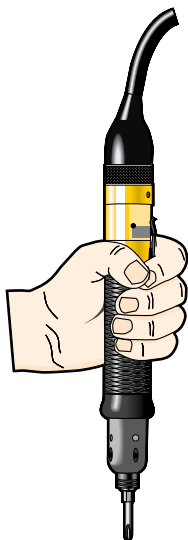
En herramientas con fuerzas de empuje altas es mejor un empuñamiento alto. Con solo fuerzas de torsión, es mejor con la empuñadura hacia adelante para reducir la reacción del peso de la herramienta en la muñeca.



Las dos posiciones de la mano posibles en una empuñadura de pistola.



Las empuñaduras rectas se usan tanto en pares de torsión como en aplicaciones de par de palanca.



Para atornilladores, normalmente usados por mujeres, el mejor diámetro de empuñadura es 34 mm.

3.3 Empuñaduras rectas

Con diámetros de empuñadura de 38 mm para hombres y 34 mm para mujeres se consigue el agarre más fuerte con el menor cansancio de la mano. Al diseñar una herramienta se debe considerar el sexo del posible operario.

El siguiente aspecto a considerar es si la herramienta produce par de torsión en la mano (atornilladores y taladros) o par de palanca en muñeca y brazo (amoladoras y aprietatuercas angulares).

3.3.1 Atornilladores y Taladros

Para herramientas usadas en montajes ligeros se debe perseguir un diámetro de 34 mm. Esto es porque en esta actividad muchos operarios son mujeres. Como el empuñamiento del hombre suele ser más fuerte, les afecta menos la pequeña desviación del diámetro óptimo para ellos.

Para aplicaciones como taladrado, donde dominan los operarios varones, debe usarse un diámetro de 38 mm.

Los pares altos se manejan mejor con la fuerza de empuñamiento más baja, si la empuñadura tiene un diseño ergonómico. La superficie debe tener un revestimiento visco-elástico de alto rozamiento. La textura debe permitir su ventilación y una forma delgada permitirá que todos los dedos agarren por igual.

Para mayor facilidad de movimiento y reducir la carga sobre la muñeca, la herramienta debe mantenerse corta, con el centro del equilibrio en el lugar donde se empuña. Los trabajos de precisión se agilizan manteniendo la distancia entre la mano y la pieza de trabajo lo más corta posible.



Para taladrado, debe usarse un diámetro de empuñadura de 38 mm.

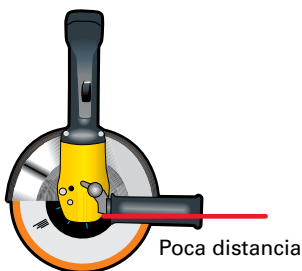
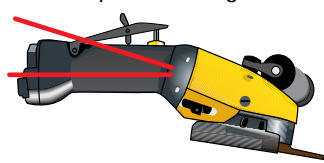
3.3.2 Amoladoras y aprietatuercas angulares

En aprietatuercas angulares, particularmente en herramientas con par alto, es importante asegurar un empuñamiento firme de la herramienta. Como estas herramientas son usadas principalmente por hombres, el diámetro de empuñadura más adecuado es de 38 mm.

Con amoladoras de troqueles, las fuerzas de reacción sobre mano y muñeca normalmente son más bajas que con otras herramientas, pero se usan durante períodos de tiempo más largos. El grado de confort del operario se puede mejorar haciendo la empuñadura de un material aislante que proteja la mano de la fría temperatura del aire de escape.

En amoladoras grandes que requieren el manejo con las dos manos y altas fuerzas de empuje, es importante que tengan un diseño de empuñadura ergonómico. La empuñadura auxiliar debe ser ajustable. La empuñadura principal es preferible que sea angular, procurando un ángulo más natural de la muñeca. La distancia desde la empuñadura auxiliar al punto de amolado debe ser corta para reducir la reacción del par en la muñeca.

Empuñadura angular

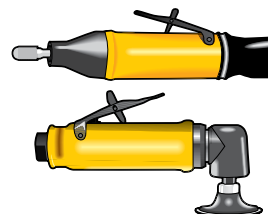


La GTG 21 está diseñada para la mejor ergonomía.

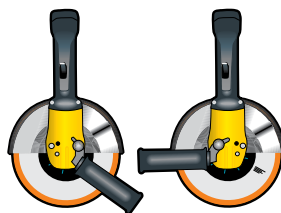
Hoy en día, la mayoría de las empuñaduras están cubiertas con un material visco-elástico. Las hace más confortables, se mejora la fricción y transmiten menos frío.



Para aprietatuercas angulares el diámetro de empuñadura debe ser preferiblemente de 38 mm.



En amoladoras de troqueles es importante aislar la superficie de la empuñadura del frío aire de escape.



Ponga la empuñadura auxiliar en la posición más adecuada.



Usando la llave se asegura a un fuerte soporte trípode



El uso de material visco-elástico en la superficie de la empuñadura es ya estándar.

4. Gatillos

La elección del gatillo está estrechamente relacionada con el diseño de la empuñadura y la función de la herramienta. En la siguiente sección se describen los diferentes tipos de gatillos.

4.1 Gatillos de dedo

Usados principalmente en empuñaduras de pistola donde el gatillo puede accionarse sin que afecte al agarre del mango. El gatillo debe diseñarse para accionarlo con la parte central del dedo. Si se usa la punta del dedo se podrían dañar los tendones.



La empuñadura de taladradoras diseñada para altas fuerzas de empuje tiene un empuñamiento alto y un gatillo accionado con el dedo medio.

Las empuñaduras de atornilladores diseñadas para pares altos y fuerza de empuje limitada se suelen colocar debajo del cuerpo de la herramienta, cerca del centro de gravedad y con un gatillo accionado con el dedo índice.



En empuñaduras para un agarre alto, el gatillo se acciona con el dedo medio, mientras que con empuñaduras de agarre bajo los gatillos se accionan con el dedo índice.

Este tipo de gatillo da un control muy preciso sobre la velocidad de la herramienta. Para que el operario perciba correctamente la herramienta, el gatillo debe diseñarse para que al incrementar la presión en el gatillo, se incremente la velocidad de la herramienta.

Los gatillos de dedo se usan para operaciones que se repiten con frecuencia, para trabajos de precisión y para aquellos casos donde es necesario posicionar la herramienta antes de arrancarla.

4.2 Gatillo para dos dedos

En los aprietatuercas eléctricos Tensor, se usan gatillos de dos dedos. Usando dos dedos se reducen las fuerzas del gatillo. También se incrementa la flexibilidad ya que la mano del gatillo se puede mover a lo largo de la empuñadura y aun así tener un gatillo confortable para accionarlo con un dedo.



El gatillo de dos dedos en las Tensor ST da un alto grado de libertad al empuñar la herramienta.

4.3 Gatillo de dedo pulgar

Es un gatillo que se puede accionar al tiempo que se empuña firmemente la herramienta. Especialmente adecuados para herramientas tales como martillos cinceladores, donde se aplican fuerzas de empuje altas. En esta aplicación, el accionamiento del gatillo forma parte de la fuerza de empuje.

4.4 Gatillos tipo palanca

Con el arranque por palanca, el gatillo forma parte del empuñamiento del mango, dando gran estabilidad.

Ideal para operaciones de ciclos largos y trabajos que imponen altas fuerzas a la herramienta. Permiten posicionar la herramienta antes del arranque, y además se puede incorporar un dispositivo de seguridad en el gatillo sin que ésto afecte a su funcionamiento.

Los gatillos de palanca se usan en amoladoras, aprietatueras, taladradoras y atornilladores



Todas amoladoras grandes deben protegerse de arranques accidentales con un dispositivo de seguridad.

4.5 Arranque por empuje

Usados en principio en atornilladores rectos, donde son ideales para operaciones repetitivas de gran volumen. El gatillo se activa aplicando una fuerza de empuje en la herramienta y mantiene un empuñamiento estable todo el tiempo.

4.6 Gatillo de banda

El accionamiento se hace con fuerzas bajas en el gatillo. Se usan todos los dedos, con lo cual se reduce al mínimo la fatiga en la mano. Con este tipo de gatillo el empuñamiento de la herramienta es inestable. Sin embargo, es ideal para operaciones repetitivas que no exijan mucha precisión, como en aplicaciones con pistolas de soplado.



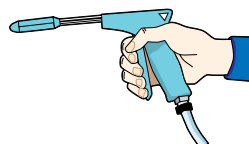
Gatillo de dedo pulgar en martillos cinceladores.



Aprietatueras angulares y amoladoras grandes llevan normalmente gatillo palanca.



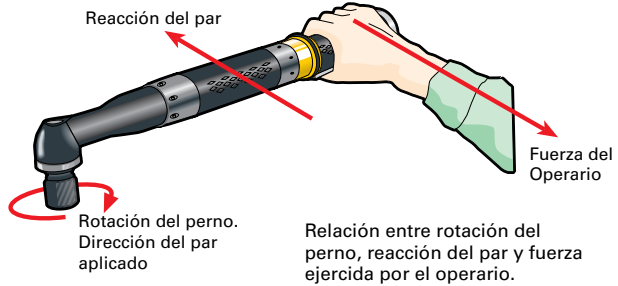
Muchos atornilladores llevan gatillo de arranque por empuje.



Gatillo de banda en una pistola de soplado.

5. Reacción de par en herramientas de apriete

La reacción de par es más evidente en las herramientas de apriete. Se produce por la fuerza de giro que se requiere para apretar un tornillo ó perno. Para contrarrestar la reacción de par, el operario debe aplicar una fuerza igual y opuesta sobre la empuñadura de la herramienta. En esta sección analizamos los diferentes tipos de herramientas de apriete.



5.1 Llaves de impacto

El mecanismo de apriete consiste en un martillo giratorio y un yunque en el cual se sitúa el perno. Durante la fase de aproximación, el martillo y el yunque giran como una sola unidad. Cuando encuentra resistencia, el yunque se para. Sin embargo, el martillo sigue girando por la acción del motor neumático. Cuando el martillo golpea sobre el yunque se aplica un par adicional al perno. La única reacción de par que tiene lugar en la empuñadura es la que se produce por la aceleración del martillo hasta que coge velocidad. Son herramientas muy rápidas y se pueden usar para pares de apriete muy altos (+5000 Nm) sin barra de reacción.

Las llaves de impacto pueden usarse en pares muy altos y aun así tienen una fuerza de reacción limitada.

5.2 Herramientas de impulso

Las herramientas de impulso funcionan según el mismo principio de las llaves de impacto, solo que el mecanismo de impacto mecánico está reemplazado por una unidad hidráulica (Ver sección Métodos de Reducción de Ruido de Proceso). Son herramientas compactas que pueden alcanzar pares elevados (500 Nm) sin barra de reacción. Las herramientas de impulso modernas tienen también una función que desconecta la herramienta cuando se alcanza el par correcto.

Las herramientas de impulso tienen el mismo bajo par de reacción y la ventaja de originar menos ruido y vibraciones que las llaves de impacto.

5.3 Herramientas neumáticas de tipo de desconexión

Estas herramientas tienen un mecanismo de embrague integrado en la línea de accionamiento. El embrague se libera a un par predeterminado y al mismo tiempo corta el suministro de aire al motor. Con un embrague de acción rápida la inercia inherente a la herramienta absorbe un gran porcentaje de la fuerza de reacción (en la mayoría de las condiciones de las juntas). Aunque no son tan compactas como las herramientas de impacto/impulso, son relativamente pequeñas y rápidas comparadas con las herramientas de tipo de ahogo. El máximo par que se puede manejar sin barra de reacción es de 100 Nm. En la mayoría de las aplicaciones se usan barras de reacción a partir de 50 Nm.

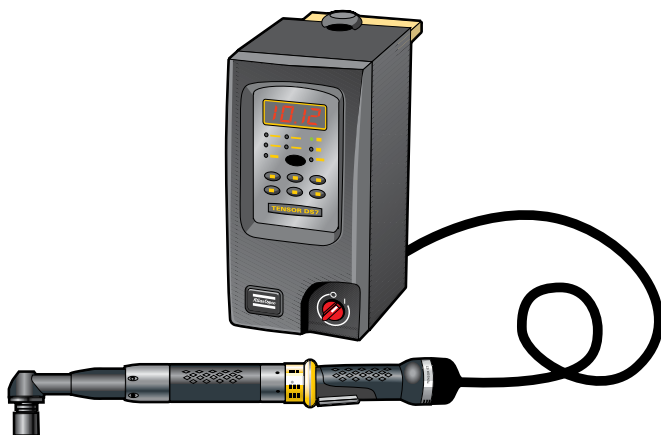
5.4 Herramientas eléctricas

Un aprietatuercas eléctrico se compone de la herramienta y su controlador. En el controlador se establecen los parámetros tales como desconexión, par, velocidad y ángulo de apriete, lo que posibilita sintonizar el sistema para cada tipo de junta. Esto significa que la reacción del apriete se puede reducir al mínimo.

Hoy en día, muchos de los grandes fabricantes de automóviles realizan los aprietes de pares más altos con herramientas eléctricas en lugar de neumáticas, con las que hay que usar algún tipo de barra de reacción.



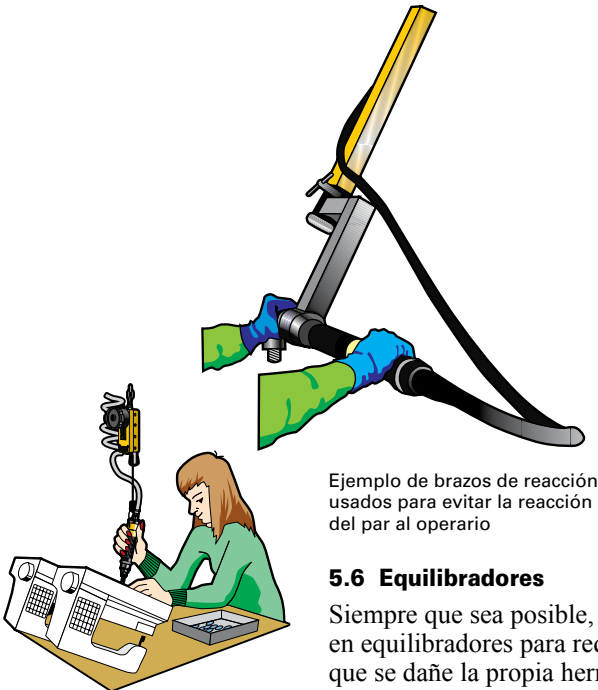
Las herramientas neumáticas angulares se usan normalmente sin barra de reacción hasta los 50 Nm



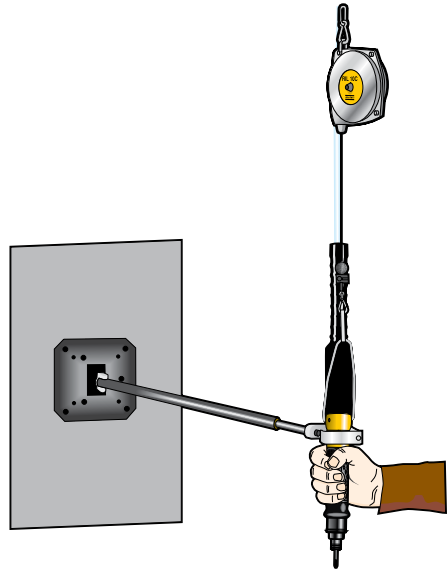
Un sistema de aprietatuercas eléctrico ofrece la posibilidad de seleccionar un número de parámetros para sintonizar el apriete con un buen confort para el operario.

5.5 Barras de reacción

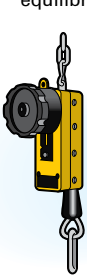
Para pares más altos deben introducirse medios que absorban las fuerzas de reacción. Existen varios sistemas, desde simples barras de reacción a avanzados brazos de reacción suspendidos del techo.



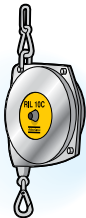
Ejemplo de brazos de reacción usados para evitar la reacción del par al operario



Banco de montaje de pequeños dispositivos eléctricos. Es una típica aplicación con atornilladores suspendidos de equilibradores.



Equilibrador Colibri de tipo tensión constante



Equilibrador RIL de tipo muelle.

5.6 Equilibradores

Siempre que sea posible, las herramientas se deben colocar en equilibradores para reducir la fatiga del operario, impedir que se dañe la propia herramienta y mantener ordenado el puesto de trabajo. Hay dos tipos de equilibradores entre los que elegir:

- Equilibrador de muelle estándar
- Equilibrador de tensión constante

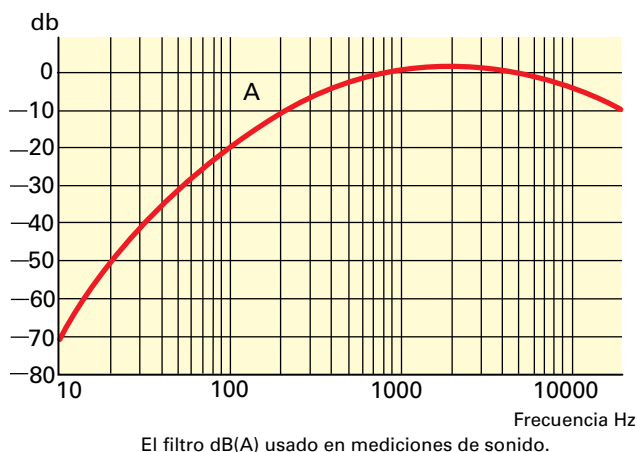
El equilibrador de muelle estándar aplica una fuerza en la herramienta que retrae ésta hacia la posición de espera. Cuanto más se extienda el cable más aumenta la fuerza. El operario debe vencer esta carga cada vez que usa la herramienta.

El equilibrador de tensión constante aplica una fuerza constante en la herramienta con independencia de la extensión del cable, lo cual reduce la carga en el operario. Este tipo de equilibrador tiene el inconveniente de que la herramienta ha de llevarse manualmente a la posición de espera.

6. Sonido

6.1 ¿Qué es el sonido?

El sonido es la capacidad del oído para detectar las variaciones en la presión de aire. La gama audible se mide en unidades denominadas decibelios (dB). La sensibilidad del sonido depende de la frecuencia de variación de presión. Para medir los niveles sonoros se utiliza un filtro que simula las características del oído. Este filtro es llamado filtro “A”. El ruido se describe normalmente en dB(A), lo que indica que se ha utilizado este filtro para la medición del sonido.

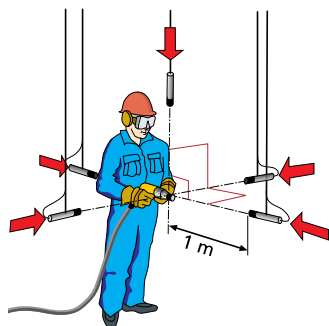


6.2 ¿Cómo nos afecta el sonido?

La exposición continuada a unos niveles de sonido altos destruye las células pilosas del oído sensibles al sonido, lo cual reduce la capacidad auditiva. Hasta cierto punto, el oído se puede proteger a sí mismo del ruido, amortiguando el movimiento de los huesos en el oído medio. Este mecanismo tarda en activarse aprox. 0.04 de segundo, por lo que el ruido de impulso que producen herramientas tales como las llaves de impacto y los remachadores puede resultar especialmente dañino.

Dado que el oído es uno de los principales sentidos del cerebro, incluso un nivel de ruido relativamente bajo, puede llegar a distraer la atención, lo que puede conducir a una pérdida de concentración y fatiga.

6.3 Medición para establecer valores de emisión de ruido



Las mediciones según ISO 15744 se realizan con 5 micrófonos a una distancia de 1 metro desde el centro de la herramienta

La mayoría de los fabricantes de herramientas usan el método de prueba ISO 15744 para medir el nivel de ruido de sus productos. Midiendo (en una cámara anecoica) en 5 puntos diferentes alrededor de la herramienta. De estos valores se obtiene el nivel sonoro de la máquina. Muchas herramientas se accionan en vacío con los accesorios suministrados montados. Este es el valor que encontrará como nivel de ruido declarado en los documentos suministrados con la herramienta.

Este valor es solo una indicación del nivel de ruido al que el operario estará sometido en una situación real de trabajo. Dado que cada herramienta puede ser usada en muchas aplicaciones diferentes, resulta imposible predecir cual será el nivel de ruido del proceso. También la distancia entre la herramienta y el oído del operario puede diferir de 1 metro, usado en la prueba.

Por ejemplo, en operaciones de atornillado, el ruido de la máquina será la mayor fuente de ruido en el lugar de trabajo. Sin embargo, en el amolado, el ruido de la herramienta solo es significativo en el arranque, la parada y cuando funciona en vacío. Durante el amolado el ruido del proceso será el que prevalezca.

6.4 Regulaciones sobre Salud y Seguridad

Las regulaciones sobre salud y seguridad están más enfocadas al ruido general en el lugar de trabajo. Aunque breves exposiciones a niveles muy altos de ruido pueden causar dolor y una pérdida de oído permanente, es la exposición prolongada a niveles de ruido relativamente altos lo que afecta a la mayoría de los trabajadores.

6.5 Directiva Los Agentes Físicos (Ruido)

En Febrero 2003 el European Parliament and Council publicó la Directiva 2003/10/EC para ser introducida en las leyes o regulaciones nacionales antes del 15 Febrero de 2006. Esta directiva regula la exposición de los trabajadores al ruido. La directiva introduce 3 valores: El valor más bajo de la acción, el más alto y el valor límite. Los valores se expresan en términos de valores de 8 horas en dB(A) y los valores punta en dB(C).

Valor	Valor en terminos de 8 horas dB(A)	Valor punta dB(C)
Valor de acción más bajo	80	135
Valor de acción más alto	85	137
Valor límite	87	140

Donde la exposición exceda el valor de acción más bajo, el empresario debe tener protectores individuales para los oídos a disposición de los operarios. Donde la exposición al ruido exceda el valor de acción más alto, deben usarse protectores auditivos. Bajo ninguna circunstancia la exposición del operario excederá el valor límite, teniendo en cuenta la atenuación que proporcionan estos protectores auditivos.

Con esta directiva todos los países de la Unión Europea tendrán regulaciones similares.

7. Fuentes de ruido en herramientas neumáticas

Hay tres principales fuentes de ruido asociadas con las herramientas neumáticas.

7.1 Ruido de proceso

Es el ruido producido por el contacto entre la máquina y la pieza de trabajo.

7.2 Ruido del flujo de aire

Existen dos tipos de ruido de flujo de aire:

Flujo de aire pulsatorio

Causado cuando una aleta pasa por un puerto de escape y el volumen de aire atrapado se expande en el escape.

Ruido aerodinámico

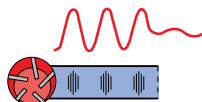
Generado cuando el aire pasa a alta velocidad por un orificio.

7.3 Ruido inducido por vibración

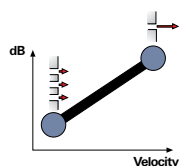
Cuando el flujo de aire pulsatorio produce vibración en la carcasa de la herramienta. El movimiento de la carcasa actúa como un altavoz, creando energía acústica.



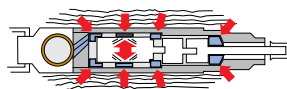
El remachado es una operación típica que genera una gran cantidad de ruido de proceso.



Cada vez que una aleta pasa por la salida se genera un impulso de aire.



El ruido aerodinámico depende de la velocidad del aire y del diámetro de los orificios.



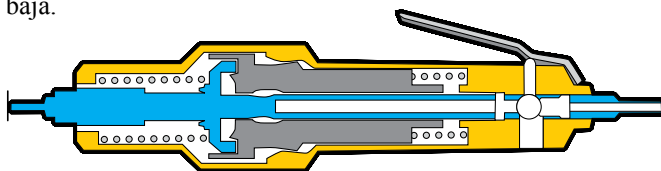
La superficie de la herramienta vibra y genera ruido.

8. Métodos de reducción de ruido

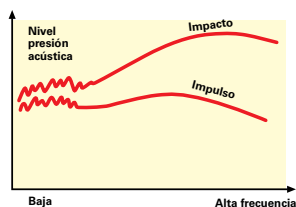
8.1 Ruido de proceso

Lamentablemente, en algunas operaciones como amolado, remachado y cincelado es muy difícil reducir el nivel de ruido del proceso. En muchos casos, la mejor solución es aislar estos procesos del resto de la factoría y asegurar que los operarios de esta zona lleven protectores para los oídos.

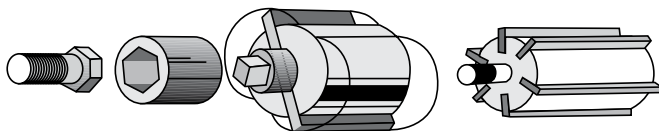
Para desincrustado, una solución sería fijar el cincel al pistón alternativo. De este modo desaparece la onda de choque que se produce cuando el pistón golpea el cincel y el nivel sonoro experimenta una gran reducción. El uso de este diseño es limitado, ya que tiene una fuerza de impacto relativamente baja.



Desincrustador con cincel fijado al pistón.



Comparación entre niveles de presión de sonido producidos en una estructura por herramientas de impacto e impulso.

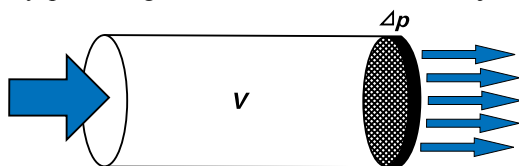


Esquema simplificado de una herramienta de impulso hidráulico

8.2 Ruido del flujo de aire

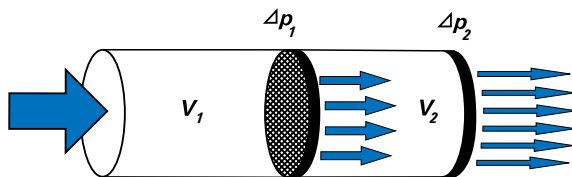
Un método sencillo pero muy eficaz para reducir el ruido del flujo de aire consiste en evacuar el aire de escape lejos de la zona de trabajo.

Para conseguir una reducción adicional del ruido se puede poner un silenciador en el tubo de escape. El silenciador restringe el caudal, causando una contrapresión en el tubo que suaviza el flujo de aire pulsatorio. Esto reduce los picos de energía acústica. El aire se evacua a través de orificios difusores que causan una caída de presión controlada y una reducción de la velocidad de aire y, por consiguiente, se reduce el ruido del flujo de aire.



El silenciador más común usado en herramientas neumáticas es un volumen (V) y una caída de presión (Δp).

Para conseguir unos niveles de ruido muy bajos se puede usar un silenciador de dos etapas. Reduciendo la sección de flujo se consigue una gran contrapresión (que suaviza los impulsos de presión). Sin embargo, esto produce una alta velocidad del flujo de aire en la salida. Para reducir esta velocidad, el aire se expande en una segunda cámara (reduciendo así la presión) antes de salir a la atmósfera a través de los orificios difusores.

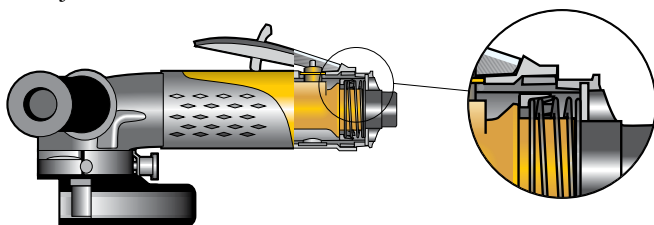


Los silenciadores de dos etapas se usan para conseguir un nivel de ruido muy bajo.

Las herramientas que funcionan con una amplia gama de caudales de aire presentan un problema de ruido particular. Para solucionarlo se usa un silenciador de dos etapas que incorpora una “válvula activa”.

Esta válvula está diseñada para asegurar que la presión en el tubo de escape se mantenga casi constante, independientemente del caudal. Cuando el caudal aumenta, la válvula se abre y por tanto aumenta la sección de flujo. Cuando el caudal disminuye, también se reduce la sección de flujo.

Esto significa que los impulsos de presión se suavizan y se mantiene un bajo nivel de ruido en todas las condiciones de caudal de aire.



El valor activo en una LSV 38 mantiene la caída de presión constante independientemente del flujo de aire

8.3 Ruido producido por vibración

Las herramientas modernas tienen eficaces silenciadores del ruido generado por el aire de escape. Al mismo tiempo, se hace un gran esfuerzo en hacer las herramientas lo más ligeras posible. Por tanto, el control del ruido inducido por vibración es cada vez más esencial. Es de vital importancia el proteger la carcasa contra vibraciones en el motor de aletas y es también importante tener en cuenta la consistencia de la carcasa para evitar resonancias indeseadas.

Otro método es usar materiales como los plásticos reforzados con nylon que no son resonantes.

8.4 Control del ruido en el puesto de trabajo

Hay muchas cosas que el empresario puede hacer para controlar el nivel de ruido en el taller. Desde el punto de vista de herramientas neumáticas es por supuesto importante usar las que tengan una emisión de ruido baja. Y es también importante elegir una herramienta que pueda hacer el trabajo rápidamente. La exposición diaria es una combinación de ruido y tiempo. Si, por ejemplo, el trabajo pudiera hacerse en la mitad de tiempo, un nivel de ruido de 3 dB más alto crearía la misma exposición diaria. Esto es sólo válido si el tiempo ahorrado no se utiliza para hacer otra tarea igual de ruidosa.



Los atornilladores LUM son un ejemplo de herramientas donde más esfuerzo se ha dedicado para controlar el ruido producido por vibración.

9. Vibraciones en herramientas manuales

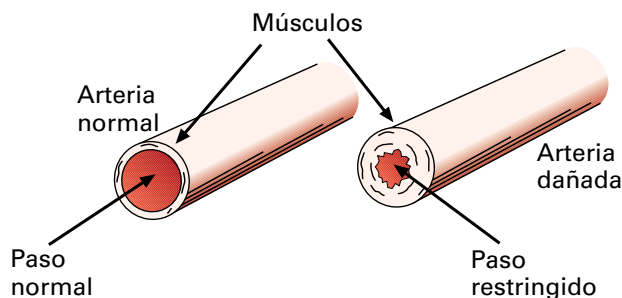
9.1 ¿Qué es vibración?

La vibración es un modo de describir como un cuerpo es acelerado por fuerzas oscilantes internas o externas. Estas fuerzas oscilantes tienen frecuencias diferentes, dependiendo de su fuente.

9.2 ¿Por qué preocupa la vibración?

La exposición a niveles de vibración altos puede producir lesiones vasculares y daños en las células nerviosas, huesos y articulaciones.

La lesión vascular se produce cuando las arterias de los dedos se engrosan y reducen la sección de flujo de la sangre. Esta lesión es irreversible y se manifiesta especialmente en bajas temperaturas cuando el cuerpo reduce el suministro de sangre a las extremidades. Debido a esta restricción de flujo, la sangre no puede pasar a las zonas afectadas y se pierde el sentido del tacto. Los dedos afectados adquieren un color blanquecino, por lo que este fenómeno es conocido como “síndrome de dedos blancos”.



Arterias del dedo, normal y afectada por el síndrome de dedos blancos

Las células nerviosas pueden resultar dañadas por la vibración, produciéndose una pérdida de sensibilidad en los dedos.

En una primera etapa, la lesión es reversible, pero la exposición prolongada causará daños permanentes. Este es el tipo de daño que produce la mayoría de reclamaciones, porque las personas afectadas se ven disminuidas en su actividad diaria. Cosas como abrocharse una camisa, coger monedas en una superficie plana, etc., llegan a ser una tarea difícil o imposible. El daño en los huesos se produce por usar herramientas que requieren altas fuerzas de empuje. La vibración pasa a la mano y brazo produciendo desgaste e incluso fracturas en articulaciones.

9.3 Normas para establecer valores de emisión de vibración.

Las medidas de emisión de vibración usadas como base para los valores de vibración declarados, se hacen según las series de códigos de pruebas de la norma ISO 8662. Los códigos de pruebas correspondientes para herramientas eléctricas están en las series EN 50144. El objetivo principal de estas mediciones es producir valores repetibles y reproducibles que puedan usarse para comparar diferentes herramientas desde el punto de vista de la vibración. Las normas actuales en la serie 8662 usan normalmente una o dos posiciones de acelerómetro en el centro de la zona de empuñamiento para la mano/manos en contacto con la herramienta.

Las mediciones se hacen en cada punto, solo en la dirección dominante.

Las vibraciones en uso real pueden ser muy diferentes de las vibraciones declaradas, ya que hay muchos parámetros que afectan a la vibración en el uso real. Debe tenerse sumo cuidado si se usan los valores de vibración declarados como base para estimaciones de exposición.

9.4 Regulaciones sobre Salud y Seguridad

Es muy difícil cuantificar qué tiempo de exposición y qué amplitud y frecuencia de vibración dan lugar a las lesiones descritas anteriormente.

Los análisis más minuciosos de las lesiones producidas por las vibraciones han sido realizados por la International Standardization Organisation (ISO) y sus recomendaciones están publicadas en ISO 5349. Son muchos los factores que afectan al

riesgo de producir lesiones por vibración. Algunas de carácter muy individual. Por lo tanto, no es posible predecir exactamente el riesgo a un nivel individual. Estadísticamente puede estimarse que la probabilidad es que un cierto porcentaje del grupo desarrollará lesiones producidas por la vibración.

9.5 Directiva Los Agentes Físicos (Vibración)

En Junio 2002 la Unión Europea publicó “The Physical Agents (Vibration) Directiva (PA(V)D), para entrar en vigor antes del 6 de julio de 2005. En ella se exponen las nuevas directrices sobre la exposición a vibraciones en el trabajo.

Después de esa fecha, los Estados miembros deben exigir a los empresarios similares requerimientos para controlar la exposición a las vibraciones de sus trabajadores.

Dicha directiva introduce dos valores: El valor de acción y el valor límite, expresados en términos de 8 horas de exposición y dados en m/s^2

Valor	8 horas exposición m/s^2
Valor acción	2.5
Valor límite	5

Cuando se sobrepasa el valor de acción, el empresario tiene que introducir un programa de actuación que implique un plan para reducir la exposición por debajo del valor de acción.

Nunca debe sobrepasarse el valor límite, excepto en alguna circunstancia especial. Para más información véase la Guía de bolsillo Atlas Copco “Evaluación de la Exposición a Vibraciones de las Herramientas Manuales” (Ref. 9833 1508 05)

10. Fuentes de vibración

Las herramientas para uso industrial deben tener un diseño muy robusto para aguantar el rudo uso al que son sometidas. Desde el punto de vista de la vibración, ésto significa que la mayoría de las herramientas se pueden considerar cuerpos rígidos, en el que actúan fuerzas oscilantes que producen vibración. Dichas fuerzas oscilantes pueden ser fuerzas internas o fuerzas del proceso.

Las fuerzas internas son independientes del proceso y tienen su origen, por ejemplo, en el desequilibrio de piezas internas de máquinas rotativas o en el desequilibrio de los útiles insertados. Las fuerzas necesarias para acelerar el pistón de una herramienta de percusión son también un ejemplo de fuerzas internas.

Las fuerzas de proceso se generan, por ejemplo, cuando una muela está en contacto con la pieza de trabajo o cuando la onda de choque de un cincel retrocede a la herramienta desde la pieza de trabajo. Las fuerzas de contacto entre el perno y la boca en un apriete con una llave de impacto son también otro ejemplo de fuerzas de proceso.

En todos los casos nos estamos refiriendo a fuerzas como fuente de vibración. Esto nos lleva a tres principios básicos para controlar la vibración:

- Controlar la magnitud de las fuerzas vibratorias. Como ejemplo podemos citar el autoequilibrador de una amoladora o el pistón diferencial de un cincelador.
- Hacer las herramientas menos sensibles a las fuerzas vibratorias. Ejemplo: cuando la masa del protector de una amoladora está firmemente conectada a la herramienta para incrementar su inercia.
- Aislar las vibraciones de la herramienta de la superficie de agarre. Por ejemplo, las empuñaduras con amortiguación en amoladoras o rompepavimentos, el colchón de aire detrás del mecanismo de impacto de un remachador, ó el sistema de masa-muelle de un martillo cincelador.

11. Reducción de vibraciones en las herramientas

11.1 Amoladoras

Las amoladoras suelen usarse durante largos períodos de tiempo, por lo que es importante reducir las vibraciones todo lo posible.

La mayor fuente de vibración se produce por el desequilibrio del útil insertado (muela, fresa, punta montada). Por tanto, es muy importante usarlas siempre con los útiles bien equilibrados. El operario debe también saber que no debe usar una amoladora cuando un útil insertado nuevamente, produzca mucha vibración. Debe desechar inmediatamente ese útil y sustituirlo por otro.

11.2 Limadoras

Las vibraciones se producen por una muela mal equilibrada y por el proceso de amolado en sí. Un método para reducir vibraciones en la empuñadura es montar el motor y la línea de transmisión en una suspensión blanda, que en este caso son elementos de goma. Así las vibraciones son absorbidas en la suspensión y no se transmiten a la empuñadura.

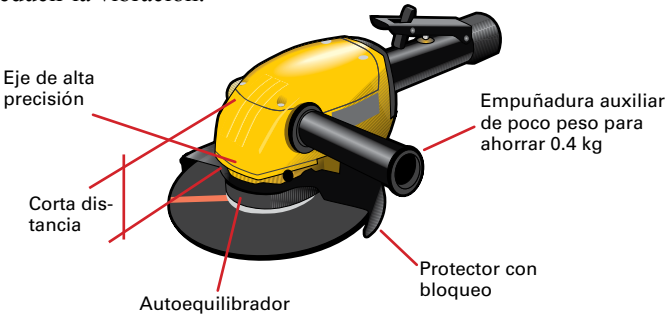
11.3 Amoladoras angulares y verticales

Las empuñaduras auxiliares se pueden usar para controlar la vibración de dos maneras. La empuñadura montada firmemente se moverá junto con la carcasa y la inercia de la empuñadura ayudará a reducir la rotación alrededor de la empuñadura principal.

Si la empuñadura está floja se moverá desfasada. Su inercia no formará parte de la inercia de la oscilación de la herramienta y la amplitud de la rotación de la herramienta alrededor de la empuñadura principal aumentará aunque sólo una fracción de la vibración se transmitirá a la empuñadura auxiliar.

11.4 Turboamoladoras

Las turboamoladoras GTG 40 y GTG 21 representan una obra de arte en el control de la vibración. Las herramientas pesan un 30 - 50 % menos, comparadas con las amoladoras tradicionales de similar potencia y, aún así, tienen menos vibración que las herramientas convencionales, debido a que en su diseño se han usado todas las técnicas disponibles para reducir la vibración.



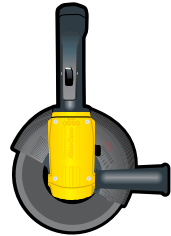
Las fuerzas de oscilación se han reducido incorporando un eje con una robusta configuración en combinación con bridas que cumplen ajustadas tolerancias. También usando un autoequilibrador.



Lijadora LSF con suspensión blanda de las piezas rotativas.



Amoladora angular LSV 38 con empuñadura auxiliar, con un pequeño peso extra, firmemente montada en la herramienta para reducir vibraciones.



Las turboamoladoras GTG 40 y GTG 21 se diseñaron con todos los medios existentes para reducir vibraciones

El autoequilibrador es un mecanismo en el eje de la herramienta que compensa automáticamente cualquier desequilibrio de la muela.

La herramienta se ha hecho menos sensible a las fuerzas de oscilación usando el máximo posible de la masa disponible en la herramienta para incrementar la inercia. El protector de muela es una parte importante de la inercia especialmente por la rotación alrededor del eje a lo largo de la empuñadura principal. El protector se fija fuertemente a la herramienta debido a la presión del aire comprimido cuando ésta está funcionando. Cuando la herramienta no está accionada no hay presión y el protector puede quitarse fácilmente.

La sensibilidad a las fuerzas de oscilación se puede también reducir si la distancia entre las fuerzas desequilibradoras de la muela y el centro de gravedad de la herramienta se mantiene lo más corta posible.

También se analizaron las empuñaduras auxiliares con aislamiento de las vibraciones, pero se descartaron, ya que las vibraciones ya eran bajas y su peor maniobrabilidad fue considerada una mayor desventaja.



Use el manguito

Dado que las ondas de choque producen vibración, nunca debe cogerse por el cincel o punzón.

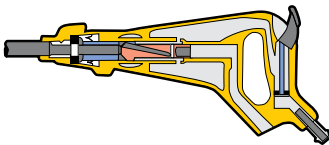
11.5 Herramientas de percusión

En todas las herramientas de percusión hay una fuente potencial de vibración debido al movimiento del pistón y a la presión cambiante del aire que lo impulsa. En una herramienta de percusión convencional esta vibración se transfiere a la empuñadura.

En el pistón se genera un alto nivel de vibración, que se origina cuando el pistón golpea el cincel. Esta vibración no puede evitarse, razón por la cual nunca se debe sujetar el cincel con la mano.

11.6 Cinceladores

El nivel de vibración en la empuñadura de un cincelador se puede reducir usando un mecanismo de percusión de “pistón diferencial”. Con este diseño, la presión de aire en la empuñadura permanece casi constante y por tanto las vibraciones en la empuñadura son muy pequeñas.

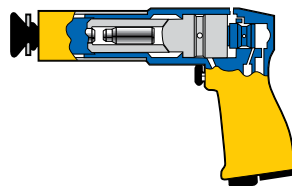


Cincelador RRD con vibración amortiguada, con pistón diferencial.

11.7 Martillos Remachadores

Para esta aplicación se requiere un control muy preciso de la velocidad de la herramienta y de la fuerza de empuje. Atlas Copco ha desarrollado un diseño muy eficaz que usa el mecanismo de percusión convencional el cual se ha aislado de la empuñadura de la herramienta.

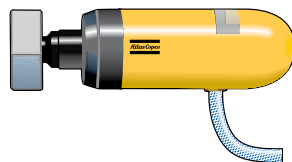
El movimiento del mecanismo de percusión es controlado por un colchón de aire entre el mecanismo y la empuñadura. Al aplicar una fuerza de empuje en la empuñadura de la herramienta se incrementa la presión en el colchón de aire, lo que hace que aumente la fuerza en el mecanismo de percusión. De esta forma se mantiene un control preciso de la herramienta y las vibraciones del mecanismo de percusión no se transmiten a la empuñadura.



Remachador RRH amortiguado con colchón de aire para reducir la vibración en la empuñadura.

11.8 Sufrideras

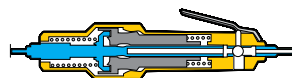
En un proceso real de remachado las vibraciones son a veces mayores en la sufridera que en el remachador mismo. Una posibilidad de reducir vibraciones es usar sufrideras pesadas, pero ésto no siempre es posible debido a las restricciones de peso o espacio. Por tanto, se han desarrollado sufrideras con vibraciones controladas que usan el mismo sistema de amortiguación que los remachadores. Usando un remachador y una sufridera coordinados el resultado es un proceso de remachado rápido y de alta calidad.



Sufrideras RBB con vibración amortiguada, usando el mismo sistema de amortiguación que los remachadores RRH.

11.9 Desincrustadores

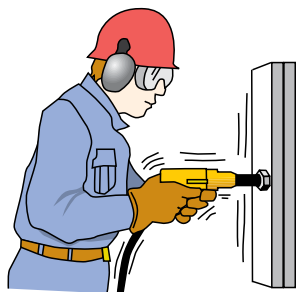
Para desincrustar no se requiere una herramienta de percusión. Fijando el cincel al pistón y dejando que el cilindro se mueva en dirección opuesta, se puede diseñar la herramienta de modo que las fuerzas producidas en el movimiento de estas dos masas prácticamente se anulen una a la otra. Por tanto, la vibración generada en la empuñadura de la herramienta es baja.



Desincrustador RVM con sistema de dos pistones.

11.10 Llaves de impacto y herramientas de impulso

La vibración en la empuñadura de estas herramientas suele ser pequeña, excepto en las herramientas grandes usadas para pares muy altos. Sin embargo, su uso incorrecto, puede hacer que el operario experimente altos niveles de vibración.



Nunca sujete la boca con la mano al usar llaves de impacto o herramientas de impulso.

La principal fuente de vibración está en las bocas. Para reducir la vibración, la herramienta y la boca deben mantenerse en línea. No se deben usar bocas desgastadas y el operario nunca deberá sujetar la boca con la mano.

El mecanismo de impacto en las llaves de impacto, así como el mecanismo de impulso en herramientas de impulso, son una parte sustancial en el peso de la herramienta, por lo que es muy importante diseñarlos de modo que estén muy bien equilibrados.

Para mantener la exposición a la vibración baja es también importante mantener el tiempo de exposición bajo. Para llaves de impacto y herramientas de impulso es importante elegir una herramienta con el tamaño correcto. Si la herramienta es demasiado pequeña para el trabajo, el tiempo del apriete se incrementará considerablemente.

12. Motores exentos de aceite.

Permiten mantener el área de trabajo libre de contaminación por aceite. Se consigue un ambiente de trabajo más agradable y proporciona grandes beneficios a aquellos trabajadores que tienen la piel sensible. Los motores exentos de aceite también reducen los costes de mantenimiento y aseguran que el producto no se contamina por el aceite.

13. Control del polvo

13.1 ¿Por qué controlar el polvo?

El polvo de muchos materiales es inerte y no provoca daños permanentes. Aún así, puede hacer difíciles y desagradables las condiciones de trabajo, lo cual puede afectar a la productividad.

Sin embargo, el polvo de algunos materiales puede ser dañino pudiendo resultar en enfermedades como el cáncer, silicosis, asbestosis y envenenamiento tóxico.

El tamaño de las partículas de polvo que más preocupa son las inferiores a 5 micras (5×10^6 metros). Las partículas de este tamaño pueden penetrar en el sistema de defensa del organismo y llegar a las zonas de transmisión de oxígeno en los pulmones.

13.2 Salud

Cada país tiene su propia escala nacional de valores de niveles de polvo permisibles para los diferentes materiales. Estos niveles son constantemente revisados y cada año se introducen muchos materiales nuevos que son añadidos a la lista de niveles.

13.3 Cómo controlar el polvo

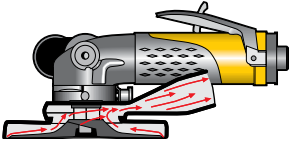
Hay diversos métodos para asegurar que el operario no esté expuesto al polvo cuando usa herramientas manuales. Por ejemplo, el banco de trabajo puede tener aberturas de extracción conectadas a una fuente de aspiración potente; se puede usar una caperuza de extracción móvil, y la herramienta misma puede equiparse con un sistema de extracción. En casos extremos el operario puede llevar una mascarilla de respiración como protección adicional.

De todos los métodos de captación de polvo, la extracción de polvo en la herramienta es el más eficaz ya que la captación se hace en el punto donde el polvo se origina. Esto no solo asegura una extracción muy eficaz, sino que también permite usar una fuente de aspiración de una potencia relativamente baja.

14. Sistemas de extracción de polvo para herramientas

14.1 Lijadoras de disco

En todas herramientas rotativas de corte, las partículas más pesadas se expulsan a una tangente del disco. Conforme se reduce el tamaño de las partículas, el polvo tiende a seguir la rotación del disco. Las más pequeñas son las más nocivas. Para eliminar eficazmente estas partículas, la extracción debe hacerse lo más cerca posible de la periferia del disco.



Lijadora angular LSV 38 con caperuza de extracción de polvo.

La caperuza tiene un filo de plástico o de cepillo para atrapar las partículas pesadas. En el frontal de la caperuza tiene un recorte que permite lijar en rincones y proporciona también buena visibilidad. Este diseño tiene una succión mejorada en el área donde se forma el polvo.

14.2 Lijadoras orbitales y roto-orbitales

En lijadoras orbitales y roto-orbitales la extracción de polvo se hace a través de orificios en la placa de lijado. Como estas herramientas se suelen usar en superficies planas, el polvo se queda bajo la placa de lijado.

14.3 Amoladoras de centro hundido

En amolado se usa el mismo principio de caperuza fija que en las lijadoras.

14.4 Amoladoras rectas

Están equipadas con un protector colocado delante de la muestra que atrapa el polvo y después se aspira.

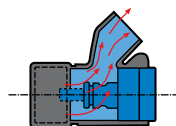
14.5 Amoladoras de troqueles

La fresa está incorporada dentro de la caperuza, excepto un corte para dar acceso a la pieza de trabajo. Esto permite una extracción de polvo en la mayor superficie posible.



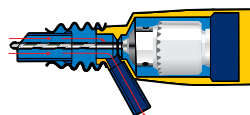
14.6 Amoladoras con tambor recubierto de diamante

En este caso, el polvo se extrae a través del centro del tambor.



14.7 Taladradoras

Se usa una caperuza flexible que envuelve totalmente la broca durante el proceso de taladrado. Tiene un diseño que permite retirar la caperuza hacia atrás para colocar la broca.



14.8 Martillos cinceladores

En cinceladores, es casi imposible ofrecer un sistema de extracción realmente eficaz. El problema radica en la dificultad de tener una caperuza de extracción cerca del punto donde se genera el polvo. También porque los diferentes tamaños de los trozos de material pueden fácilmente bloquear la caperuza. La mejor opción sería usar una manguera flexible de goma de la que sobresalga el cincel. Esto proporciona flexibilidad para colocar la caperuza en la mejor posición.

Es preciso diseñar caperuzas especiales de extracción de polvo para los diferentes tipos de herramientas.



Martillo cincelador RRD con extracción de polvo, usado en la industria de la construcción.

15. Fuentes de aspiración

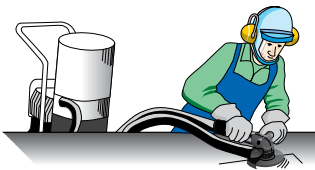
Existen básicamente tres clases de fuentes de aspiración:

- Autoaspiración
- Aspirador portátil
- Aspiración centralizada



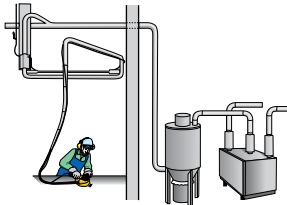
Autoaspiración

Las herramientas con autoaspiración tienen el coste inicial de instalación más bajo y ofrecen una gran flexibilidad. Sin embargo, la capacidad de extracción es baja si se compara con los otros métodos, con la particularidad de que cuando se corta el suministro de aire al motor se pierde el vacío en la caperuza de succión y en la bolsa colectora.



Aspirador portátil

Los aspiradores portátiles proporcionan una fuerte aspiración para 1 ó 2 herramientas. Son ideales para pequeños talleres y para condiciones de trabajo flexibles. El coste inicial es bajo, pero ocupan espacio en el lugar de trabajo y deben permanecer cerca de la herramienta.



Aspiración centralizada

La aspiración centralizada se usa cuando los puestos de trabajo son fijos. Proporcionan una aspiración muy fuerte y el polvo se recoge fácilmente. Estos sistemas mantienen la zona de trabajo limpia. Pero el coste inicial de la instalación es alto.

15.1 Instalación de sistemas de aspiración

Para que una extracción de polvo sea eficaz debe mantenerse el caudal diseñado a través de la caperuza de succión. Para herramientas manuales será normalmente entre 150 y 250 m³/h.

Al seleccionar un sistema de aspiración, debe tenerse en cuenta el número de herramientas a usar, y el grado de aspiración requerido. Asimismo, deben calcularse también las pérdidas en tuberías y mangueras.

En el siguiente diagrama pueden verse las pérdidas de presión en diferentes longitudes y diámetros de tubería de extracción.

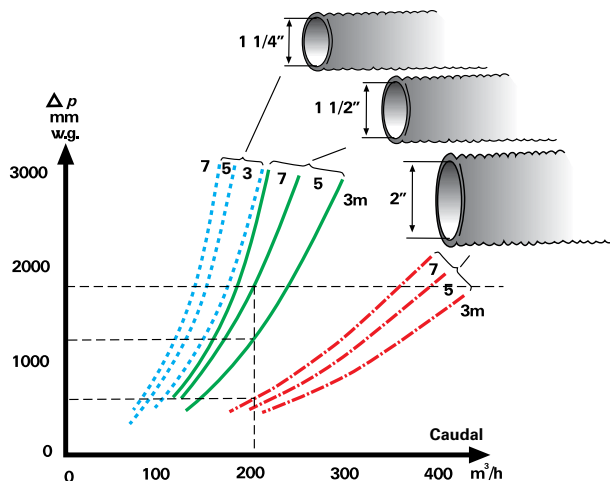


Gráfico de la relación entre caída de presión (Δp) y caudal para varios diámetros y longitudes de manguera espiral reforzada de succión.

Por ejemplo, supongamos que una sola herramienta que requiere un caudal de $200 m^3$ por hora, se conecta a un aspirador mediante una manguera de 5 metros y $1 \frac{1}{2}$ " de diámetro.

En el gráfico puede verse que la manguera causará una caída de presión de 1.800 mm c.a. Además habrá una caída de presión adicional en la caperuza de extracción, acoplamientos, filtros, etc. de aproximadamente unos 500 mm c.a.

Por tanto, para esta aplicación el aspirador deberá mantener una capacidad de extracción de $200 m^3$ hora a 2.300 mm c.a.

Si fuera necesario usar la misma herramienta y aspirador pero, por ejemplo, con una longitud de 10 metros, lo adecuado sería utilizar una manguera con un diámetro de 2 pulgadas, para 7 m. y un diámetro de $1 \frac{1}{2}$ pulgadas para los otros 3 metros.

Para que una herramienta sea fácil de manejar, la manguera de succión debe ser pequeña y ligera, pero una manguera pequeña causará una pérdida de presión grande. La mejor solución es mantener la distancia entre la herramienta y la red de tuberías, o aspirador portátil lo más corta posible y que la manguera próxima a la herramienta sea más estrecha. (Este es el motivo de calcular la caída de presión sobre dos longitudes de tubería en el ejemplo anterior). Es también importante que las mangueras de succión y de suministro de aire estén juntas. Si no es así, el manejo de la herramienta se hace muy difícil.

Para diseñar un sistema completo centralizado deben tenerse en cuenta otros muchos factores que están fuera del ámbito de esta guía de bolsillo. Si se requiriera este tipo de sistemas centralizados recomendamos se solicite el asesoramiento de expertos.

Guías de Bolsillo Atlas Copco

Título	Referencia
Distribución del Aire Comprimido	9833 1266 05
Motores Neumáticos	9833 9067 05
Taladrado con Herramientas Manuales	9833 8554 01
Producción a Prueba de Errores	9833 1437 05
Amolado	9833 8641 01
Herramientas de Percusión	9833 1003 01
Herramientas de Impulso	9833 1225 05
Técnicas de Remachado	9833 1124 01
Técnicas de Atornillado	0933 1007 05
Técnicas de Análisis Estadísticos	9833 8637 01
El Arte de la Ergonomía	9833 8587 05
Técnicas de Apriete	9833 8648 05
Vibraciones en las amoladoras	9833 9017 01
Evaluación de la Exposición a Vibraciones de las Herramientas Manuales	9833 1508 05
Ergonomía en las Herramientas (libro)	9833 1162 01
Manejo de Cables	9833 1640 01
Pruebas y Calibraciones	9833 1720 01



www.atlascopco.com