



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

**DISEÑO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE UN EQUIPO EN
ALTO VACÍO PARA PREPARAR MUESTRAS DE PELÍCULAS
DELGADAS DE SEMICONDUCTORES**

**Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico que presenta el
bachiller:**

JOSÉ ARMANDO GÁLVEZ DEL VILLAR

ASESOR: Dr. Dante Angel Elias Giordano

Octubre 2008

Lima - Perú



© 2008, José Armando Gálvez Del Villar

Se autoriza la reproducción total o parcial,
Con fines académicos a través de cualquier
Medio o procedimiento, incluyendo la cita
Bibliográfica del documento.

RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó, fabricó e instaló un equipo de alto vacío, en el laboratorio de Ciencia de los materiales de la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Esto se logró con apoyo del proyecto de investigación “*Preparation and characterization of amorphous thin $(AlN)_x(SiC)_{1-x}$ films using dc magnetron sputtering and pulsed laser deposition*”, que desarrollan en conjunto la Universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El equipo consta de una cámara de alto vacío, un manipulador para la muestra y tres magnetrones flexibles. El equipo trabaja con una presión al interior de la cámara de 10^{-7} mbar, requerimiento importante para usar el método de deposición de metales conocido como *sputtering*, el cual permite obtener películas delgadas de semiconductores como carburo de silicio y nitruro de aluminio.

El equipo diseñado es versátil y satisface las necesidades planteadas por el laboratorio de Ciencia de los materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, por lo que permitirá a los científicos realizar los estudios programados dentro del marco del proyecto de investigación. Es importante mencionar que se disponía de componentes donados por la universidad Alemana, los cuales debían ser integrados al diseño que se desarrollaba.

El diseño y fabricación del equipo de alto vacío, resultó ser una alternativa más económica frente a la posibilidad de adquirir un equipo de una empresa comercial, sin embargo tomó un tiempo mayor al que se hubiera obtenido si se optaba por adquirir un equipo similar de una empresa comercial. No obstante, los equipos de laboratorio son de características únicas por lo que optar por un equipo de una empresa comercial significaba un incremento en los costos y en los tiempos, pues se tendría que adaptar el equipo comercial a las condiciones establecidas para el trabajo en el laboratorio.

Con este trabajo en conjunto, entre las universidades mencionadas, se pretende acortar la brecha que existe entre países desarrollados que trabajan con tecnologías de vacío y países como el nuestro que están en vías de desarrollo, en los cuales la base científica de la tecnología de vacío requiere ser fortalecida.


 PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TÍTULO : DISEÑO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE UN EQUIPO EN ALTO VACÍO PARA PREPARAR MUESTRAS DE PELÍCULAS DELGADAS DE SEMICONDUCTORES

ÁREA : Diseño # 177

PROPUESTO POR : Dipl. Phys. Francisco de Zela
 Dr. Roland Weingärtner

ASESOR : Dr. Dante Elías Giordano

TESISTA : José Armando Gálvez Del Villar

CÓDIGO : 1999 0627

FECHA : 29 de Agosto de 2007


DESCRIPCIÓN Y OBJETIVOS:

En la Sección de Física, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se está implementando un laboratorio de Ciencia de los Materiales con apoyo de la universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania. Entre las investigaciones, a realizar en este laboratorio, se contempla el estudio y mejora de las propiedades ópticas y electrónicas de semiconductores. Esta investigación, para su desarrollo, requiere la preparación de muestras de películas delgadas del material de los semiconductores a estudiar (carburo de silicio y nitruro de aluminio). Asimismo, y entre los objetivos de la investigación en mención, se ha establecido que la preparación de las muestras se hará usando la técnica de deposición de metales en vacío conocida como *sputtering*.

Por lo tanto, se propone el diseño, fabricación e instalación de un equipo en alto vacío para la preparación de muestras de películas delgadas de semiconductores usando la técnica de *sputtering*. En particular, y para este trabajo, se utilizarán componentes donados por la universidad Erlangen-Nürnberg, los cuales servirán como punto de partida para los distintos elementos que se requieren diseñar, fabricar e instalar en el Laboratorio de Ciencia de los Materiales de la Sección de Física.






PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

DISEÑO, FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE UN EQUIPO EN
ALTO VACÍO PARA PREPARAR MUESTRAS DE PELÍCULAS
DELGADAS DE SEMICONDUCTORES

Introducción

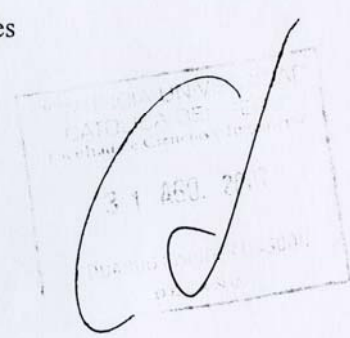
1. Antecedentes
2. Equipo de alto vacío para evaporación de metales
3. Diseño mecánico del equipo de alto vacío
4. Fabricación e instalación
5. Resultados y costos

Planos

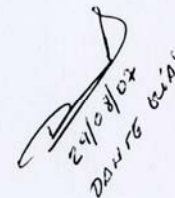
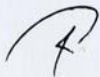
Conclusiones

Bibliografía

Anexos



Ing. Dante Elías Giordano
Asesor





A mis padres Luis Armando y Gloria Lourdes por su inquebrantable amor y apoyo incondicional que pusieron en todo momento de mi formación profesional, por su inigualable orientación paternal y por todos los valores que me inculcaron, los cuales han contribuido para alcanzar mis anhelados objetivos y metas, que iluminaran con luz propia el mañana que vendrá. A mi hermano Luis Alfredo por los consejos que me brinda, no sólo en el aspecto personal sino también en el profesional, lo que cohesiona solidariamente mi reconocimiento y mi cariño fraterno que durará eternamente conforme a la genial formación que nos dieron nuestros progenitores.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, la cual no sólo siguió con mucho cuidado, cariño y atención una etapa más de mi vida, sino que vivió junto a mí esta nueva etapa, la de los estudios universitarios.

Al Dr. Roland Weingärtner de la universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania y al Dipl. Phys. Francisco de Zela de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Ambos responsables en Perú del proyecto de investigación “*Preparation and characterization of amorphous films using dc magnetron sputtering and pulsed láser deposition*”, gracias al cual se dio la oportunidad de desarrollar esta tesis.

A Oliver Erlenbach y a Gonzalo Gálvez quienes compartieron conmigo sus experiencias en temas relacionados con el estudio de semiconductores en alto vacío además de la selección y la manufactura de componentes mecánicos en sistemas de alto vacío.

A mi asesor, Dr. Dante Elías Giordano, por la confianza puesta en mí, su amistad y constante apoyo para la elaboración de este trabajo.

También quiero agradecer a la empresa PRODERMET S.R.L., en la persona del ingeniero Humberto Yépez, que se encargó de la manufactura de los distintos componentes del equipo de alto vacío.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	i
APROBACIÓN DE TEMARIO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
LISTA DE SÍMBOLOS	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. ANTECEDENTES	4
1.1 Evolución tecnológica del vacío.....	4
1.2 Campos de aplicación de las técnicas de vacío	7
1.3 Proceso de deposición de metales con <i>physical vapor deposition (PVD)</i>	10
1.4 Proceso de deposición de metales con <i>sputtering simple</i>	12
1.5 Proceso de deposición de metales con <i>sputtering</i> y magnetrones.....	14
II. PARTES DEL EQUIPO DE ALTO VACÍO	16
2.1 Componentes para el equipo de alto vacío	16
2.1.1 Bombas mecánicas	17
2.1.2 Bomba turbomolecular	19
2.1.3 Compuerta o válvula	20
2.1.4 Magnetrones	21
2.1.5 Refrigeración	23
2.2 Accesorios para la cámara	23
2.2.1 Sensores de presión	23
2.2.2 Sellos y válvulas para vacío	25
2.2.3 Visor	28
2.2.4 Manipulador de la muestra	28
2.2.5 Espectrómetro de masas	29
III. DISEÑO DEL EQUIPO	31
3.1 Consideraciones generales	31
3.2 Consideraciones particulares	32

3.2.1	Cámara de alto vacío	32
3.2.2	Manipulador de la muestra	33
3.2.3	Magnetrones flexibles	33
3.2.4	Mecanismo de izaje	33
3.3	Cálculos	34
3.3.1	Cálculo del espesor de la cámara	35
3.3.2	Cálculo de deformación de las caras de la cámara por contracción longitudinal... 48	
3.3.3	Verificación del pandeo del eje del manipulador	51
3.4	Lista de planos	55
IV.	FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	56
4.1	Cámara de alto vacío	56
4.2	Manipulador de la muestra	59
4.3	Magnetrones flexibles	63
4.4	Estructura y mecanismo de izaje	66
4.5	Instalación y puesta en marcha del equipo	68
V.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS	73
5.1	Operatividad del sistema	73
5.2	Logros alcanzados	76
5.3	Costos	77
	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	80
	CONCLUSIONES	83
	BIBLIOGRAFIA	85
	A N E X O S	A-1
	Anexo A : Bombas Mecánicas	A-1
	Anexo B : Bombas Turbomoleculares	A-28
	Anexo C : Conectores y Bridas - Sistema ISO KF	A-50
	Anexo D : Válvulas y Compuertas para vacío	A-81

LISTA DE SÍMBOLOS

- A : Área [mm^2]
a : Lado mayor de una placa plana [mm]
b : Lado menor de una placa plana [mm]
c : Altura de la sección de la viga empotrada [mm]
d : Base de la sección de la viga empotrada [mm]
D : Diámetro de la barra [mm]
E : Módulo de elasticidad del acero [N/mm^2]
I : Momento de inercia de un área [mm^4]
 I_0 : Corriente eléctrica [A]
i : Radio de giro [mm]
L : Longitud de la viga [mm]
 L_0 : Longitud del cordón de soldadura [Pulg]
M : Momento flector [N-mm]
P : Presión de la cámara [N/mm^2]
t : Espesor de la placa [mm]
 t_0 : Espesor de la placa [Pulg]
V : Fuerza cortante [N]
w : Fuerza distribuida longitudinal a lo largo de la viga [N/mm]
 α : Coeficiente de deflexión [Adimensional]
 β : Coeficiente de esfuerzo cortante [Adimensional]
 δ : Deflexión de la viga [mm]
 λ : Grado de esbeltez [Adimensional]
 σ : Esfuerzo longitudinal [N/mm^2]
 τ : Esfuerzo cortante [N/mm^2]

INTRODUCCIÓN

La tecnología de alto vacío es considerada básica porque, efectivamente, constituye la base para el desarrollo de muchas industrias en países desarrollados, como la microelectrónica y optoelectrónica, entre otras. En nuestro país es importante comenzar a investigar y asimilar el conocimiento ya existente sobre la tecnología de vacío, con miras a aplicaciones que den valor agregado a nuestros productos, así como para fomentar el desarrollo de nuevas industrias que produzcan nuevos materiales y dispositivos tecnológicos.

La tecnología de vacío proporciona un ambiente controlado para los experimentos científicos y para las líneas de montaje en los diversos tipos de industrias. Es la base de la ciencia y de la tecnología de los materiales, además tiene diferentes aplicaciones en el área de producción de semiconductores, así como también en el estudio del espacio, entre otras.

Tiempo atrás, la tecnología de vacío requería solamente del uso de bombas de vacío y de sellos para compartimientos. Sin embargo, actualmente se requiere un mejor control de gases al interior de los recipientes en los cuales se realizan procesos en vacío, ya que la presencia de gases indeseados puede afectar negativamente el proceso. Por lo tanto, es indispensable un control más exacto del ambiente donde se realiza el proceso, la distribución de los gases, los materiales y las superficies de los recipientes.

Existe gran variedad de usos del vacío que son de importancia para muchas industrias y desarrollos tecnológicos, como por ejemplo: Conservación de alimentos, cerámica industrial, recubrimientos protectores con características de diamante, circuitos integrados, manufactura y fabricación de plásticos, simulación espacial, producción de películas, etc. Asimismo, los estudios de distintos elementos que se hacen en vacío, como por ejemplo el estudio de semiconductores, requieren de una atmósfera controlada y libre de impurezas.

En el 2005 se inició el proyecto de investigación “*Preparation and characterization of amorphous thin (AlN)_x(SiC)_{1-x} films using dc magnetron sputtering and pulsed láser deposition*”, enfocado al estudio y mejoramiento de algunas propiedades de los semiconductores, como por ejemplo: propiedades ópticas y electrónicas. Los semiconductores que serán estudiados en este proyecto son el SiC (carburo de silicio) y el AlN (nitruro de aluminio).

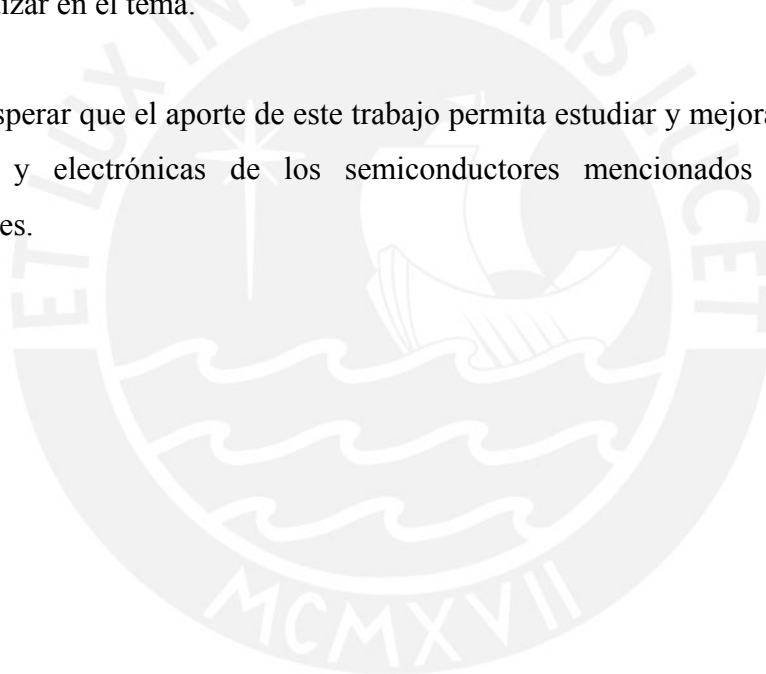
La Pontificia Universidad Católica del Perú, junto con la Universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania, decidieron implementar el laboratorio de Ciencia de los Materiales en la Sección de Física, de la Pontificia Universidad Católica del Perú, para así poder estudiar y caracterizar las muestras de las películas delgadas que se obtendrán en el laboratorio. De esta manera se podrá entender y mejorar las propiedades antes mencionadas de los semiconductores. Para poder realizar estos estudios se utilizará la tecnología de vacío, ya que gracias a ésta se logran mejores resultados en el estudio de los semiconductores: Por lo tanto, se requiere de un equipo en el cual se pueda aplicar una de las técnicas de deposición de metales, conocida como *sputtering*.

Esta técnica de deposición de metales en vacío, *sputtering*, requiere gases de proceso con presiones del orden de los 10^{-1} mbar. Por lo tanto, se necesita un ambiente capaz de soportar una diferencia de presión cercana a 1 bar.

El objetivo principal de esta tesis, es el diseño, fabricación e instalación de un equipo que permita preparar muestras de películas delgadas de semiconductores mediante el método de deposición de metales conocido como *sputtering*.

El presente texto está dividido en cinco capítulos. El primer y segundo capítulo comprende el tema de los antecedentes de la tecnología del vacío, sus aplicaciones, y la elección del método de deposición de metales que se usará en el equipo para la fabricación de las películas delgadas. En el tercer capítulo se desarrolla el diseño del equipo: expone las consideraciones que se tuvieron en cuenta para el diseño, los cálculos y los planos. En el cuarto capítulo se destacan aspectos de la fabricación, instalación y la puesta en marcha del equipo, mientras que en el quinto capítulo se hace un análisis de los resultados y los costos que implicó la fabricación e instalación del equipo en el laboratorio de Ciencia de los Materiales, en la sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Finalmente, en los anexos se presentará información teórica y técnica que será de utilidad para aquellas personas que deseen profundizar en el tema.

Es de esperar que el aporte de este trabajo permita estudiar y mejorar las propiedades ópticas y electrónicas de los semiconductores mencionados en los párrafos anteriores.



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES

En el presente capítulo se expone una breve descripción de la evolución tecnológica del vacío. Asimismo, se trata de explicar algunos términos de uso común para la tecnología de vacío y se mencionan algunas de sus aplicaciones más comunes en la vida diaria así como en la industria. Finalmente, se exponen algunas de las técnicas relacionadas con la deposición de metales, poniéndose mayor énfasis en una técnica derivada de éstas conocida como *sputtering*.

1.1 Evolución tecnológica del vacío [TALAVERA y FARIAS, 1995]

Los filósofos griegos consideraban que *el vacío* significaba *falto de contenido*. Sin embargo, recién a mediados del siglo XVII, el italiano Gasparo Berti realizó el primer experimento utilizando el vacío para el estudio de los sifones (1640). Berti pretendía aclarar el fenómeno como una manifestación de diferencia de presión de aire en la atmósfera. Creó, básicamente, un barómetro de agua, el cual resultó capaz de producir vacío.

Al analizar el informe experimental de Berti, Evangelista Torricelli captó con claridad el concepto de presión de aire, por lo que diseñó, en 1644, un dispositivo para demostrar los cambios de presión en el aire. Es así que Torricelli construyó un

barómetro que en lugar de agua empleaba mercurio y, de esta manera y sin proponérselo, comprobó la existencia del vacío.

La aceptación del concepto de vacío se dió cuando en 1648, Blas Pascal, cuñado de Torricelli, llevó un barómetro con 4 kg de mercurio a una montaña a 1 000 m sobre el nivel del mar. Sorprendentemente, cuando el barómetro estaba en la cima, el nivel de la columna de Hg en el tubo era menor que al pie de la montaña. Así se puso en evidencia la presión del aire y, lo más importante, la producción y existencia del vacío.

En 1640, Von Guericke, adaptó a un tonel de madera una bomba de agua, después lo llenó con agua y lo cerró herméticamente. Con la ayuda de varios hombres procedió a sacar el agua. El bombeo se prolongó después de vaciado el tonel, lo que causó la precipitación del aire a través de los poros de la madera. Este suceso lo motivó a ocuparse en otro experimento: la fabricación de una esfera de cobre a la que se le podía colocar una bomba. En este caso Von Guericke omitió el agua y bombeó directamente el aire. Cuando había extraído aparentemente todo el aire, la esfera se deformó de manera repentina (sufrió un efecto de compresión) debido a la presión atmosférica.

En términos generales, la historia del desarrollo de las bombas de vacío puede ser trazada como sigue: primero, se realizó la modificación de las bombas de agua existentes con pistones y válvulas, las cuales dejaron de utilizarse a finales del siglo XIX, por lo que se retomó un concepto más primitivo de bombas de pistón de mercurio líquido. Después se estableció el uso de bombas mecánicas rotatorias, seguidas de adaptaciones de bombas de vapor, turbo maquinaria y, por último, de bombas basadas en fenómenos de ionización, combinación química y adsorción criogénica.

Es importante mencionar que, en un principio, las cámaras para el estudio de distintos elementos en vacío se fabricaban de vidrio pirex, por ser éste un material que en condiciones de alto vacío no degasifica elementos al interior del ambiente. Sin embargo, y debido a la diferencia de presiones, existe el riesgo de una implosión de las cámaras de vidrio. Por lo que era necesario tener una protección adicional (una

cámara de acero) que protegiera a los científicos de una probable implosión de la cámara de vidrio.

La tecnología actual del vacío permite obtener vacíos que van desde casi la presión atmosférica hasta 10^{-13} torr mediante una gran variedad de sistemas de bombeo. El dispositivo conveniente para hacer vacío depende de cuál sea la aplicación que se le quiera dar. La tabla 1.1 nos permite entender mejor las unidades de presión que se manejan cuando se habla de vacío.

Tabla 1.1: Equivalencia de unidades de presión

	Torr (torr)	Bar (bar)	Pascal (Pa)
1 Atmósfera (atm)	760	1.01	101325

De acuerdo con la definición de la Sociedad Americana de Vacío (1958), [Roth, 1982] el término *vacío* se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual. Esto significa que cuanto más disminuamos la presión, mayor vacío obtendremos, lo que nos permite clasificar el grado de vacío. Entonces, podemos hablar de bajo, mediano, alto y ultra alto vacío, en correspondencia con intervalos de presiones cada vez menores. Cada intervalo tiene características propias. Teniendo en cuenta que 1 atm equivale a aproximadamente 10^3 mbar podemos definir:

- 1) *Bajo y mediano vacío*. El intervalo de presión atmosférica con estas características se manifiesta desde un poco menos de 10^3 mbar hasta 10^{-3} mbar aproximadamente.
- 2) *Alto vacío*. El intervalo de presión se extiende aproximadamente desde 10^{-3} mbar hasta 10^{-7} mbar.
- 3) *Ultra alto vacío*. El intervalo de presión va aproximadamente desde 10^{-7} mbar hasta 10^{-16} mbar

1.2 Campos de aplicación de las técnicas de vacío

Existe gran variedad de usos del vacío que son de importancia para muchas industrias y desarrollos tecnológicos, así como para la ciencia y para la vida diaria.

El vacío se aprovecha en diversas industrias, que van desde la alimenticia hasta la automovilística, la aviación, la obtención de medicamentos, etc. Se puede decir que el área de influencia del vacío afecta a la mayoría de las industrias, lo cual le da un lugar especial en el desarrollo tecnológico de un país. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son:

- a) **Recubrimientos protectores con características de diamante** [Guthrie, 1963]: Este tipo de recubrimientos, denominados *diamond-like films*, son películas delgadas que poseen propiedades similares a las del diamante. Al igual que el diamante, tienen gran dureza, presentan una alta conductividad térmica, son aislantes eléctricos, ópticamente transparentes e inertes químicamente. Este conjunto de propiedades les otorga un enorme potencial de aplicación como recubrimiento protector.
- b) **Simulación espacial** [Guthrie, 1963]: Sabemos que la presión atmosférica a nivel del mar es de 760 torr, y que la presión decrece con la altitud. Cerca de los 90 km de altitud la presión decrece a 10^{-3} torr (troposfera y estratosfera). A los 1 000 km, la presión es de aproximadamente 10^{-10} torr. Se calcula que después de esta altura la presión decrece en proporciones pequeñas, por lo que a los 10 000 km la presión es igual a 10^{-13} torr. Por esta razón, y para la tecnología espacial, son importantes las técnicas de ultra alto vacío, pues ayudan en las pruebas de naves espaciales, trajes, materiales, satélites, auto transportes, equipo y herramienta en condiciones extremas de baja presión y microgravedad. La simulación espacial se hace en cámaras especiales, proporcionando un conocimiento más claro de los efectos obtenibles en el espacio y de la confiabilidad en el equipo con que se cuenta para este campo.
- c) **Manufactura y fabricación de plásticos** [Roth, 1982]: La metalización al vacío es uno de los métodos más sencillos para hacer recubrimientos metálicos sobre

plásticos. Básicamente consiste en la evaporación del metal, usualmente aluminio, sobre la superficie del plástico dentro de una cámara de alto vacío. Una cámara común mide 2 m de diámetro y contiene manipuladores para rotar las piezas de plástico con la finalidad de obtener un recubrimiento uniforme. Se utiliza un filamento de tungsteno, sobre el cual se deposita el material a evaporar, luego el filamento es calentado hasta que se alcanza el punto de evaporación del material. La metalización al vacío se lleva a cabo en un ambiente de muy baja presión atmosférica, entre 10^{-7} y 10^{-10} torr. El metalizado de plásticos se usa en procesos de decoración, en la formación de capacitores eléctricos y cortes finos para placas metálicas.

- d) En circuitos integrados** [Guthrie, 1963]: Los tres tipos básicos de circuitos integrados que existen son: el circuito integrado monolítico, el circuito integrado multichip y los circuitos integrados en película, cuyos elementos son películas formadas sobre sustratos aislados. Las películas se hacen evaporando el material que la formará en un sistema aislado al vacío, que también contendrá al sustrato. El material se vaporiza y se condensa sobre el sustrato. Este tipo de circuitos se utilizan para la fabricación de componentes para electrónica pasiva; por ejemplo, arreglos de resistencias (partes que impiden el flujo de corriente eléctrica) y capacitores (partes para restaurar la carga eléctrica). Este tipo de circuitos pueden ser de películas gruesas o de películas delgadas, dependiendo principalmente de la técnica empleada para el depósito.
- e) La conservación de alimentos** [Roth, 1982]: El proceso de liofilización (secado mediante congelamiento) se usa para conservar ciertos productos químicos delicados, sustancias biológicas o tejidos. En este proceso, el material es congelado y, en condiciones de alto vacío, se elimina el agua sublimándola a vapor mientras el material se mantiene congelado. Esto permite establecer condiciones de temperatura y presión específicas para mantener el material sólido en las mejores condiciones para una exitosa deshidratación, y para favorecer una satisfactoria rehidratación. Durante el proceso de liofilización, la estructura celular de muchos materiales se mantiene esencialmente intacta, preservando la característica básica del producto; mientras que en el caso de otros productos, su forma cambia a la de un polvo, aunque se conservan sus características básicas.

Este proceso es necesario para ciertos materiales en extremo delicados, pero también se usa en la elaboración de comida procesada.

Por último mencionaremos la aplicación en el transporte de verduras, las cuales se enfrían mediante un sistema al vacío. En este sistema se produce la rápida evaporación de pequeñas cantidades de agua con el fin de evitar su pronta descomposición durante el transporte

- f) **La cerámica industrial** [Roth, 1982]: Los materiales primarios que se usan para hacer la cerámica se preparan, por lo general, mediante reacciones químicas que involucran precipitación, filtración, calcinación y reacciones de estado sólido, así como mediante la técnica de secado por congelamiento. Esta última técnica supone un procesamiento al vacío, similar al que se explicó con anterioridad para el caso de la conservación de alimentos.
- g) **Otras aplicaciones.**- El alto vacío es un aislante térmico y eléctrico. Esta propiedad es usada en los contenedores para albergar líquido, helio, nitrógeno, etc., así como termos para mantener las bebidas o los alimentos a una determinada temperatura. En ambos casos se trata de “dobles recipientes” que, entre ellos, se ha evacuado el aire hasta obtener alto vacío. Además, el alto vacío también se utiliza para:
- Remover los constituyentes de la atmósfera que pudieran causar una reacción física o química, como puede ser la oxidación durante un cierto proceso, por ejemplo la fundición en vacío de metales reactivos como el titanio.
 - Modificar una cierta condición de equilibrio que existe en condiciones ambientales normales, como para remover gas disuelto o líquido volátil de la parte interna de un material, por ejemplo, en procesos de secado al vacío.
 - Aumentar la distancia que un átomo, molécula o electrón debe viajar antes de chocar con otro, lo cual ayuda a que en un cierto proceso las partículas se muevan sin colisión entre la fuente y el blanco, por ejemplo, en recubrimientos

al vacío, aceleradores de partículas, cinescopios de televisión y monitores de computadoras.

- Reducir el número de impactos de las moléculas del gas ambiental con una cierta superficie preparada en vacío, por ejemplo, en la preparación de películas delgadas puras, o en estudios de superficies limpias.
- La producción de nuevos materiales y para el enriquecimiento o la separación de los isótopos de los elementos.

Últimamente, las grandes instalaciones de vacío han llegado a ser importantes para las investigaciones científicas en relación con el desarrollo de aceleradores de partículas, diseño de máquinas termonucleares y la simulación de sistemas espaciales.

Estos son algunos ejemplos que ilustran la amplia gama de aplicaciones en los que las técnicas de vacío son usadas.

1.3 Proceso de deposición de metales con *physical vapor deposition* (PVD)

En la actualidad existen muchos métodos para la deposición de metales. Uno de los más usados es el *physical vapor deposition*, el cual también tiene muchas sub-técnicas.

El método más simple de *physical vapor deposition* consiste en la ubicación de la muestra a evaporar en un porta muestra. El porta muestra debe ser de un material que resista altas temperaturas, es decir, de alto punto de fusión, además debe ser de un material inerte para que no reaccione con la muestra, como por ejemplo el Wolframio (W), Tantalio(Ta), Molibdeno(Mo), etc. Este porta muestra es conectado a una fuente de alta corriente y bajo voltaje, de tal manera que caliente a la muestra hasta el punto de evaporación de la misma. Esto permite que el metal evaporado se dirija al substrato en donde se depositarán las películas delgadas de la muestra, tal como se aprecia en la figura 1.1

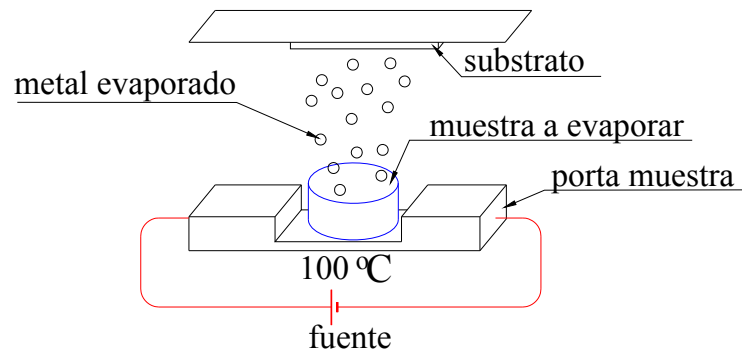


Fig. 1.1: Esquema elemental de un proceso de *physical vapor deposition*

Este método tiene dos desventajas:

La primera desventaja es, que sólo sirve para muestras de bajo de punto de evaporación por lo general menores a 1000 °C. Además, a estas temperaturas el porta muestras comienza a deformarse.

La segunda desventaja es, que este método solo sirve para evaporación de muestras simples, como por ejemplo Zinc (Zn), Cadmio (Cd), o para muestras compuestas que no presentan sublimación incongruente.

En el Laboratorio de Ciencia de los Materiales de la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se desea depositar muestras como SiC (carburo de silicio) y AlN (nitruro de aluminio). Los cuales tienen puntos de evaporación por encima de los 2000°C. Además, otro de los problemas que se tiene con este método, es que no se evaporarían los elementos juntos sino por separado, obteniéndose así, para el SiC por ejemplo, capas de silicio y luego de carbón, ya que el carburo de silicio es un semiconductor que se descompone antes de sublimarse.

Por este motivo se requiere aplicar una técnica alternativa al simple *physical vapor deposition* para obtener mejores resultados. Una posibilidad es la técnica del *sputtering*.

1.4 Proceso de deposición de metales con *sputtering* simple

El proceso de *sputtering* consiste en la extracción de átomos de la superficie de un electrodo (*target*), debido al intercambio de momento con iones que bombardean los átomos de la superficie. Por lo tanto, el proceso de *sputtering* es básicamente un proceso de ataque contrario al proceso de *physical vapor deposition*.

Este método es principalmente un proceso de bombardeo iónico, que consigue la deposición en fase de vapor del material bombardeado, sobre un sustrato de vidrio.

En esta técnica, los iones formados en un plasma, son acelerados gracias a un fuerte campo eléctrico, y dirigidos hacia el material que se desea depositar, mediante el mismo campo eléctrico. El plasma está formado por electrones y los gases del proceso, que pueden ser Argón (Ar), Nitrógeno (N_2), etc., los cuales se encuentran en un alto estado energético y que además están ionizados parcialmente por el fuerte campo eléctrico (ver figura 1.2).



Fig. 1.2: Plasma formado por electrones y los gases del proceso

El alto voltaje entre el cátodo y el ánodo provoca la parcial ionización del gas y la aceleración de los iones, provocando que los iones del gas de proceso golpeen el

target con la energía suficiente para arrancar átomos de la superficie del cátodo mediante un proceso de transferencia de momento (figura 1.3).

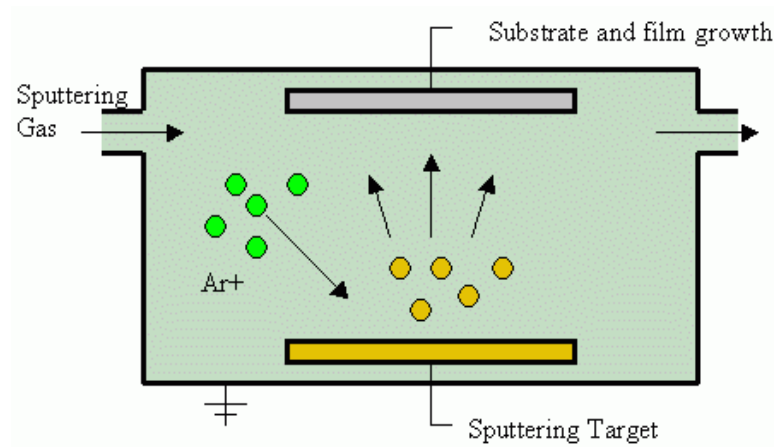


Fig. 1.3: El gas ionizado tiene la energía suficiente para arrancar material de la muestra

Cuando el ión golpea la superficie del material, transfiere parte de su energía a los átomos que lo conforman. Es de esta forma que algunos átomos del material adquieren la suficiente energía para abandonar la superficie, alcanzar el sustrato y adherirse a él.

La mayor parte de la energía proporcionada por los iones incidentes se transforma en calor, siendo este disipado mediante un circuito de refrigeración que evita el sobrecalentamiento del cátodo.

Cuando rebotan los iones del gas del proceso (Argón por ejemplo) que chocan con el *target*, estos arrancan material, el cuál se deposita en el sustrato. Como efecto secundario se liberan electrones. Estos últimos deberían golpear a los átomos de Argón neutros ubicados entre el sustrato y el *target*, de tal manera que se produzca un desprendimiento de más electrones de los átomos neutros de Argón. Esto provoca que los átomos de Argón se ionicen positivamente, lo cual aumenta el flujo de iones al *target*, tal como se aprecia en la figura 1.4. Sin embargo, son muy pocos los electrones que chocan con los átomos neutros. Por lo tanto, se requiere de un método que permita ampliar el recorrido de los electrones en el espacio comprendido entre el

target y el sustrato. Esto permite que los electrones choquen con más átomos neutros para ionizarlos y así aumentar el flujo de átomos neutros al *target*.

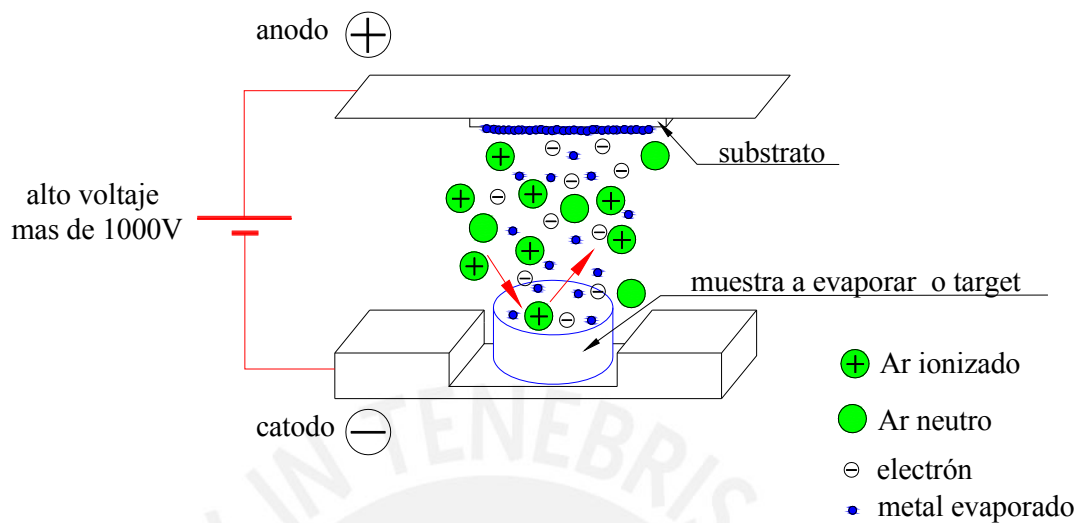


Fig. 1.4: Detalle del proceso de evaporación de metales con *DC-sputtering*

1.5 Proceso de deposición de metales con *sputtering* y magnetrones

En el *Sputtering* con magnetrones existe un imán permanente dentro del cátodo, lo cual da lugar a un campo magnético de varios cientos de gauss. Esto hace que los electrones libres sigan un camino en espiral, por lo tanto el camino que recorren es más largo que en el caso del simple *sputtering*, de esta forma se logra generar más choques en la región del campo magnético alto. Esto hace que el plasma se concentre precisamente en la zona con alto campo magnético

Por esta razón los electrones no irán en línea recta hacia el ánodo (sustrato), sino que se moverán en trayectorias cicloidales muy cerca al *target*, tal como se muestra la figura 1.5. De esta manera, se incrementa la rapidez de deposición. Esto se debe a que los electrones, al permanecer más tiempo en el plasma, experimentan más choques con átomos neutros de Argón, multiplicando tanto el número de iones positivos como el número de electrones.

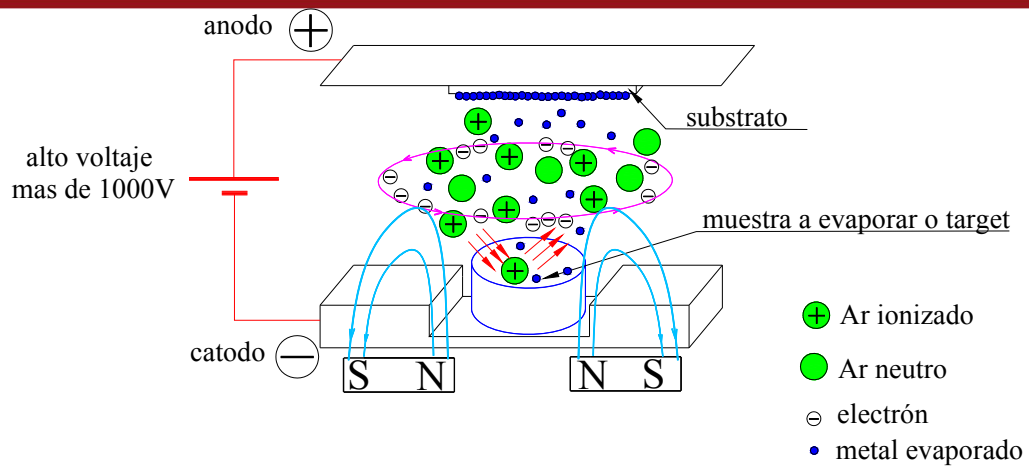


Fig. 1.5: Detalle del proceso de evaporación de metales con *DC – magnetron sputtering*

En el *Sputtering* con magnetrones también se pueden depositar películas de materiales semiconductores y aislantes, aplicando una señal de radiofrecuencia (RF). Si se sustituye el *target* metálico, que se usaba en el *Sputtering* de diodos en DC, por otro que sea aislante, no se podrá mantener la descarga entre los electrodos debido a la aparición de carga de iones positivos en la superficie del aislante. Para mantener la descarga en un sistema de diodos con un *target* aislante, se sustituye la fuente de potencia DC por otra que opere en RF (figura 1.6). Este sistema se denomina sistema de *Sputtering* en RF. En la práctica la frecuencia usada para este método es 13.56 MHz (radiofrecuencia).

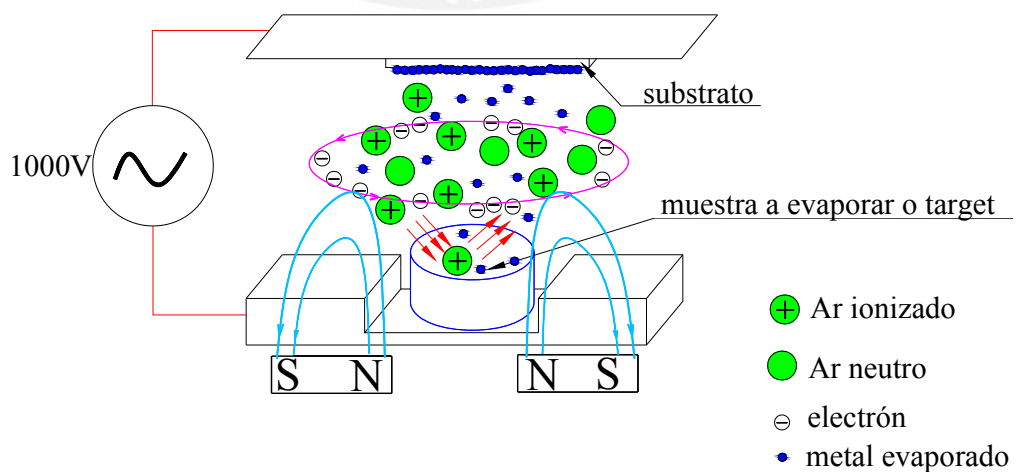


Fig. 1.6 Detalle del proceso de evaporación de metales con *RF – magnetron sputtering*

CAPÍTULO 2

PARTES DEL EQUIPO DE ALTO VACÍO

En el presente capítulo se describirán los diversos componentes que conforman el equipo de alto vacío a diseñar. Asimismo, se explicarán las funciones que cumple cada componente del equipo.

Es importante mencionar que algunos de estos componentes se adquirieron por donación de la Universidad Erlangen-Nürnberg (Alemania). Por lo tanto, algunos de los componentes donados se instalaron en el equipo diseñado sin modificación alguna, mientras que otros tuvieron que adaptarse para satisfacer las condiciones de operación del equipo de alto vacío.

2.1 Componentes para el equipo de alto vacío

En un sistema de vacío se necesitan una serie de elementos o mecanismos que, al trabajar en conjunto, permiten obtener una atmósfera ideal de trabajo, para la aplicación de distintas técnicas de ablación por ejemplo. En la figura 2.1 se muestra el sistema de alto vacío que se instalará en el laboratorio de Ciencia de los materiales de la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en el cual se muestran los principales componentes que conforman el equipo de alto vacío.

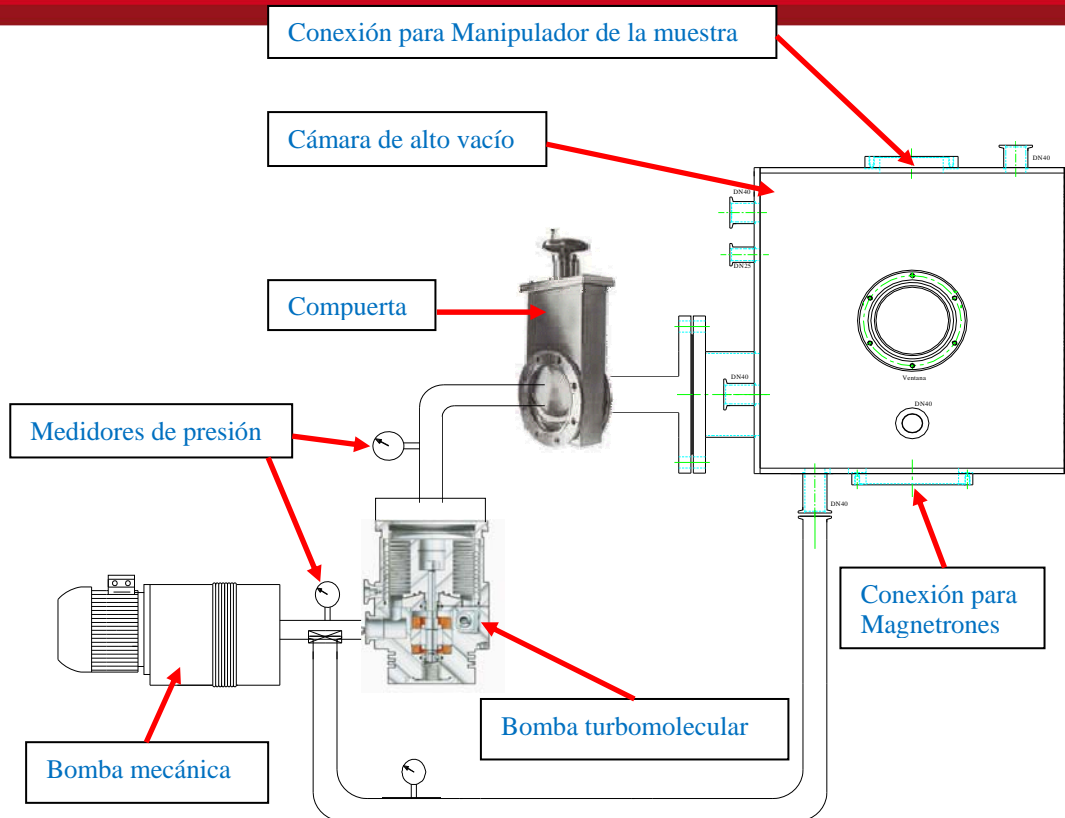


Fig. 2.1: Esquema de funcionamiento de un sistema de vacío

2.1.1 Bombas mecánicas

Las bombas mecánicas forman parte del pre-vacío y reducen la presión desde la atmosférica hasta 10^{-2} mbar, presión a la cual empiezan a trabajar las bombas de alto vacío.

Existen varios tipos de bombas mecánicas como: bombas de pistón, bombas de anillo de agua, bombas de paleta rotatoria, bomba tipo Roots, etc. La bomba mecánica que se dispone para el laboratorio es del tipo paleta rotatoria. [Talledo, 2004]

Las bombas de paleta rotatoria consisten en un espacio cilíndrico (estator) que alberga a un cilindro de diámetro menor que gira dentro de él (rotor). En el rotor las paletas se encuentran sujetas por medio de un resorte. Estas bombas poseen dos ductos, uno de dimensiones mayores respecto al otro. El ducto mayor da al exterior de la bomba (conexión con la cámara a desalojar). Por otra parte, el ducto pequeño es

la salida del estator y conduce a un recipiente parcialmente lleno de aceite. Al final del ducto menor se coloca una válvula de descarga, la cual regula la salida de gas del estator al recipiente. El recipiente a su vez tiene salida al exterior de la bomba.

El funcionamiento de la bomba de paletas rotatorias es sencillo. Al girar el rotor provoca que las paletas se deslicen sobre las paredes del estator (con una presión uniforme debido al resorte que sostiene a las paletas), lo que permite la entrada del gas entre el estator y el rotor. Luego se desplaza el volumen de gas, contenido en esta región, hasta la salida del estator. La figura 2.2 muestra esta operación en tres instantes. En el instante A comienza el giro del rotor. El aire entre la entrada y la paleta inferior es incrementado; lo que causa que el gas ingrese en este nuevo volumen generado. En el instante B el gas ha sido aislado del sistema de vacío y comienza a empujarse hacia la válvula de descarga. Finalmente, en el instante C el gas se comprime ligeramente arriba de la presión atmosférica. La válvula de descarga se abre y el gas es expulsado fuera de la bomba a través del aceite en el recipiente. Para mayor información ver anexo A

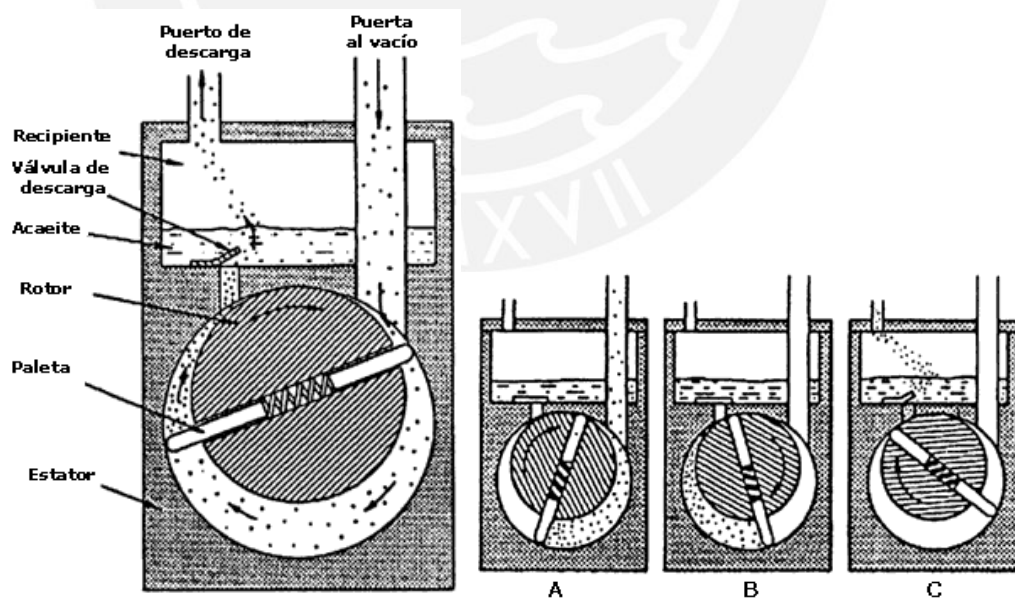


Fig. 2.2: Bomba mecánica de paleta rotatoria en acción.

2.1.2 Bomba turbomolecular

Una vez alcanzada la presión de 10^{-2} mbar, en el recipiente entra en funcionamiento la bomba de alto vacío. Al igual que las bombas mecánicas, existen una variedad de bombas de alto vacío como por ejemplo, bombas de arrastre molecular, bombas turbomoleculares, bombas difusoras de aceite, bombas criogénicas, etc. La bomba de alto vacío que se dispone para el equipo es del tipo turbomolecular.

La bomba turbomolecular, a veces simplificada como turbo-bomba, es una bomba para presiones finales extremadamente bajas (hasta 10^{-10} mbar). Esta bomba consiste en una serie consecutiva de estatores y rotores, comparable con una turbina de avión. [Talledo, 2004] La figura 2.3 nos muestra la sección transversal de la bomba, así como los distintos elementos que la conforman.

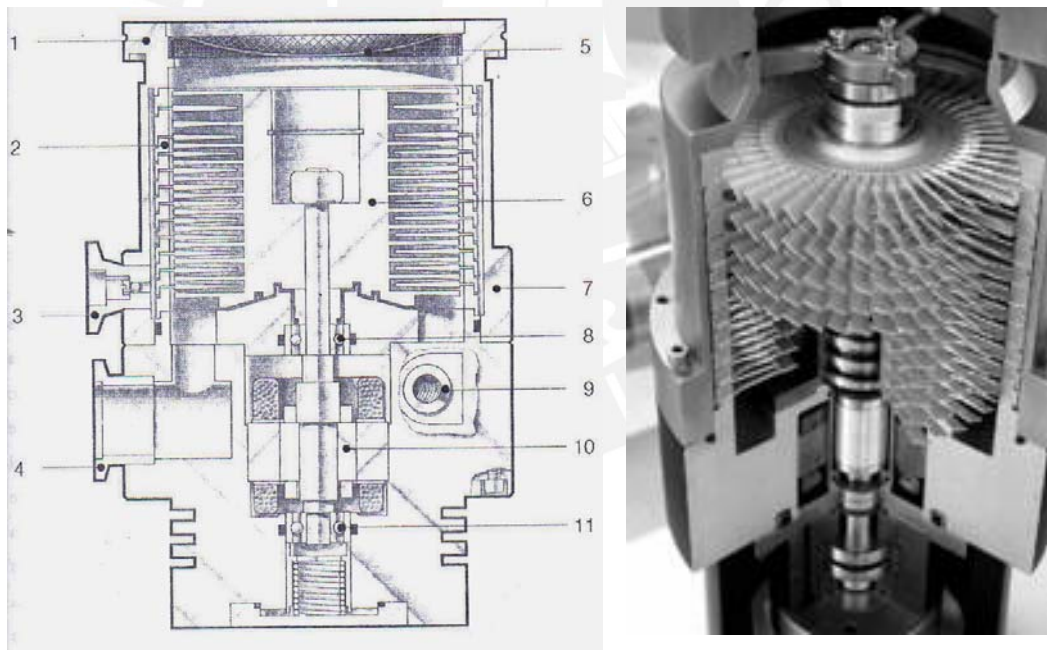


Fig. 2.3: Sección transversal de una bomba turbomolecular: (1) brida para conexión a cámara, (2) estator, (3) brida para conexión a ventilación, (4) brida para conexión a bomba mecánica, (5) malla protectora, (6) rotor, (7) cubierta o chasis de la bomba, (8) rodaje, (9) conexión para agua de enfriamiento, (10) motor trifásico, (11) rodaje

Como la capacidad de succión de las turbo-bombas se reduce con el incremento de la presión, solo pueden trabajar en conjunto con una bomba antepuesta, por ejemplo

una bomba rotativa de paletas variables. En sistemas de plasma, las turbo-bombas son muy comunes y se usan cuando se requieren presiones muy bajas, las cuales no son posibles de generar con otro tipo de bombas de vacío (rotativa de paletas variables, *Roots*, etc.).

En una bomba turbomolecular, el eje de la turbina es impulsada por un motor eléctrico a velocidades angulares de 30000 rev/min, y las paletas están especialmente diseñadas para transferir momento a las moléculas de un gas; empujándolas siempre en una dirección determinada, logrando de este modo la compresión de una porción de gas.

La bomba turbomolecular es colocada en serie entre la cámara de vacío y la bomba mecánica de pre-vacío, de tal manera que su función sea transportar moléculas de gas residual desde la cámara hasta la bomba mecánica. Las moléculas son arrastradas por las paletas de la turbina, obteniéndose, por lo tanto, la ventaja de un vacío con una presión muy baja. Esto también significa que los gases residuales no son contaminados con aceite en comparación con otros tipos de bombas como ocurre con las bombas difusoras de aceite. Para mayor información ver anexo B

2.1.3 Compuerta o Válvula

La compuerta es un elemento simple pero importante dentro de un sistema de alto vacío, ya que ésta se encarga de aislar la cámara de vacío de la bomba turbomolecular hasta que la presión dentro de la cámara sea de 10^{-2} mbar, presión a la cual recién empieza a trabajar la bomba turbomolecular.

Una vez alcanzada la presión de pre-vacío (10^{-2} mbar), se abre la compuerta y se cierra el conducto que comunica directamente a la bomba mecánica con la cámara (figura 2.1). Finalmente se prende la bomba turbomolecular sin apagar a la mecánica, de tal manera que se comience a trabajar en serie la bomba mecánica y la bomba turbomolecular para evacuar los gases dentro de la cámara.

Otra de las funciones de la compuerta es aislar a la cámara de las bombas durante el proceso del *sputtering* y volver a comunicarlas cuando la presión al interior de la cámara aumente debido a los problemas de degasificación durante el proceso.

Para el uso en sistemas de metal en alto vacío y ultra alto vacío existe poca variedad de compuertas o válvulas en el mercado, ya que por lo general las válvulas de vacío son muy complejas y resulta, para un laboratorio, muy difícil fabricarlas. Las grandes compañías de equipos para vacío son las que se encargan de producirlas.

En la figura 2.4 se ilustra una válvula de metal que se usa para aislar a las bombas de la cámara de alto vacío; se elaboran con aluminio o acero inoxidable con sellos de vitón (caucho fluorocarbonado). Se puede calentar hasta 200°C y tienen una apertura interna de 5 a 25 centímetros. Para mayor información ver anexo D

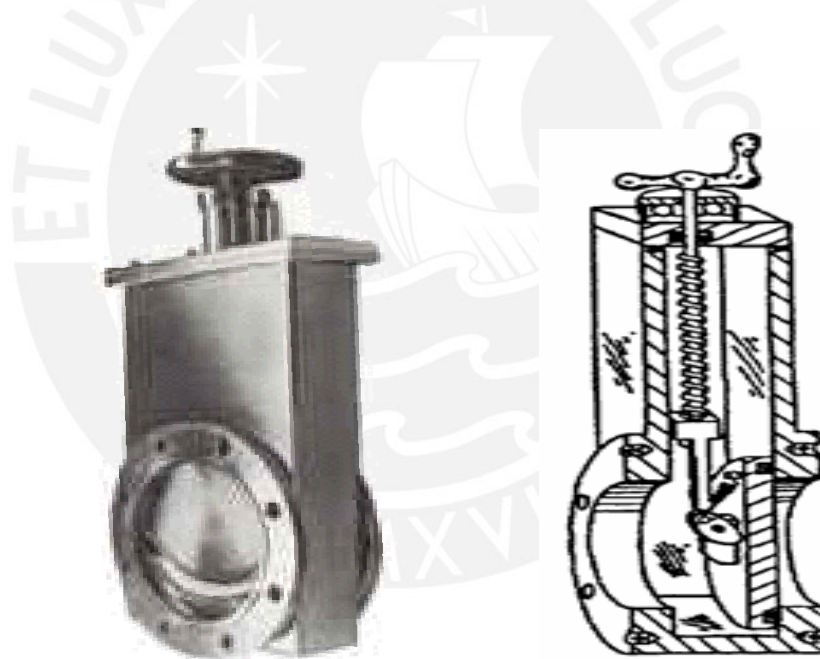


Fig. 2.4: Compuertas de metal para aislamiento de la cámara de alto vacío.

2.1.4 Magnetrones

Los magnetrones son el componente principal del equipo de *sputtering*, pues es gracias a ellos que se logra aplicar el método del *magnetron sputtering*.

En el equipo de *sputtering* se requiere contar con tres de estos magnetrones, en el primer magnetron se pondrá SiC (carburo de silicio), en el segundo se pondrá AlN (nitruro de aluminio) y en el tercer magnetron se pondrá algunas tierras raras como por ejemplo Eu (Europio), la que actuará como elemento dopante.

El magnetron tiene la característica de generar el plasma en la superficie del *target*. Esto se consigue ubicando una estructura tipo imán permanente detrás de la superficie del *target*. La figura 2.5 muestra la imagen de un magnetron y su correspondiente vista de corte, en donde se pueden identificar algunos elementos antes mencionados

El campo magnético que resulta, forma una trayectoria anular a circuito cerrado que actúa como trampa del electrón, de tal manera que se forme una trayectoria cicloidal con los electrones libres del plasma. Esto aumenta la probabilidad de la ionización del gas del sputtering dentro de la zona del confinamiento. Por lo tanto, el *magnetron sputtering* aumenta la rapidez de depósito de las películas.

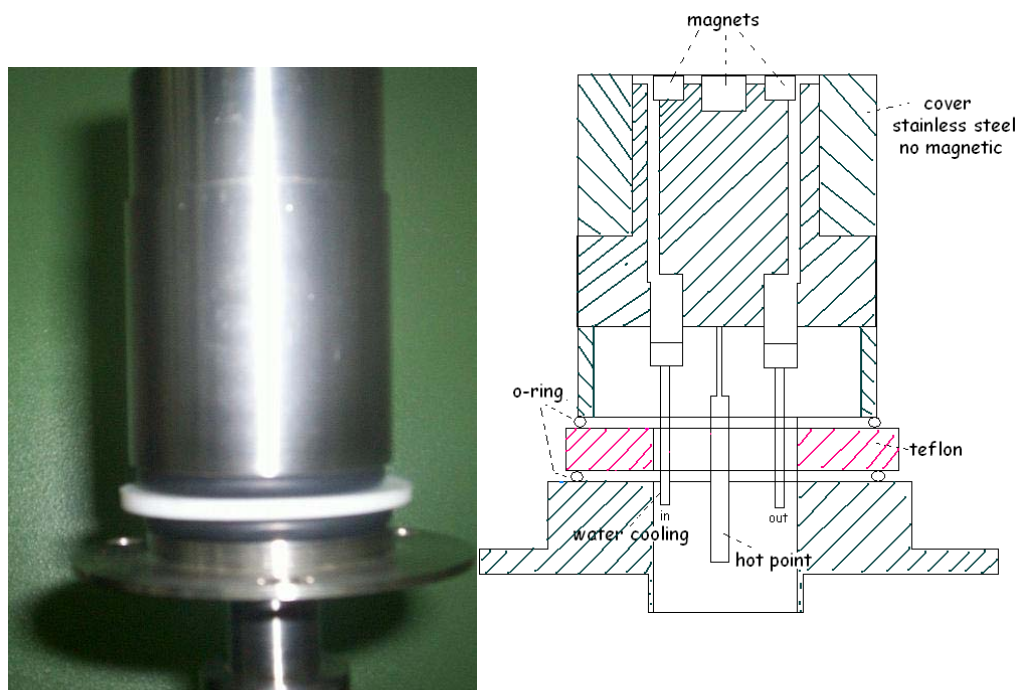


Fig. 2.5: Magnetron (foto y corte transversal)

2.1.5 Refrigeración

Como se explicó antes, el *sputtering* es un método de choques entre los iones del gas del proceso y el *target*. A consecuencia de esos choques se produce un incremento en la temperatura del *target*. La temperatura típica sin refrigeración llega hasta los 200°C. Por lo tanto, se necesita un sistema de refrigeración en el magnetrón para evitar la destrucción del campo magnético, es decir, evitar que los imanes permanentes, que se ubican en el interior del magnetrón, pierdan su función.

Al ser los imanes permanentes unos elementos muy delicados y de gran importancia, es necesario contar con un sistema de refrigeración dentro del magnetrón, que ayude a disminuir la temperatura que pudiesen alcanzar los imanes. Para el sistema de refrigeración se utilizará agua, la cual atravesará al magnetrón mediante ductos al interior de éste.

2.2 Accesorios para la cámara

Todo este proceso de *sputtering* se podría realizar en una cámara de vacío. Sin embargo, y para un adecuado estudio de las muestras a evaluar, se necesitan de una serie de accesorios que se detallan a continuación:

2.2.1 Sensores de presión

Una vez generado el vacío dentro del recipiente, es muy importante poder medir la presión al interior de éste para controlar el proceso. En nuestro caso se usarán medidores de dos tipos: los sensores de presión serán del tipo Pirani y Penning. El sensor tipo Pirani se usará para medir presiones en el pre-vacío (rango de trabajo desde 10^3 mbar hasta 10^{-3} mbar). El sensor tipo Penning se usará para medir presiones en alto vacío (rango de trabajo desde 10^{-3} mbar hasta 10^{-7} mbar.)

a) *El sensor Pirani* [Roth, 1982] se muestra esquemáticamente en la figura 2.6, junto con un puente wheatstone. Uno de los ramales del puente debe ser mantenido a una presión menor de 10^{-3} mbar, en un recipiente sellado de fábrica. Otro ramal lleva una resistencia que constituye la celda de compensación. El sensor es balanceado por la variación de la resistencia de uno de los ramales. El último de los ramales consta de un filamento metálico suspendido en un tubo en el sistema de vacío. El alambre puede ser de tungsteno u otro material cuya resistencia varíe mucho con la temperatura. Al bajar la presión del gas en el recipiente, se reduce la pérdida de calor por conducción a través del gas aumentando la temperatura y la resistencia del conductor, finalmente las variaciones de voltaje se miden con un potenciómetro graduado en términos de presión absoluta.

El sensor Pirani tiene la ventaja de ser compacto y sencillo de funcionamiento, pudiendo estar a presión atmosférica sin peligro de combustión. Tiene el inconveniente de que su calibración depende de la composición del gas a sensar.

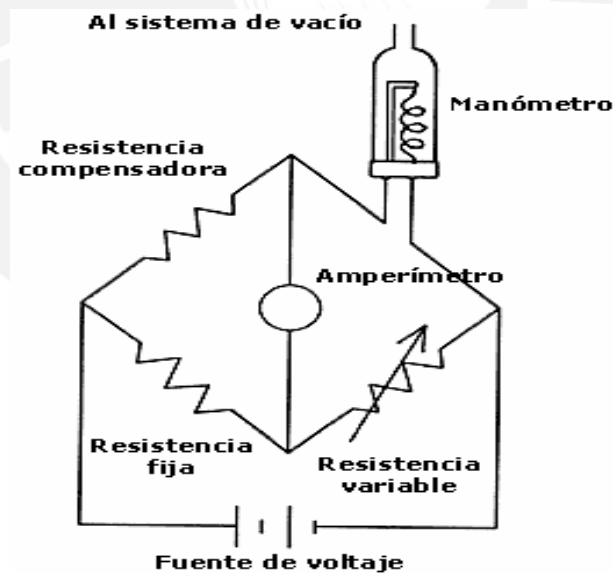


Fig. 2.6: Esquema del sensor tipo Pirani (el sensor es un elemento mecánico que usa un amplificador y transductor para obtener una señal eléctrica)

b) *El sensor Penning* [Roth, 1982] se basa en el principio de la medida de una corriente iónica producida por una descarga de alta tensión. Utiliza un campo

eléctrico para ionizar el gas, dos cátodos de forma cuadrada y un ánodo entre ellos de forma anular tal como lo muestra la figura 2.7. Los iones son desviados debido a un campo magnético cruzado producido por un imán permanente.

Entre las ventajas de este manómetro, se encuentra la de no presentar efecto de radiación X, además no presenta reacciones con el gas. La corriente de descarga es dependiente de la presión y es más robusto ya que no presenta el problema de la combustión del filamento. Sin embargo, la gran desventaja es que se puede destruir si se usa para medir presión atmosférica por casualidad.

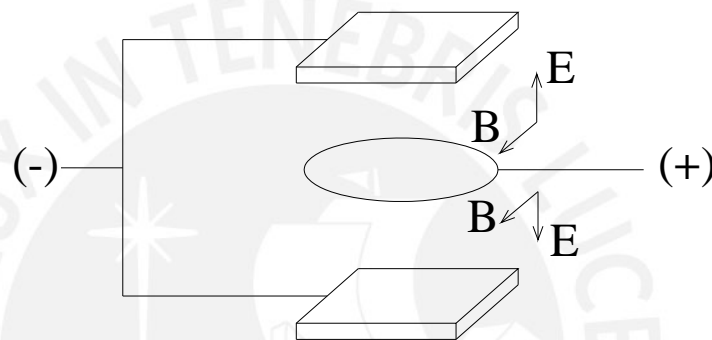


Fig. 2.7: Esquema del sensor tipo Penning

2.2.2 Sellos y válvulas para vacío

Una cámara de vacío puede tener diferentes extensiones (conexiones), en las cuales se pueden colocar medidores de presión, conexiones eléctricas o electrónicas, fuentes de voltaje, ventanas, las diferentes bombas para hacer vacío, espectrómetros de masas, manipuladores de muestras, etc.

En presiones superiores a los 10^{-7} mbar, los sellos de las conexiones de vacío se elaboran de una variedad de elastómeros, siendo los más usuales Neopreno, Nitrilo, y Vitón-A. El Neopreno puede soportar temperaturas de hasta 90°C , mientras que el Nitrilo puede ser calentado hasta 120°C , sin embargo no soporta largos períodos de compresión. Los sellos de Vitón-A soportan temperaturas hasta 220°C y no son muy deformables, por lo que soportan largos períodos de compresión.

Otro tipo de sellos usados con frecuencia, a presiones inferiores a los 10^{-7} mbar, son los de cobre y aluminio. La ventaja de estos es que el sistema puede ser horneado a altas temperaturas (450°C), sin que el sello presente problemas de elongación o deformación, es decir sin problemas de fugas en los recipientes. Otra ventaja resulta de su bajo índice de degasificación. En las figuras 2.8 y 2.9 podemos apreciar los O-ring, tanto de cobre como de elastómeros.

Los diámetros internos de los sellos varían de 2-3 mm hasta varios metros, lo cual da cuenta de la gran variedad de tamaños que se usan.

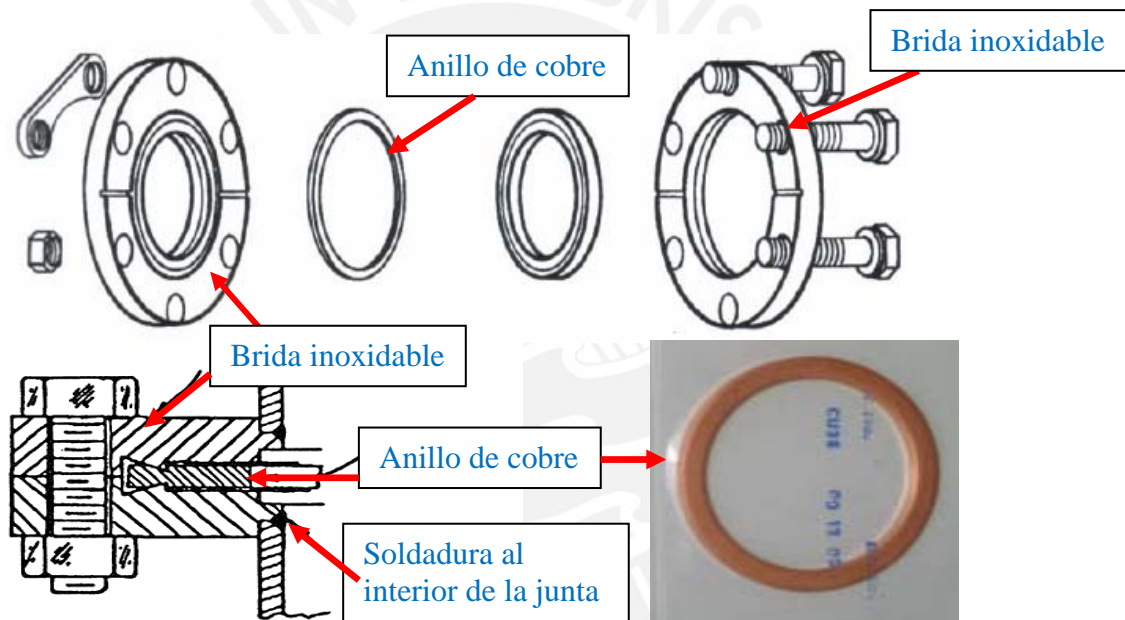


Fig. 2.8: Anillos de cobre para sello de alto vacío

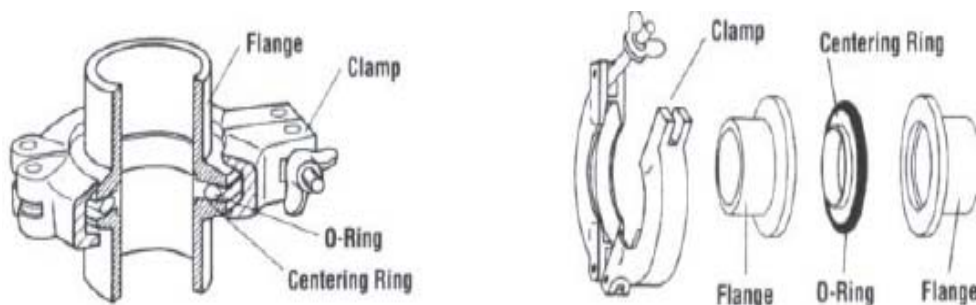




Fig. 2.9: Anillos de vitón y neopreno para sello de vacío

Por otro lado, las válvulas tienen la función de aislar o comunicar dos ambientes contiguos del sistema de vacío. Además, permiten el ingreso de algún gas inerte como el Nitrógeno o Argón, gases sumamente importantes y necesarios para la obtención de las películas delgadas sobre el sustrato.

También son necesarias para llevar la presión de vacío en el interior de la cámara hasta la presión atmosférica al finalizar el proceso. En la figura 2.10 podemos apreciar las válvulas para vacío de apertura manual con sello de o-ring, que serán usadas durante el proceso. Para mayor información ver anexo D

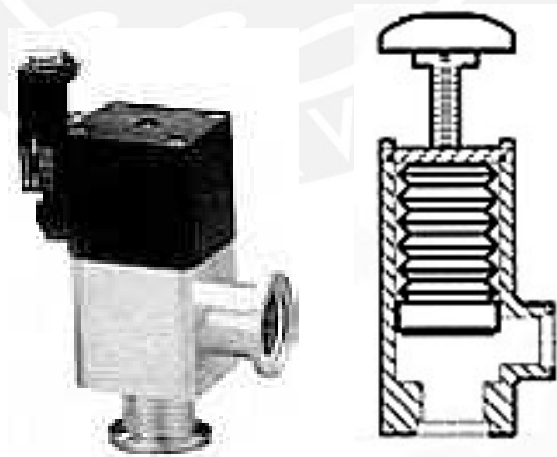


Fig. 2.10: Válvulas para dosificar el gas

2.2.3 Visor

Es necesario observar como es que se está realizando el proceso en el interior de la cámara de vacío, para tal efecto se necesita contar con visores o ventanas.

El vidrio de uso común para la tecnología de vacío esta formado de una base de oxido de silicona, al cual se le agregan otros óxidos para producir un producto de características específicas. Los más usados son los llamados vidrios duros como el Corning Pirex 7740 o Kimble KG-33, que se muestran en la figura 2.11, debido a que son fuertes y químicamente inertes, manteniendo sus propiedades hasta los 500°C. Para mayor información ver anexo C



Fig. 2.11: Visores o ventanas

2.2.4 Manipulador de la muestra

El manipulador de la muestra es un elemento mecánico que permitirá, como su nombre lo dice, manipular la muestra en el substrato, de tal manera que se pueda variar la posición de la muestra a distintas posiciones que se requiera.

El manipulador permite girar la muestra en 360°, sin embargo la función principal que tendrá el manipulador será la de subir o bajar a la muestra dentro de un rango de 15 centímetros. Esto se hará con la finalidad de establecer un espectro para el plasma que se está formando debido a la variación angular de los magnetrones flexibles, es

decir, se obtendrá de manera experimental los puntos de máxima eficiencia del plasma para la combinación de cada una de las posiciones angulares del magnetrón y cada altura que se coloque a la muestra. La figura 2.12 muestra como es un manipulador comercial. Sin embargo, es relevante mencionar que el manipulador que se muestra en la figura 2.12 no es el que se usará en el equipo, ya que éste se diseñará para las condiciones de operación del equipo de alto vacío que se mencionarán en el capítulo 3.

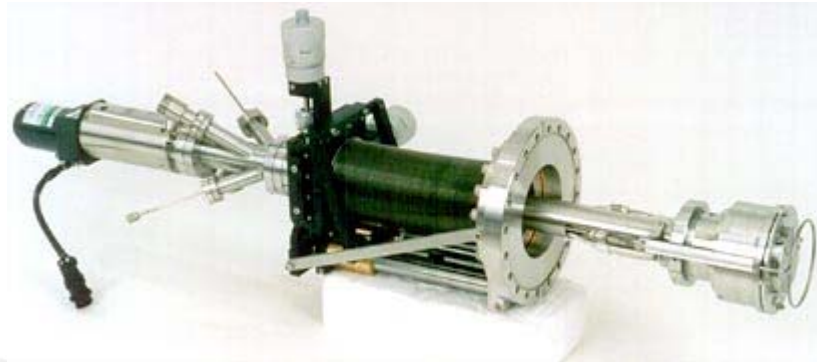


Fig. 2.12: Manipulador de muestras

2.2.5 Espectrómetro de masas

El espectrómetro de masas es un instrumento que permite analizar con gran precisión la composición de diferentes elementos químicos e isótopos atómicos del gas residual de la cámara, separando los núcleos atómicos en función de su relación masa-carga. Puede utilizarse para identificar los diferentes elementos químicos que forman un compuesto o determinar el contenido isotópico de diferentes elementos en un mismo compuesto.

El espectrómetro de masas mide razones carga/masa de iones, calentando un haz de material del compuesto hasta vaporizarlo e ionizar los diferentes átomos. El haz de iones produce un patrón específico en el detector que permite analizar el compuesto químico.

En otras palabras, el espectrómetro de masas mide la masa molecular de la sustancia de interés y sus compuestos al interior de la cámara de vacío, proporcionando

información estructural de la misma. En la figura 2.13 se muestra el espectrómetro de masas y su controlador, Así como también se muestra el controlador de flujo de los gases el cual cumple una función muy importante en el sputtering como lo es controlar el ingreso los gases del proceso como el argón por ejemplo. Estos equipos fueron donados por la universidad de Erlangen-Nürnberg (Alemania).

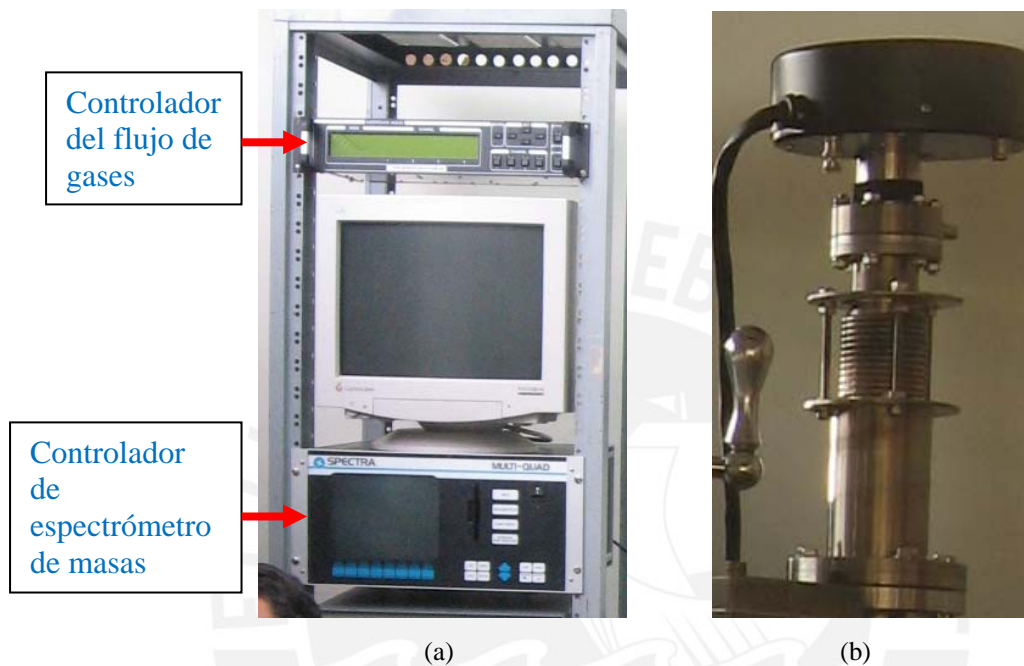


Fig. 2.13: (a) Controlador de espectrómetro de masas y controlador del flujo de gases, (b) Espectrómetro de masas sobre la cámara de alto vacío

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL EQUIPO

A continuación se detallarán las consideraciones generales, y las consideraciones particulares, que se han tomado en cuenta para el diseño y la fabricación del equipo. Asimismo, se presentan los cálculos que se realizaron y los planos del equipo

3.1 Consideraciones Generales

- Se requiere una cámara que permita la fabricación de películas delgadas de semiconductores mediante el método de deposición de metales conocido como sputtering. Esta cámara deberá soportar los cambios de presión, desde la atmosférica (10^3 mbar) hasta la presión de pre-vacío (10^{-2} mbar), y desde la presión de pre-vacío hasta la presión de alto vacío (10^{-7} mbar)
- Se necesita contar con una estructura metálica en la cual se pueda montar el equipo completo.
- En el diseño del equipo se deberá tener en cuenta que hay componentes, que han sido donados por la universidad de Erlangen-Nürnberg de Alemania, por lo tanto el equipo que se diseñará debe ajustarse a las formas y dimensiones de estos componentes.

- La cámara deberá contar con las conexiones necesarias para el ingreso de tres magnetrones flexibles.
- La cámara deberá contar con la conexión necesaria para el ingreso del manipulador de la muestra.
- La cámara deberá contar con las conexiones necesarias para el intercambiador de la muestra, el cual se encargará de llevar la muestra de la cámara de vacío principal, hacia otra cámara de vacío ubicada al costado de la principal.

3.2 Consideraciones particulares

Adicionalmente a las consideraciones generales que se mencionaron al inicio, se cuenta con algunas consideraciones particulares para cada elemento a diseñar, las cuales se detallan a continuación.

3.2.1 Cámara de alto vacío

- La cámara deberá contar con las conexiones necesarias para el ingreso de los gases inertes necesarios para el proceso de sputtering, en este caso en particular los gases que se usarán son el Argón, Nitrógeno, Oxígeno e hidrógeno.
- La cámara deberá contar con las conexiones necesarias para los medidores de presión tipo Pennig y Pirani.
- Todas las conexiones que tendrá la cámara para los sensores de presión y las válvulas de ingreso de gases serán del tipo ISO KF DN 40 y DN 25, ya que éste es un estándar cuando se trabaja con equipos de vacío
- La cámara deberá contar con las conexiones necesarias para instalar las bombas de vacío.

- La cámara deberá estar sellada herméticamente durante el proceso de deposición de metales.
- La cámara deberá permitir la visualización del proceso.
- Las medidas al interior de la cámara deberán ser las siguientes: 500 mm de ancho x 500 mm de profundidad x 600 mm de altura (condición del laboratorio).
- La cámara de vacío debe ser de un material que sea capaz de soportar la presión de trabajo (10^{-7} mbar), además debe ser un material que a lo largo del proceso no contamine al interior de la cámara.

3.2.2 Manipulador de la muestra

- Para el diseño del manipulador de la muestra se deberá utilizar un manipulador procedente de un equipo donado de Alemania, al cual se le deberán hacer algunas modificaciones para poder utilizarlo de manera óptima en el equipo.
- El manipulador deberá permitir giros de 360° y un desplazamiento de 15 centímetros verticalmente.

3.2.3 Magnetrones flexibles

- Los magnetrones deberán permitir variaciones angulares no mayores a 20°
- Los magnetrones deberán estar refrigerados con agua.

3.2.4 Mecanismo de izaje

Comúnmente las cámaras de vacío se destapan separando la base de la cámara de la parte superior de la misma, tal como lo muestra la figura 3.1, de tal manera que el

sello en estas partes se logre tanto por el peso de la campana, o cámara, como por el vacío que se genera al interior.



Fig. 3.1: Forma clásica de destapar una cámara de vacío

Sin embargo, y para nuestro caso, se deberá usar un mecanismo de izaje del tipo polea y contra peso para la puerta de la cámara, ya que la cámara no podrá levantarse debido a las conexiones que requiere, como por ejemplo con las bombas de vacío, con el intercambiador de la muestra, etc.

La altura del mecanismo de izaje deberá ser lo suficientemente alta para que, al momento de destapar la cámara, la puerta no interfiera con nada.

3.3 Cálculos

A continuación se muestran los cálculos que se realizaron para poder diseñar el equipo. Es necesario mencionar que no fue necesario calcular o seleccionar todos los elementos del equipo, debido a que algunos de estos elementos ya se disponían como punto de partida para el diseño.

3.3.1 Cálculo del espesor de la cámara

El problema del espesor de la cámara de vacío puede ser resuelto analizando la zona más crítica de esta cámara. En las figuras de la 3.2 a la 3.4 se muestran las vistas de la cámara, las cuales permitirán apreciar en que cara de la cámara se tienen las peores condiciones de trabajo, es decir, cual de las seis caras de la cámara es la más debilitada debido a las conexiones. De esta manera podremos identificar cual de ellas es la cara más crítica para luego proceder a analizarla.

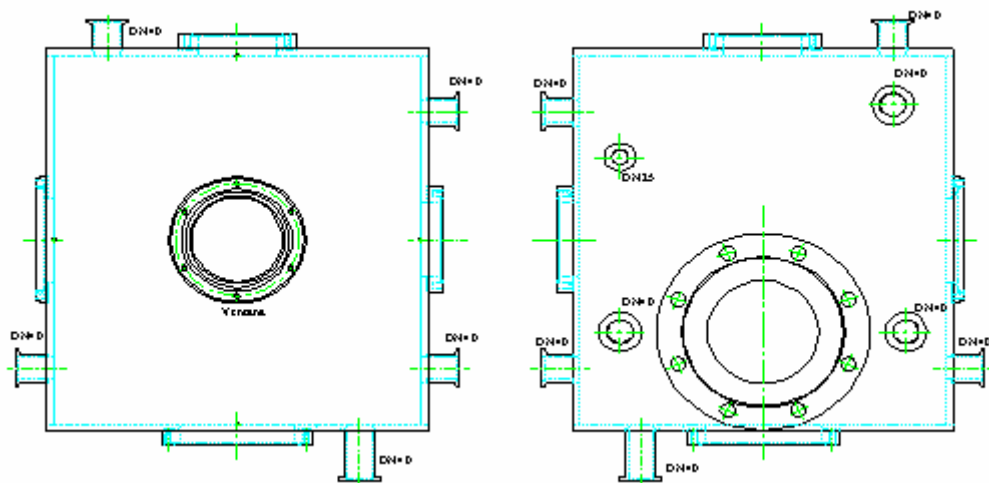


Fig. 3.2: Izquierda: cara frontal de la cámara. Derecha: cara posterior de la cámara

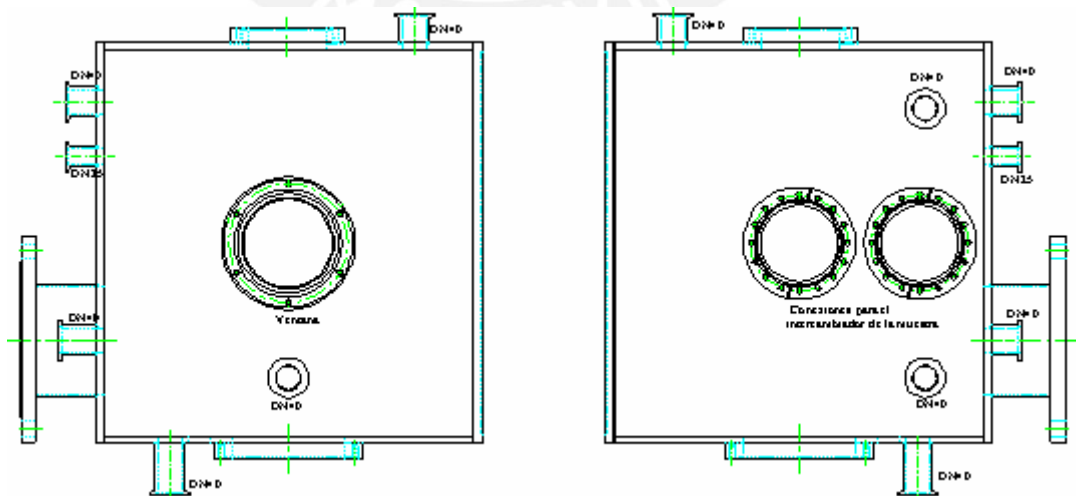


Fig. 3.3: Izquierda: cara lateral izquierda de la cámara. Derecha: cara lateral derecha de la cámara

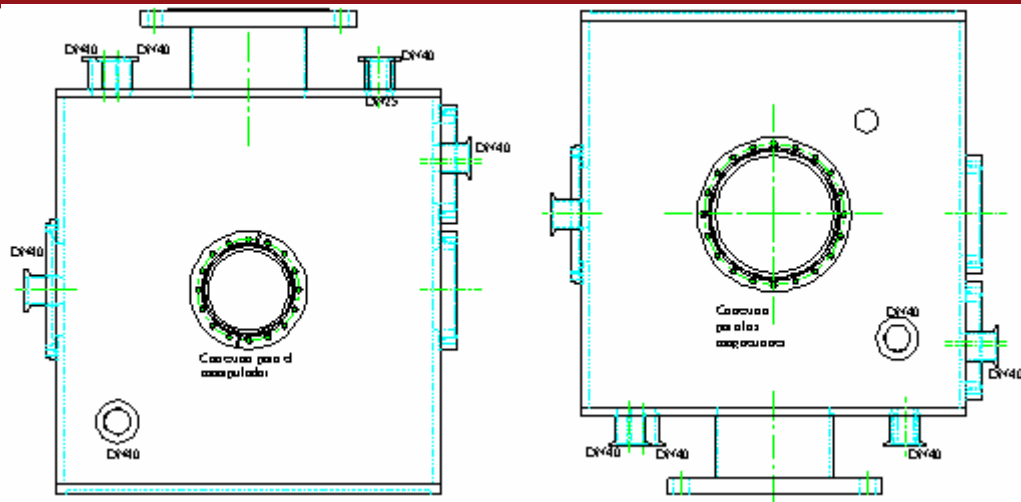


Fig. 3.4: Izquierda: cara superior de la cámara. Derecha: cara inferior de la cámara

Como podemos apreciar en la figura 3.5, en la cara lateral derecha de la cámara se presenta una zona crítica. Esto debido a los dos orificios que se realizan a esta cara de la cámara para las conexiones del intercambiador de la muestra. Esto genera un debilitamiento de la plancha, la cual estará sometida a la presión de trabajo, debido a que se deja una zona muy delgada entre los dos orificios, por lo tanto para determinar el espesor de las paredes de la cámara se deberá analizar dos casos: el primero será el estudio de la deflexión y la resistencia del material en la zona crítica antes mencionada y el segundo caso será el análisis de una cara de la cámara sin considerar ningún agujero. Igualmente se analizará la deflexión y la resistencia del material.

Para este último caso la cara de la cámara que se analizará será la cara que tenga las mayores dimensiones, ya que al tener mayor área de contacto existe una mayor fuerza actuando sobre ella.

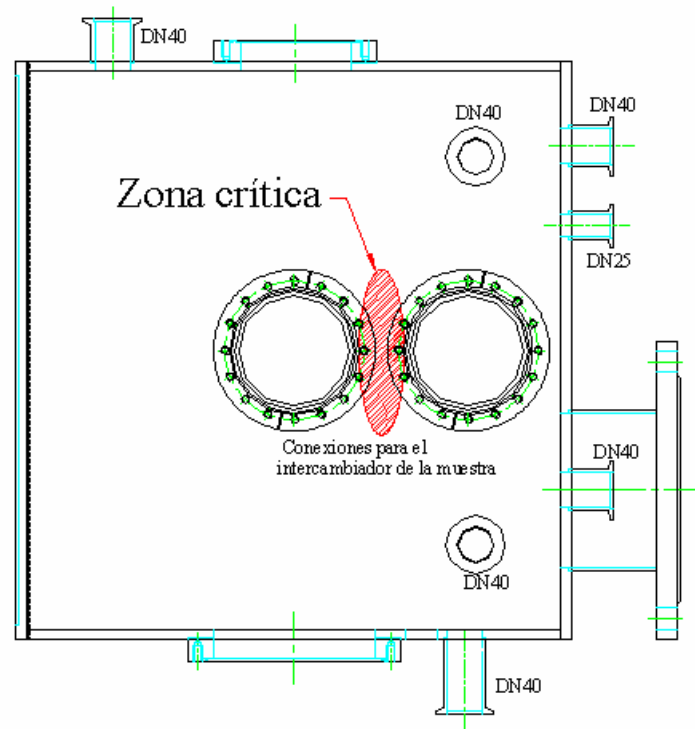


Fig. 3.5: Zona crítica para la determinación del espesor de la cámara

a) Zona crítica producida por las conexiones del intercambiador de la muestra

Es necesario mencionar que esta primera aproximación de cálculo se hace pensando en el debilitamiento que sufre la pared de la cámara producto de los orificios de las conexiones del intercambiador de la muestra. No obstante, luego del debilitamiento producido por los orificios mencionados, esta zona se fortifica debido a las bridas que se sueldan en la pared de la cámara. Por lo tanto este primer análisis se hace sin tomar en cuenta las bridas que se soldarán posteriormente a la manufactura de los orificios en la cara de la cámara. Sin embargo este análisis es una buena primera aproximación de cálculo.

El caso de estudio se puede aproximar al de una viga doblemente empotrada (figura 3.6) soportando una fuerza uniformemente distribuida a lo largo de la viga. Esta fuerza distribuida se obtiene a partir de la presión en la cámara.

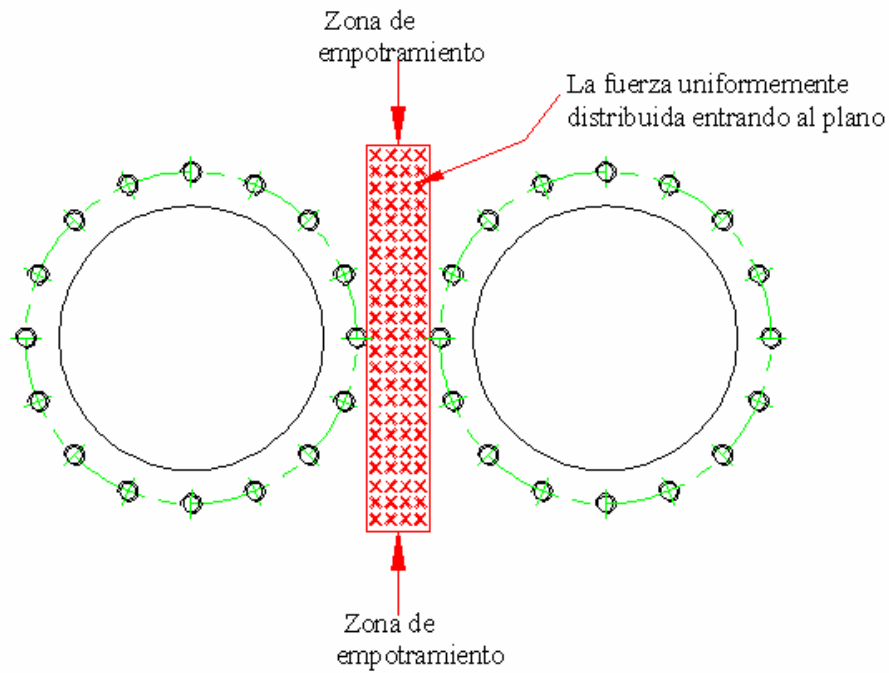


Fig. 3.6: Semejanza del problema a una viga doblemente empotrada

Consideraciones para el cálculo:

- 1) La placa es plana de espesor uniforme, de material homogéneo e isotrópico.
- 2) La viga es recta, o muy aproximadamente recta, en caso de que exista alguna curvatura, ésta ha de estar contenida en el plano de flexión y su radio de curvatura ha de ser por lo menos 10 veces al canto de la viga.
- 3) La sección transversal de la viga es uniforme.
- 4) La viga tiene por lo menos un plano longitudinal de simetría.
- 5) Todas las cargas y reacciones, son perpendiculares al eje de la viga y se encuentran en el plano longitudinal de simetría.
- 6) Las cargas de trabajo no sobrepasan el límite elástico.
- 7) Se asumirá un espesor inicial de 8 mm.

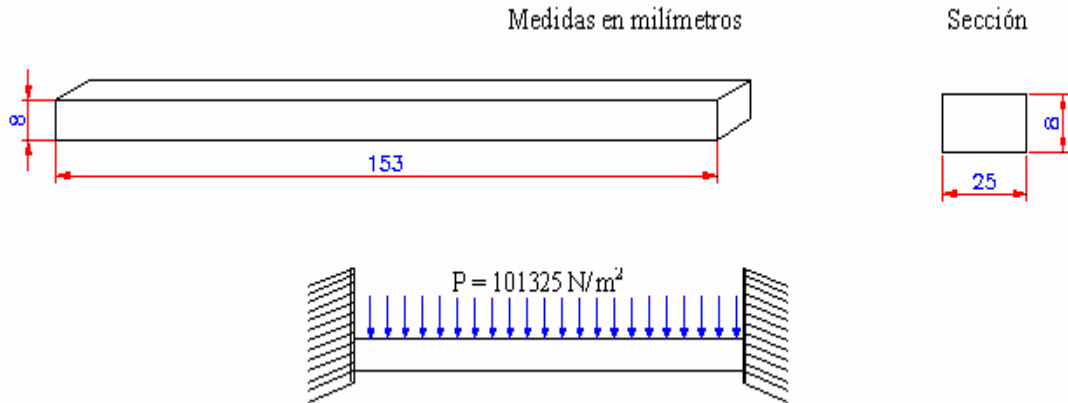


Fig. 3.7: Geometría y semejanza con una viga doblemente empotrada

En la figura 3.7 se muestra la geometría y las cargas aplicadas para realizar el cálculo del espesor de la cámara, según la zona crítica determinada y la aproximación a una carga aplicada sobre una viga empotrada en los extremos. Asimismo, en la figura 3.8 se muestra la forma en la que la viga tiende a deformarse.

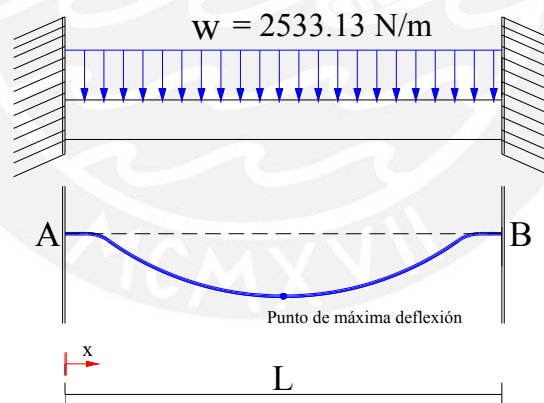


Fig. 3.8: Deflexión de una viga bajo carga uniformemente distribuida

De acuerdo con el diagrama de cuerpo libre de la viga (figura 3.9), las fuerzas y momentos reactivos en los extremos A y B deben ser iguales debido a la simetría de la carga y de la geometría. Además, se satisface la ecuación de equilibrio ($\sum F_y = 0$) a través de la ecuación 3.1.

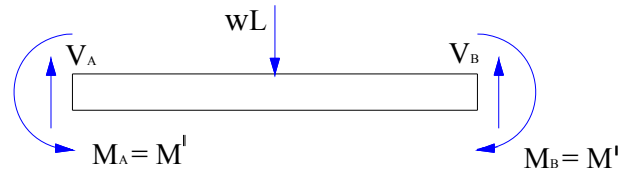


Fig. 3.9: Diagrama de cuerpo libre de toda la viga

$$V_A = V_B = \frac{WL}{2} \quad (3.1)$$

La viga es indeterminada de primer grado, donde M' es redundante, usando el segmento de de viga mostrada en la figura 3.10, el momento interno M se puede expresar en términos de M' según la ecuación 3.2.

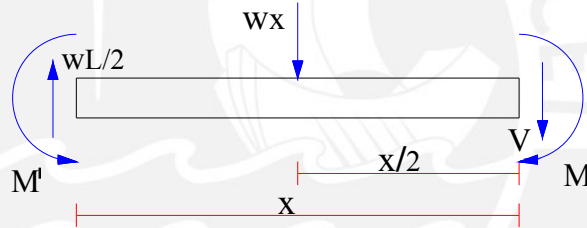


Fig. 3.10: Diagrama de cuerpo libre de un segmento de viga desde el extremo A

$$M = \frac{WL}{2}x - \frac{Wx^2}{2} - M' \quad (3.2)$$

Las ecuaciones 3.3, 3.4 y 3.5 son las correspondientes para deflexiones de vigas y flechas en una viga empotrada en los extremos bajo carga distribuida [Hibbeler, 1997, p.631].

$$EI \frac{d^2v}{dx} = \frac{WL}{2}x - \frac{Wx^2}{2} - M' \quad (3.3)$$

$$EI \frac{dv}{dx} = \frac{WL}{4} x^2 - \frac{Wx^3}{6} - M'x + C_1 \quad (3.4)$$

$$EIv = \frac{WL}{12} x^3 - \frac{Wx^4}{24} - \frac{M'x^2}{2} + C_1x + C_2 \quad (3.5)$$

Según las condiciones de frontera se determinan las incógnitas C_1 y C_2 correspondientes como se muestra a continuación.

$v = 0$ en $x = 0$, lo que da un valor para $C_2 = 0$;

$\frac{dv}{dx} = 0$ en $x = 0$, lo que da un valor para $C_1 = 0$;

$v = 0$ en $x = L$, lo que da un valor para $M' = \frac{WL^2}{12}$

En la figura 3.11 se muestra una vista en tres dimensiones de la placa y la carga uniformemente distribuida que soporta la placa. Asimismo, en la figura 3.12 se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores que produce la carga distribuida sobre la placa.

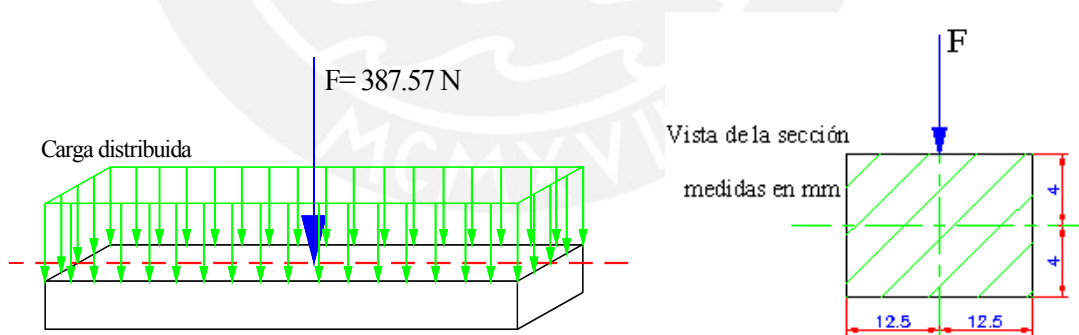


Fig. 3.11: vista en tres dimensiones del caso de estudio

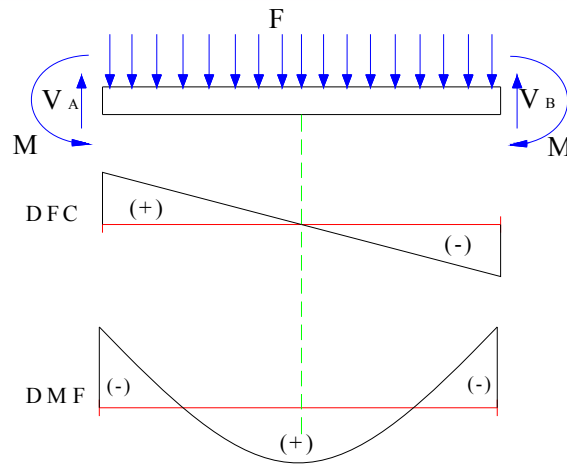


Fig. 3.12: Diagramas de fuerza cortante y momento flector para la viga

De la ecuación 3.1: $V_A = V_B = 194N$

De la ecuación 3.2 el momento en los extremos resulta 4,94 N-m. Además, y como se puede apreciar en el diagrama del momentos flectores, en el punto medio de la viga se presenta otro valor máximo a evaluar. Este momento flector resulta 2,47 N-m. En la tabla 3.1 se muestran las posiciones en las que se presentan las cargas internas más críticas.

Tabla 3.1 Cargas para las distintas posiciones de estudio

Extremo A	Punto medio de la viga	Extremo B
$X = 0$	$X = L/2$	$X = L$
$V = 194 N$	$V = 0 N$	$V = -194 N$
$M = -4,94 N\cdot m$	$M = 2,47 N\cdot m$	$M = -4,94 N\cdot m$

Como se puede observar en la figura 3.12, la sección transversal es simétrica por ambos ejes, por lo tanto el eje centroidal pasa por el centroide de la sección. Además, la sección transversal posee un momento de inercia que se puede calcular de acuerdo a la expresión 3.6

$$I_z = \frac{1}{12} x d x c^3 \tag{3.6}$$

Obteniéndose como resultado el valor de $I_z = 1,07 \times 10^{-9} \text{ m}^4$.

La distribución de esfuerzos cortantes, en este tipo de sección, será máximo en el eje centroidal de la sección, mientras que los esfuerzos normales producidos por flexión son máximos en los extremos y nulos en el eje centroidal, como se muestra en la figura 3.13.

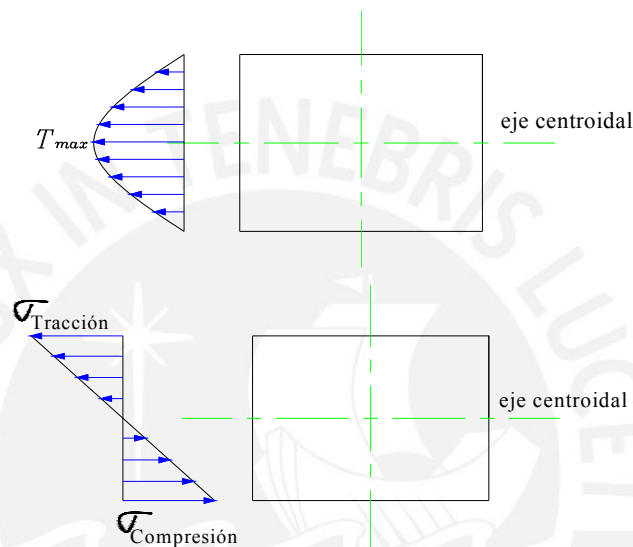


Fig. 3.13: Distribución de esfuerzos para la sección de la viga

Por lo tanto, se analizarán tres zonas en la sección de la viga: la parte superior, la parte central y la parte inferior de la sección, debido a que en éstas se producen las máximas condiciones de esfuerzos.

Tabla 3.2 distribución de esfuerzos para los puntos de análisis en la sección de la viga

	Parte superior		Eje centroidal		Parte inferior	
	σ_{max} (MPa)	τ_{max} (MPa)	σ_{max} (MPa)	τ_{max} (MPa)	σ_{max} (MPa)	τ_{max} (MPa)
Extremo A $x = 0$	18,5	0	0	1,5	-18,5	0
Centro $x = L/2$	9,2	0	0	0	-9,2	0
Extremo B $x = L$	18,5	0	0	1,5	-18,5	0

En la tabla 3.2 se pueden apreciar los esfuerzos en la parte superior, central e inferior de la sección, para las distintas zonas de análisis de la viga. Por lo tanto, los máximos esfuerzos se dan en los extremos A y B:

$$|\sigma_{tracción}| = |\sigma_{compresión}| = 18,5MPa$$

En la figura 3.14 se muestran los esfuerzos principales que se derivan de los esfuerzos máximos determinados para los extremos.

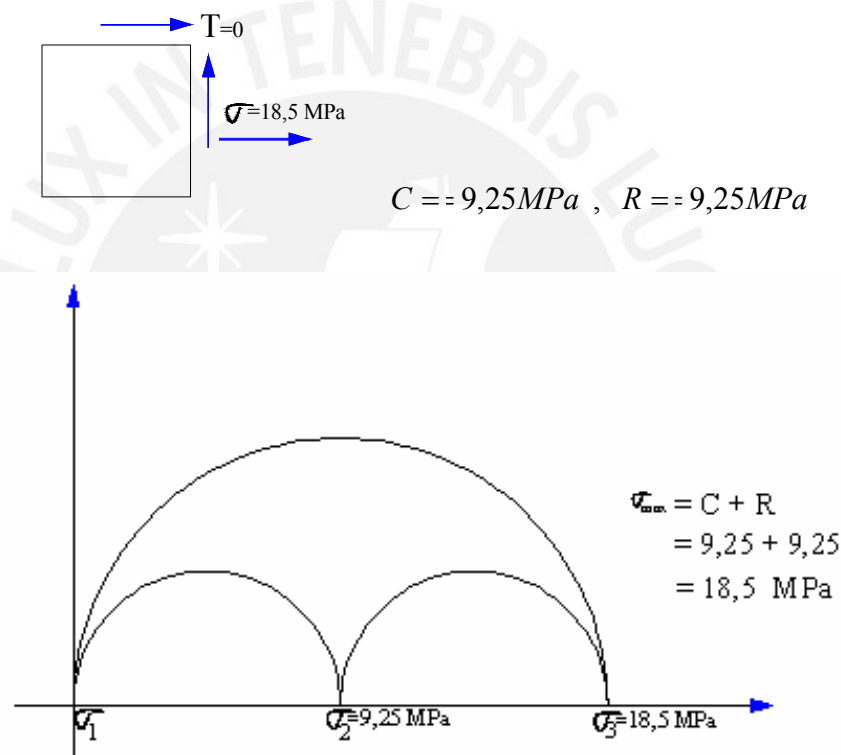


Fig. 3.14: Círculo de Mohr para el estado de esfuerzos

Según Tresca [SHIGLEY, 1990] el factor de seguridad es dado por:

$$FS = \frac{\tau_{crítico}}{\tau_{\max}} ; \quad \tau_{crítico} = \frac{\sigma_{fluencia}}{2} = \frac{195}{2} = 97,5MPa$$

$$\tau_{\max 3D} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} = \frac{18,5 - 0}{2} = 9,25MPa$$

$$\text{Por lo tanto: } FS = \frac{97,5}{9,25} = 10,5$$

Como podemos observar, éste factor de seguridad es muy elevado, por lo que podemos afirmar que con un espesor de 8 milímetros, las paredes de la cámara soportarán la presión de trabajo e incluso podemos decir que están sobredimensionadas.

Sin embargo, ésta no es la única consideración que se debe tener en cuenta para la selección del espesor de la cámara. Además, es importante que la deflexión originada en las paredes de la cámara, producto de la presión que soportarán durante el proceso, sea un valor cercano a cero. Esto garantizará que las conexiones permanezcan en sus posiciones durante el funcionamiento del equipo, evitándose así esfuerzos adicionales en las diferentes uniones o conexiones del equipo, además porque se requiere perpendicularidad entre las caras de la cámara. La perpendicularidad entre cámaras facilita el traslado de las muestras, desde una cámara de alto vacío hacia una segunda cámara de alto vacío contigua a la primera, tal como se menciona en las consideraciones generales.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario el cálculo de la máxima deflexión en la placa para decidir adecuadamente el espesor de plancha de la cámara.

La máxima deflexión en la viga se presenta en el punto medio de la viga. Además, la máxima deflexión se puede determinar usando la expresión 3.7 [Roark, 1952].

$$\delta_{\max} = -\frac{W}{384EI} L^4 \quad (3.7)$$

Para la geometría definida y las propiedades del material:

- $I = 1066,7 \text{ mm}^4$
- $E_{\text{acero}} = 2,1 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

- $L = 153 \text{ mm}$
- $W = 101325 \frac{N}{m^2} \times 250 \text{ mm} = 25,3 \frac{N}{mm}$

Reemplazando en la ecuación 3.7 se obtiene: $\delta_{\max} = -0,16 \text{ mm}$

Este resultado es un valor cercano a cero, por lo que se podría decir que con un espesor de 8 milímetros, en las paredes de la cámara, la deflexión que sufrirán las paredes serán mínimas. Esto garantiza un buen traslado de la muestra desde la primera cámara de alto vacío hacia la segunda cámara de alto vacío.

Ahora se procederá a calcular el espesor de la cámara tomando en consideración el caso de una placa plana

b) Zona crítica considerando el caso de una placa plana

Es necesario considerar el cálculo de los esfuerzos y máxima deflexión que se originarían si consideramos las paredes de la cámara como si no tuviesen ningún orificio, es decir placas planas macizas.

Este cálculo es importante debido a que bajo estas nuevas consideraciones de trabajo, las fuerzas que se aplicarían a las paredes de la cámara se incrementarían de manera significativa en comparación al caso de estudio anterior, es decir, considerando la fuerza que se aplica en la zona originada por el debilitamiento en la cara lateral de la cámara. Esto debido a los dos orificios que se realizan a esta cara de la cámara para las conexiones del intercambiador de la muestra.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la presión se define como fuerza por unidad de área, para este caso de estudio la presión se mantiene constante, sin embargo, el área sobre la cual trabaja la presión ha crecido considerablemente respecto al área de análisis del caso anterior, como consecuencia a esto, la fuerza se incrementa de manera proporcional al área de contacto.

Es evidente entonces, que es necesario estudiar el caso más crítico para este caso, es decir, analizar la pared de la cámara con mayor superficie. En este caso la pared de mayores dimensiones corresponde a 600 mm x 500 mm, como se aprecia en la figura 3.15

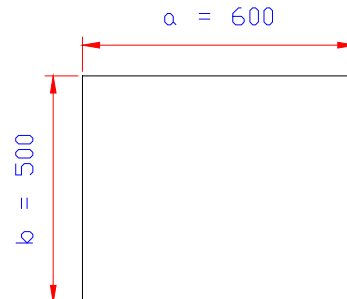


Fig. 3.15: Placa plana rectangular

Los esfuerzos y deflexiones máximas se determinan usando las expresiones 3.8 y 3.9 correspondiente a esfuerzos sobre placas planas rectangulares [Roark, 1952].

$$\tau_{\max} = \frac{\beta P b^2}{t^2}, \text{ en el punto medio de los bordes largos} \quad (3.8)$$

$$\delta_{\max} = \frac{\alpha P b^4}{E t^3}, \text{ en el centro} \quad (3.9)$$

El caso de estudio es similar al caso 41 del libro de Roark: Placa empotrada en todos los bordes con carga uniforme sobre toda la superficie. Por lo tanto, se procede a obtener los coeficientes α y β de la tabla 3.3

Tabla 3.3 Extracto de la tabla de coeficientes para cálculos de placas planas rectangulares del Roark

Caso num.	Coef.	a / b					
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
37	β	0.564	0.440	0.349	0.275	0.211	0.165
	α	0.1265	0.1381	0.1478	0.1560	0.1621	0.1671
41	β	0.3078	0.3486	0.3834	0.4122	0.4356	0.4542
	α	0.0138	0.0164	0.0188	0.0209	0.0226	0.0240
42	β	0.7542	0.8310	0.8940	0.9380	0.9624	0.9810
	α	0.0611	0.0666	0.0706	0.0735	0.0755	0.0768

De acuerdo a la tabla 3.3 los valores para los coeficientes α y β son 0.0188 y 0.3834 respectivamente. Luego de reemplazar estos valores en las expresiones 3.8 y 3.9, obtenemos los valores mostrados en las tablas 3.4 y 3.5

Tabla 3.4 Esfuerzos máximos y factor de seguridad

t (mm)	τ_{\max} (N/mm^2)	F.S.
8	149.76	1.3
12	66.56	2.9
15	42.6	4.5

Tabla 3.5 Máxima deflexión

t (mm)	Máxima deflexión (mm)
8	1.09
12	0.32
15	0.16

Las tablas 3.4 y 3.5 nos muestran, de acuerdo a la variación del espesor de la placa, las variaciones de los factores de seguridad y de las máximas deflexiones. Como se observa, para un espesor de 8 mm se obtiene un factor de seguridad muy bajo, por lo que se debe aumentar el espesor de la placa.

Para un espesor de 12 y 15 mm se obtienen factores de seguridad altos y las deflexiones son bajas, por lo que podríamos escoger cualquiera de estos dos valores para el espesor de la cámara de vacío.

3.3.2 Cálculo de la deformación de las caras de la cámara por contracción longitudinal

El cálculo por deformación longitudinal es importante porque se puede producir pandeo, luego de realizado el proceso de soldadura (figura 3.16). Este problema se

origina por las tensiones residuales generadas durante la fabricación o el armado de las caras de la cámara.

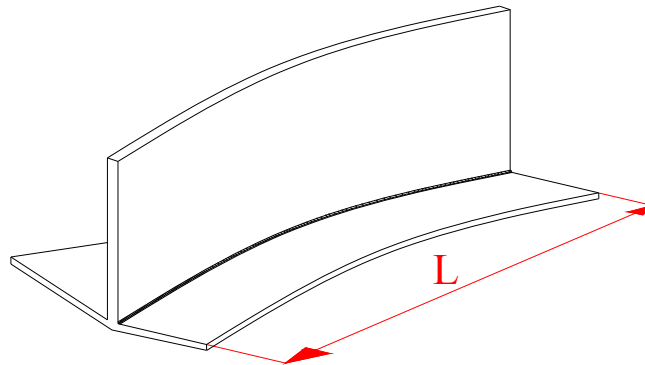


Fig. 3.16: Deformación por contracción longitudinal

Para soldar las caras de la cámara se utilizó el proceso de soldadura TIG “GTAW”. La gran ventaja de este método de soldadura es la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre el oxígeno de la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas facilita la soldadura de metales ferrosos y no ferrosos debido a que no necesita desoxidantes.

Otra ventaja, de la soldadura por arco en atmósfera inerte, es que se pueden obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos. La movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

Para calcular la deformación de las caras de la cámara, generadas por el proceso de soldadura, se utilizará la fórmula experimental para deformación por contracción longitudinal [King, 1944].

$$\Delta L(\text{pu lg}) = \frac{(0.12xI_0xL_0)}{100000xt_0} \quad (3.10)$$

Manteniendo constante el valor de la corriente en 120 A y el espesor de la plancha en 8 mm (0.31"), se procederá a analizar el caso más desfavorable el cual contempla la superposición de dos casos:

- (a) soldadura en las 4 aristas de cualquiera de las caras de la cámara,
- (b) soldadura de las todas las conexiones en cada una de las caras de la cámara.

En la tabla 3.6 se muestran los resultados de la contracción longitudinal, para la fabricación de la cámara, usando un espesor de plancha de 8 mm.

Tabla 3.6: Longitud equivalente y contracción longitudinal (ΔL) para espesor de plancha de 8 mm

Cara de la cámara	$L_{\text{equivalente de las aristas (pulg)}}$	$L_{\text{equivalente de las conexiones (pulg)}}$	ΔL (pulg)	ΔL (mm)
lateral derecha	86.6	35.5	0.056	1.4
lateral izquierda	86.6	19.7	0.049	1.3
posterior	86.6	36.2	0.057	1.5
frontal	86.6	14.8	0.047	1.2
superior	86.6	17.8	0.048	1.2
inferior	86.6	23.7	0.051	1.3

Los resultados de la tabla 3.6, muestran que las deformaciones generadas, luego de soldar todas las caras de la cámara son grandes, lo cual afecta la condición de perpendicularidad que se requiere entre caras de la cámara para llevar la muestra de una cámara a otra. Por lo tanto, estos resultados implican que se tendría que maquinar las caras exteriores de la cámara para emparejarlas. Sin embargo, las caras al interior de la cámara quedarían deformadas, ya que no habría forma de enderezarlas o corregir el error producido en el proceso de soldadura. Por lo tanto, es necesario aumentar el espesor de la cámara a 15 mm.

En la tabla 3.7 se muestran los resultados de contracción longitudinal usando un espesor de plancha de 15 mm.

Tabla 3.7: Longitud equivalente y contracción longitudinal (ΔL) para espesor de plancha de 15 mm

Caras de la cámara	$L_{\text{equivalente de las aristas (pulg)}}$	$L_{\text{equivalente de las conexiones (pulg)}}$	ΔL (pulg)	ΔL (mm)
lateral derecha	86.6	35.5	0.025	0.6
lateral izquierda	86.6	19.7	0.022	0.5
posterior	86.6	36.2	0.025	0.6
frontal	86.6	14.8	0.020	0.5
superior	86.6	17.8	0.021	0.5
inferior	86.6	23.7	0.022	0.6

Al aumentar el espesor de la cámara a 15 mm se logra disminuir la deformación por contracción longitudinal a 0,6 mm, en el caso más desfavorable. Entonces, el espesor de la cámara que se utilizará será de 15 mm

3.3.3 Verificación del pandeo del eje del manipulador

A continuación se procederá a calcular el diámetro mínimo que deberá tener el eje del manipulador para que no se produzca pandeo cuando se trabaje con él. En la figura 3.17 se muestra un esquema del manipulador y las fuerzas aplicadas.

En un elemento de sección circular articulado en ambos extremos la longitud de pandeo es la misma que la longitud del elemento, es decir, $L_p = L$. Asimismo, el radio de giro (i) y la relación de esbeltez (λ) se muestran en las ecuaciones 3.11 y 3.12.

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{D}{2\sqrt{2}} \quad (3.11)$$

$$\lambda = \frac{L_p}{i} = 2 \frac{L\sqrt{2}}{D} \quad (3.12)$$

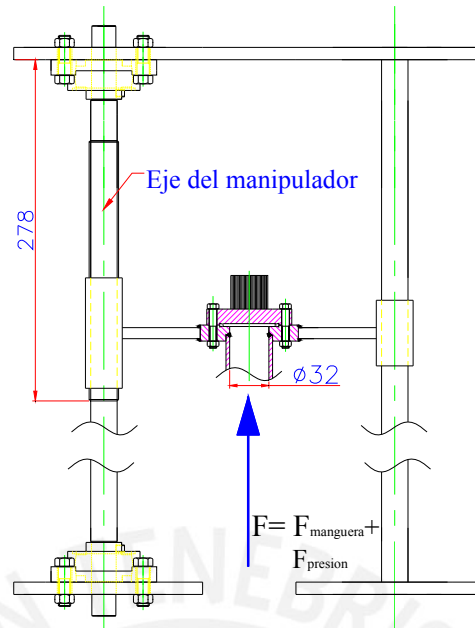


Fig. 3.17: Esquema general del manipulador y las cargas con las que trabaja

Cálculos previos al dimensionamiento:

A partir de la ecuación 3.12, podemos deducir la ecuación 3.13

$$D = \frac{786,3}{\lambda} \quad (3.13)$$

La fuerza total que actuará en el manipulador es la suma de dos fuerzas.

$$F = F_{manguera} + F_{presion} \quad (3.14)$$

La primera de ellas es la fuerza que se tiene que aplicar al tubo flexible para estirarlo o comprimirlo (esta fuerza se obtuvo de manera experimental en el taller de física).

$$F_{manguera} = 30 \text{ kg} \times 9.81 \frac{m}{s^2} = 294.3 \text{ N}$$

La segunda fuerza es la que ejerce la presión de vacío al interior de la cámara, la cual hay que vencer para hacer subir a la muestra que se tiene en el manipulador. Esta

presión se distribuye en todo el diámetro interior de la tubería flexible por lo tanto la fuerza será:

$$F_{\text{presión}} = P \times A = 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{\pi \phi_{\text{int}}^2}{4} \text{ m}^2 = 80.5 \text{ N}$$

Por lo tanto, al reemplazar estos valores en la ecuación 3.14, la fuerza total resultante es: $F = 374.8 \text{ N}$

El esfuerzo en una sección transversal de la barra se puede determinar usando la ecuación 3.15.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3.15)$$

Por lo tanto, y relacionando las ecuaciones (3.13) y (3.15), se obtiene:

$$\sigma = 7.71 \times 10^{-4} \lambda^2 \quad (3.16)$$

Dimensionamiento según el método Europeo:

Puesto que se desconoce en cual zona del gráfico se producirá el pandeo (figura 3.18), el procedimiento indica que se debe asumir una zona de trabajo y luego verificarla, este procedimiento se repite hasta determinar la zona de falla probable.

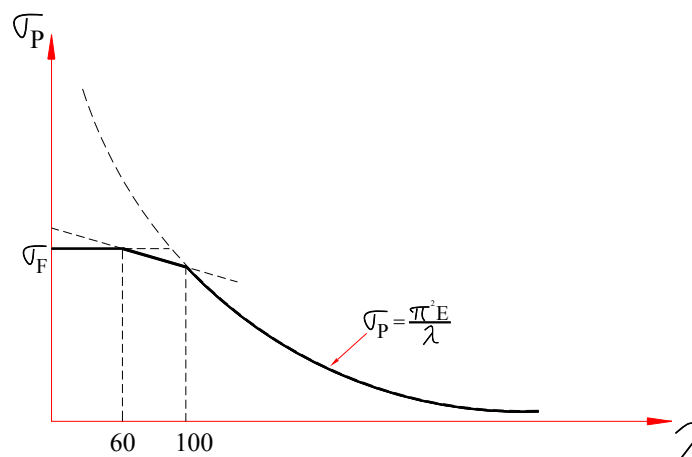


Fig. 3.18: Zona de pandeo según el método Europeo

i) Asumiendo que el elemento puede fallar en la zona de $\lambda \leq 60$, y usando la ecuación 3.16, se debe cumplir:

$$\sigma = 7.71 \times 10^{-4} \lambda^2 \leq \frac{\sigma_p}{FS} \quad (3.17)$$

Reemplazando en la ecuación 3.17 los siguientes valores:

$$\sigma_p = \sigma_F = 700 \frac{N}{\text{mm}^2} (\text{acero: } 42\text{CrMo4})$$

$FS = 15$ [RÖGNITZ, 1966] (valor que se utilizará en los cálculos de pandeo)

Se obtienen $\lambda = 246,02$, el cual no corresponde con la condición asumida ($\lambda \leq 60$).

ii) Asumiendo que falla en la zona de la recta modificada de Tetmajer ($60 \leq \lambda \leq 100$), entonces:

$$\lambda = 60 \quad ; \quad \sigma_p = 700 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda = 100 \quad ; \quad \sigma_p = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 207.26 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

La ecuación de la recta modificada de Tetmajer es: $\sigma_p = 1439.11 - 12.32\lambda$.

Reemplazando en la ecuación 3.17 se obtiene $\lambda \leq 106.21$. Este resultado tampoco cumple la condición asumida de $60 \leq \lambda \leq 100$.

iii) Finalmente, se asume falla en la zona de Euler ($100 \leq \lambda$). Por lo tanto, y para

$\lambda = 100$, se determina $\sigma_p = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 207.26 \frac{N}{\text{mm}^2}$. Reemplazando en la ecuación 3.17

se obtiene $\lambda \leq 134$; resultado que satisface la zona de falla asumida. Por lo tanto, y reemplazando $\lambda \leq 134$ en la ecuación (3.13) resulta:

$$D \geq 6 \text{ mm}$$

Es decir, se garantiza que no habrá problemas de pandeo con un diámetro del eje mayor a 6 mm.

Finalmente, el cálculo para la bridas de conexión no se realizó debido a que estas bridas fueron copiadas de otras cámara de alto y ultra alto vacío, las mismas que tienen el sistema *ISO KF connection (to DIN 28403 and ISO 2861)*.

3.4 Lista de Planos

IM-100-E	A2-1	Marco y mecanismo de izaje-Ensamble
IM-101-D	A2-2	Estructura-Soporte
IM-102-D	A2-3	Marco y mecanismo de izaje
IM-201-D	A3-1	Pre-Vacío-Conector para el Pre-Vacío
IM-202-D	A2-4	Vacío-Conector en cruz con Brida
IM-203-D	A2-5	Vacío-Conexión con el espectrómetro de masas
IM-300-E	A1-1	Magnetron-Ensamble
IM-301-D	A1-2	Magnetron- Componentes (1)
IM-302-D	A1-3	Magnetron- Componentes (2)
IM-303-D	A1-4	Magnetron- Componentes (3)
IM-401-D	A0-1	Cámara de alto vacío
IM-500-E	A1-5	Manipulador de la muestra-Ensamble
IM-501-D	A1-6	Manipulador de la muestra-Componentes (1)
IM-502-D	A1-7	Manipulador de la muestra-Componentes (2)

CAPÍTULO 4

FABRICACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

En el presente capítulo se detallan los aspectos que se han tomado en cuenta para la fabricación, la instalación y puesta en marcha del equipo.

4.1. Cámara de alto vacío

En primer lugar se debió decidir el material que se usó para la fabricación de los distintos elementos que forman parte del equipo.

La cámara de vacío debe soportar una presión de casi 1 bar, y además el material no debe contaminar el interior de la cámara durante el proceso, mediante la absorción o la degasificación del material producto del vacío al que estará expuesto.

Los distintos elementos que se usan para trabajar en vacío, por lo general se fabrican de acero inoxidable. Este material evita la presencia de elementos no deseados dentro de la cámara y que contamine el interior de la misma, como por ejemplo óxidos. Por lo tanto, se debe seleccionar entre un acero inoxidable 304 ó 316, ya que son los más comerciales. La tabla 4.1 muestra propiedades básicas de estos dos tipos de acero.

Tabla 4.1: Propiedades básicas del acero AISI304 y AISI316

	Acero AISI-304	Acero AISI-316
Composición química	C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni	C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni, Mo
Alargamiento (%)	≥45	≥40
Dureza Brinell	160-190	160-190
Modulo de Elasticidad a 20°C (GPa)	200	200
Resistencia a la Tracción (MPa)	540-750	530-680
Densidad a 20°C (kg/dm³)	7,90	7,98
Punto de fusión (°C)	1400-1455	1370-1400
Conductividad térmica a 20°C (W/m-K)	15	15
Resistividad eléctrica a 20°C (ΩOhm-mm²/m)	0,73	0,75

En este trabajo conviene utilizar el acero 304 ya que tiene buenas propiedades mecánicas, físicas y eléctricas, además no tiene propiedades magnéticas que pudiesen afectar el estudio de las muestras y es económicamente más barato que el acero 316.

A continuación las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 muestran algunas imágenes de cómo se realizó el proceso de fabricación:



Fig. 4.1: Mecanizado de la cara izquierda y de la cara superior respectivamente

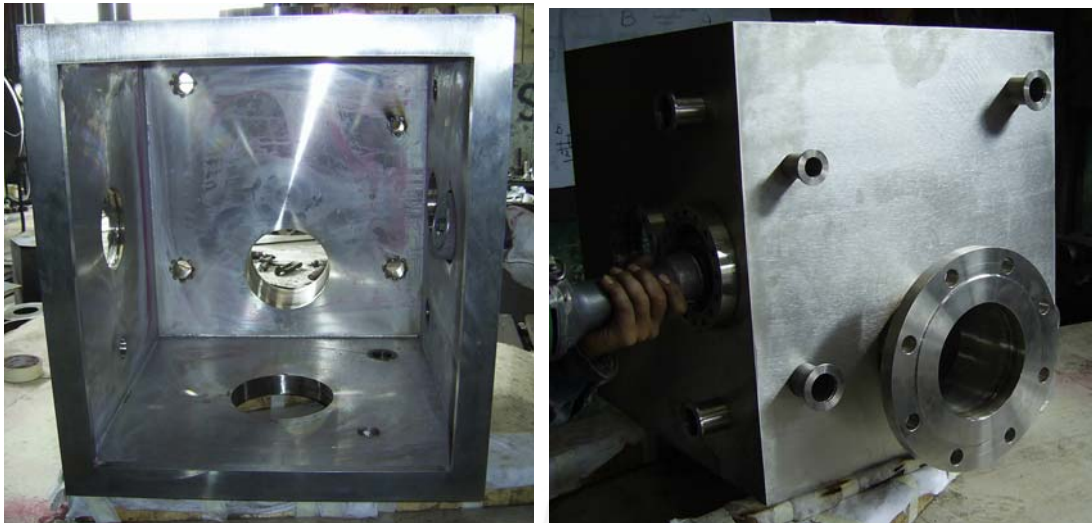


Fig. 4.2: Izquierda: vista frontal luego del armado y soldadura de las caras que conforman la cámara. Derecha: cámara con las conexiones DN40, DN25 y la conexión embreada para la bomba de alto vacío.

Las ventanas que deberá tener la cámara son dos, y deberán estar ubicadas 90° una respecto de la otra. Además, deben estar ubicadas a la mitad de la altura total de la cámara para poder visualizar el proceso. Por ello, una de las ventanas se ubicó en una cara de la cámara y la otra en la puerta de la cámara. La figura 4.3 muestra la ubicación de las ventanas en la cámara.



Fig. 4.3: Izquierda: ventana sobre una de las caras de la cámara para observar el proceso, así como el marco donde se ubica el o-ring para el sello con la puerta. Derecha: puerta con canal para el o-ring y la ubicación de la ventana sobre la puerta de la cámara.

4.2. Manipulador de la muestra

En el diseño y la fabricación del manipulador de la muestra se debía tomar en cuenta que se contaba con un manipulador procedente de otro equipo similar de vacío. Sin embargo, este manipulador no cumplía con los requerimientos actuales del Laboratorio de Ciencia de los Materiales, por lo que se debió modificar.

La figura 4.4 muestra al posicionador de la muestra, que originalmente se disponía en el laboratorio, el cual permitía un desplazamiento vertical de 5 centímetros aproximadamente. Sin embargo, las condiciones para realizar los ensayos requerían un desplazamiento vertical de la muestra de 15 centímetros.

Se concluyó que, de este posicionador, la brida de conexión se debía utilizar ya que cuenta con un sistema de sello por deformación de un anillo de cobre. Por lo tanto, se cambió la manguera flexible, original, por una que permita el desplazamiento vertical de 15 cm. Inicialmente, se consideró comprar una manguera idéntica a la original, sólo que más larga, sin embargo el costo de esta manguera resultaba elevado, además que aumentaba su costo por importación. En el Perú no se comercializa este tipo de elementos flexibles, debido a que en el país no está muy difundido el uso de la tecnología de vacío.



Fig. 4.4: Posicionador de muestras disponible en el laboratorio

El Laboratorio de Ciencia de los Materiales cuenta con varios tubos flexibles, por lo tanto se evaluó utilizar uno de estos tubos flexibles como reemplazo de la manguera del posicionador original. Se realizaron pruebas para evaluar el comportamiento de estos tubos flexibles bajo cargas de compresión y tracción.

Simulando las condiciones de trabajo, para el equipo de ensayos, se obtuvieron resultados favorables, es decir, resultaba viable reemplazar la manguera original por el tubo flexible. Es importante mencionar que esta solución no es la óptima, pero resulta una alternativa frente al gran gasto que significaba importar la manguera para las condiciones del ensayo. Además, la muestra se moverá a razón de 1 centímetro por día, por lo que se podría descartar la falla del tubo flexible por fatiga mecánica. La figura 4.5 se muestra cómo se utilizó la brida original del posicionador en la nueva estructura del manipulador.

La figura 4.6 muestra el conector que se desplazará los 15 centímetros que se requieren. Este conector tiene dos brazos, en uno de ellos se tiene la tuerca para el tornillo de traslación, mientras que el otro brazo posee un compartimiento con una canastilla de billas. Al girar el tornillo de traslación, el conector se desplaza guiado por la canastilla de billas.



Fig. 4.5: Estructura del manipulador



Fig. 4.6: Izquierda: conector de desplazamiento. Derecha: conector de desplazamiento ensamblado con la manguera y el sujetador de la muestra

En las figura 4.7 y 4.8 se pudo apreciar la estructura que protegerá al tubo flexible y que, además, servirá como guía del tubo cuando este suba y baje. Esto evitará la posible deformación transversal del tubo cuando éste se comprima.



Fig. 4.7: Izquierda: tubo flexible con su guía, Derecha: guía del tubo flexible.



Fig. 4.8: Sub-ensamble: estructura del manipulador con tornillo y manivela,

Una vez terminado el manipulador, éste se instaló en la cámara. Sin embargo, se requería aplicar mucha fuerza, cuando se giraba el tornillo, para hacer subir o bajar la muestra. Para disminuir la fuerza se agregó, al manipulador, un par de engranajes en la base del tornillo (figura 4.9). Esto permitió reducir considerablemente la fuerza aplicada a la manivela para girar el tornillo y desplazar verticalmente la muestra.

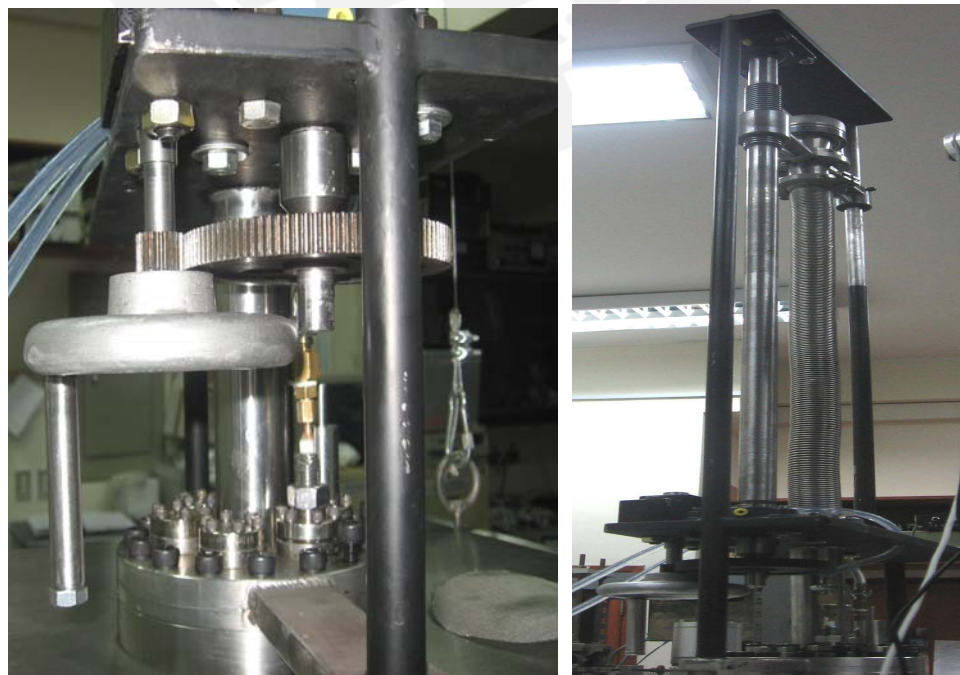


Fig. 4.9: Izquierda: engranajes con manivela, Derecha: montaje final del manipulador

4.3. Magnetrones flexibles

En un inicio se consideró fabricar, la estructura que genera el campo magnético, tal como se muestra la figura 4.10, es decir, una base con orificios roscados, un elemento de sección toroidal, para direccionar el campo magnético en la parte superior, y unos ejes verticales entre la base y la parte superior. El campo magnético se genera al hacer pasar corriente a través de una especie de bobina, la cual se obtenía luego de enrollar un alambre de cobre alrededor de los ejes verticales, como se observa en la figura 4.11.



Fig. 4.10: Estructura que genera el campo magnético

El eje central tenía un enrollado en dirección opuesta al de los ejes que soportaban al elemento de sección toroidal, de tal manera que generaran campos magnéticos opuestos (polo sur y norte, es decir, en una dirección para el eje central y otra dirección para los ejes exteriores). Esto permite que el campo magnético se dirija desde el elemento de sección toroidal hacia el eje central. La figura 4.11 muestra como se genera el campo magnético luego de hacer circular la corriente a través del alambre de cobre.

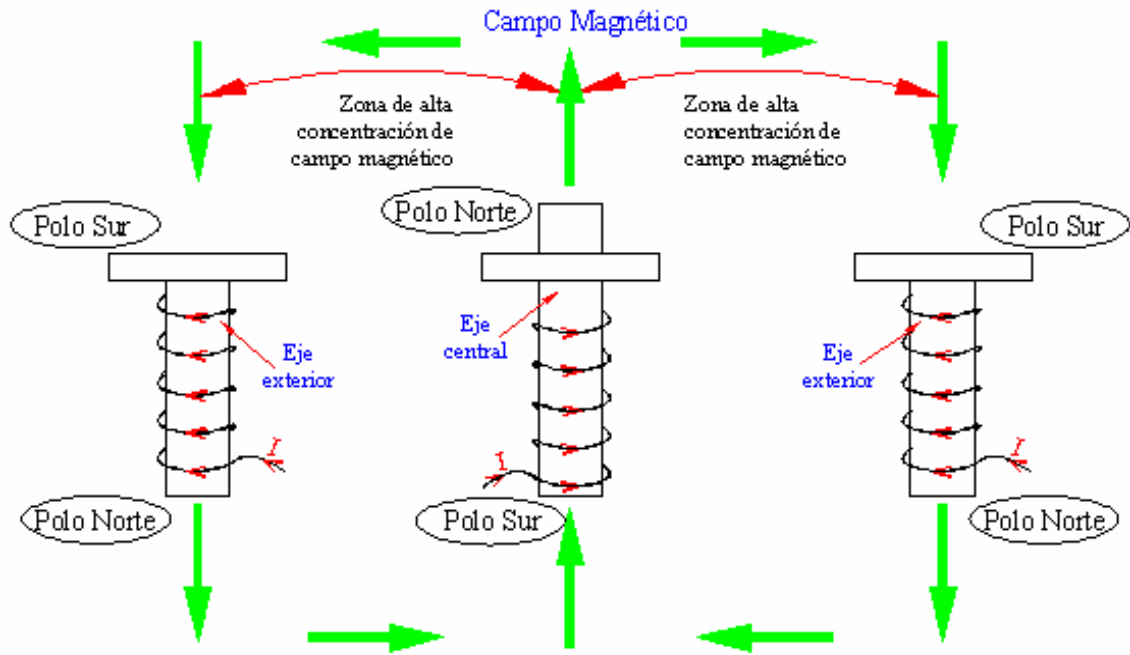


Fig. 4.11: Generación del campo magnético al circular corriente a través del alambre de cobre

Sin embargo la fabricación, el bobinado y el montaje del magnetrón completo resultó ser difícil y con muchas complicaciones, como por ejemplo:

- El tamaño de la estructura era muy pequeña, por lo tanto se debió tener mucho cuidado en la fabricación.
- Las roscas de los agujeros en la base eran M2, y al momento de pasar el macho de roscar, este se rompía.
- En el montaje de los ejes a la base, estos no quedaban totalmente verticales e incluso algunos de los ejes tenían alturas diferentes a los otros ejes, lo cual generaba problemas para la dirección del campo magnético.

Por otro lado, el bobinado a realizar, en cada uno de los ejes, resultó ser extremadamente complicado. Se debía seguir un orden en el bobinado y el sentido del mismo, para obtener la dirección del campo magnético deseada (polo sur y polo norte), además de la dificultad que representaba hacer el bobinado en un espacio tan reducido debido al tamaño de la estructura.

La figura 4.12 muestra un ensamble de la estructura que se fabricó inicialmente, la cual se esperaba generaría el campo magnético deseado.

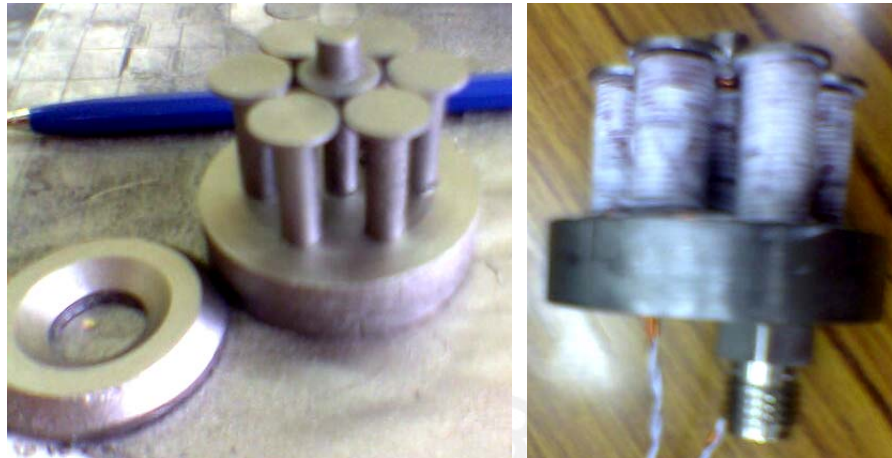


Fig. 4.12: Izquierda: estructura sin el bobinado, Derecha: estructura con el bobinado

Finalmente, se decidió cambiar la estructura con bobinas por una estructura con imanes permanentes, tal como se puede apreciar en la figura 4.13. Se mantuvo el resto de la estructura del magnetrón intacta, es decir, las mismas dimensiones y el mismo sistema de refrigeración. Estos imanes son de NdFeB (Neodim, Hierro, Boro) pues tienen al campo magnético más alto entre todos los imanes.

Las figuras 4.14 y 4.15 muestran al magnetrón ensamblado así como las partes que lo conforman



Fig. 4.13: Estructura con encaje para dos imanes que generarán el campo magnético



Fig. 4.14: Izquierda: magnetrón ensamblado. Derecha: elementos flexibles que permiten el movimiento al magnetrón



Fig. 4.15: Izquierda: casco, anillo de ajuste y anillo de aislamiento en teflón. Derecha: porta imanes, anillo separador y anillo de ajuste en el orden que ingresan al casco

4.4. Estructura y mecanismo de izaje

En la fabricación de la estructura donde se instaló el equipo también se tuvo que realizar algunas modificaciones, debido a que se contaba con una estructura inicial. Las modificaciones que se realizaron se requirieron para instalar la bomba turbomolecular, tal como se aprecia en la figura 4.16. Asimismo, se tuvo que cambiar la parte donde se ubicaría la cámara de alto vacío. Esto se hizo pues, como se aprecia en la figura 4.17, la estructura presentaba originalmente una especie de cruz, la cual

interrumpía el ingreso de los magnetrones, los cuales se conectaban a la cámara por la parte inferior.

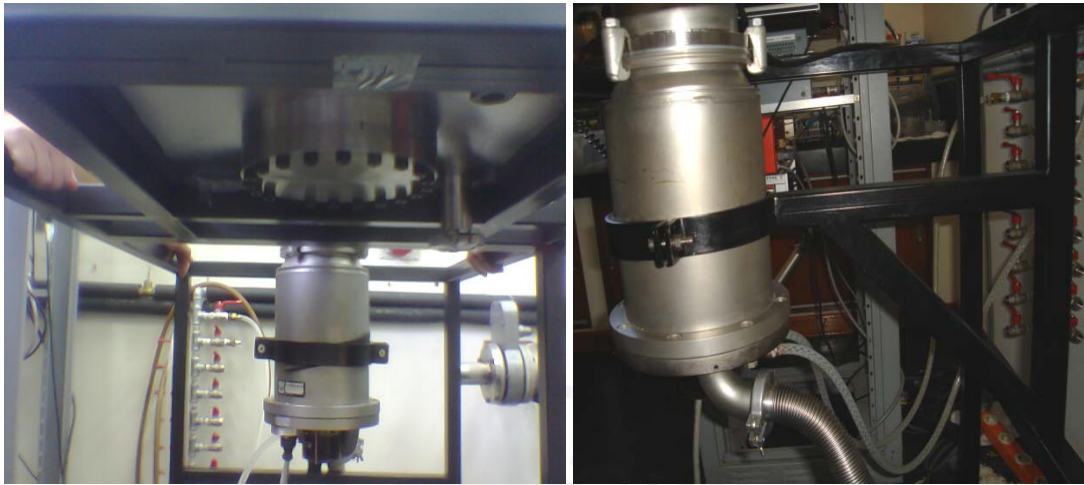


Fig. 4.16: Estructura soporte para la bomba turbomolecular

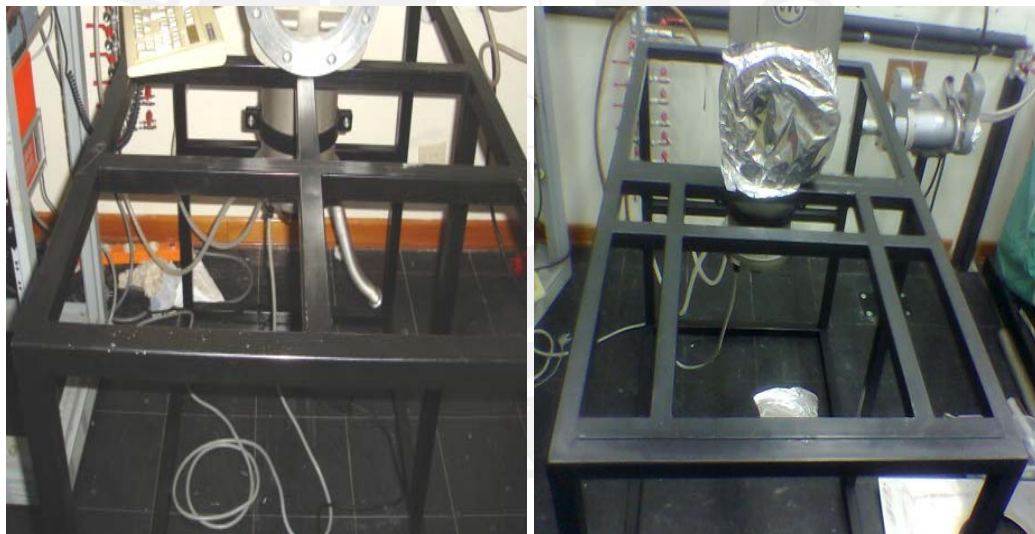


Fig. 4.17: Izquierda: estructura original, Derecha: estructura modificada

Finalmente, el mecanismo de izaje, que permite subir y bajar la puerta para abrir la cámara, consta de un sistema de poleas y contra pesos, los cuales se fijan a un marco metálico que se monta sobre la estructura. Las poleas van unidas mediante pernos al marco, el cual también se une a la estructura mediante pernos tal como se aprecia en la figura 4.18 y 4.19.



Fig. 4.18: Mecanismo de izaje para la puerta de la cámara de vacío.



Fig. 4.19: Izquierda: Poleas y unión al marco. Derecha: Contrapesos y detalle de unión de marco a la estructura.

4.5. Instalación y puesta en marcha del equipo

Una vez terminada la manufactura de cada una de las partes que conforman el equipo se procedió a la instalación del mismo dentro del laboratorio de Ciencia de los Materiales.

La bomba mecánica, que se muestra en la figura 4.20, se instaló fuera del laboratorio debido a su gran tamaño, pero sobre todo por el ruido y la emanación de gases que tiene durante su funcionamiento. Desde la bomba mecánica sale la tubería del pre-vacío, la cual ingresa al laboratorio a través de un orificio en la pared hasta un juego de válvulas que se encargan de conectar a la bomba mecánica con las bombas de alto vacío. Es importante mencionar que se está fabricando una segunda cámara de vacío, la cual se ubicará al costado del equipo desarrollado en este trabajo. Ambas cámaras, estarán conectadas a través del intercambiador de la muestra.

Luego, se conecta el sistema de pre-vacío a la bomba de alto vacío mediante un tubo flexible, mientras que la bomba turbomolecular se une al conector en cruz a través de una de sus cuatro salidas, la ubicada en la parte inferior. Las otras tres salidas del conector en cruz son para el adaptador del espectrómetro de masas (parte superior), el medidor de presión con conector DN 25 (lado izquierdo) y, finalmente, la salida que lleva una brida (lado derecho), para conectar a la compuerta que se encarga de conectar a las bombas mecánica y turbomolecular con la cámara de alto vacío. En la figura 4.21 se aprecia el conector en cruz con los elementos instalados.

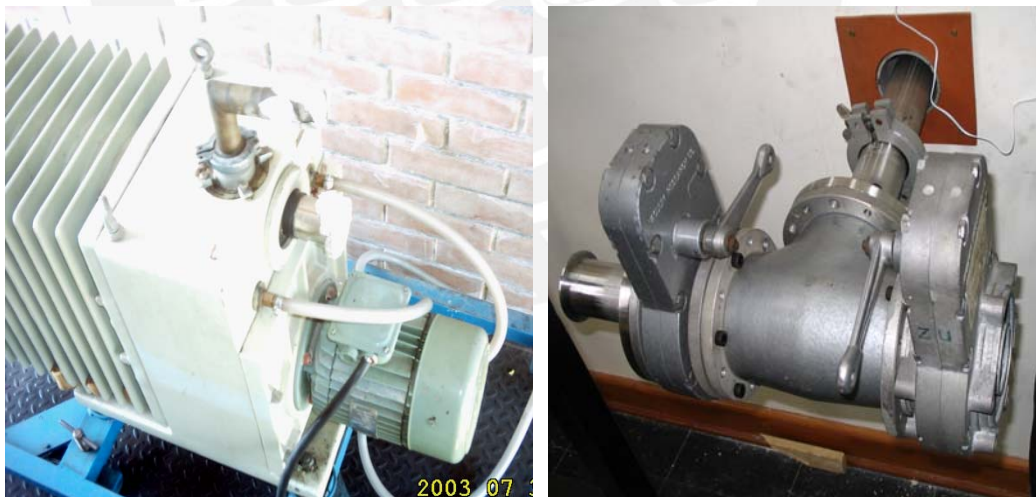


Fig. 4.20: Bomba mecánica y sistema de pre-vacío.



Fig. 4.21: Izquierda: Conector en cruz. Derecha: Conector en cruz con bomba turbomolecular, espectrómetro de masas, sensor de presión y compuerta

Seguidamente, se procedió con la instalación de la cámara de vacío en la estructura, así como también con la instalación del marco que llevará el sistema de poleas y el contrapeso, tal como lo muestra la figura 4.22.



Fig. 4.22: Instalación de la cámara y mecanismo de izaje de la puerta

Por otro lado, el manipulador de la muestra se conecta directamente a la cámara a través de la brida que se recuperó del posicionador original, mientras que el magnetron se conecta a la cámara mediante una brida especial que se tuvo que adaptar para que permita la conexión de los magnetrones a la cámara de alto vacío. Inicialmente se contaba con una tapa maciza de un equipo de ultra alto vacío, procedente de Alemania, la cual contaba con el sistema de sello en vacío mediante la deformación de un anillo de cobre (figura 2.8). A esta tapa se le realizaron los agujeros necesarios para el ingreso de los magnetrones a la cámara, tal como se aprecia en las figura 4.23 y 4.24

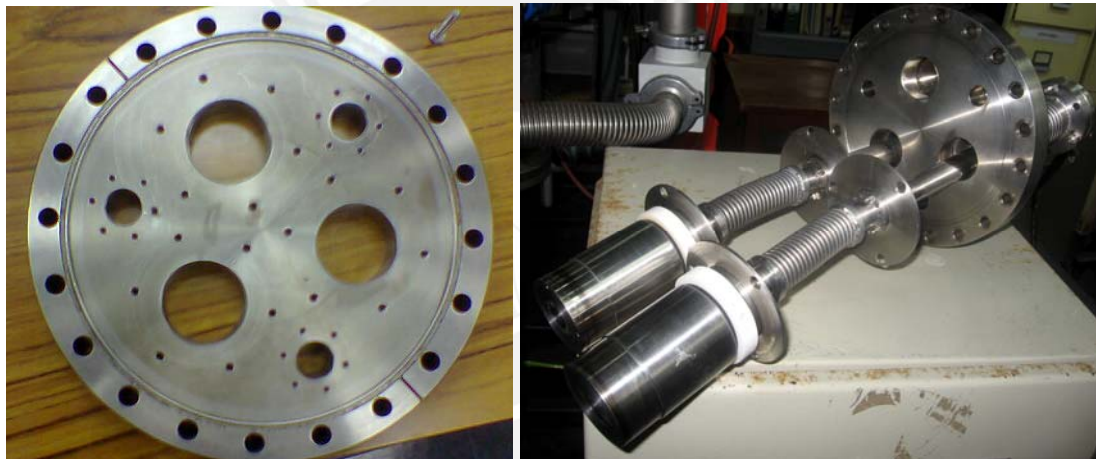


Fig. 4.23: Izquierda: brida de conexión para los tres magnetrones, Derecha: sub-ensamble de dos magnetrones flexibles con brida.

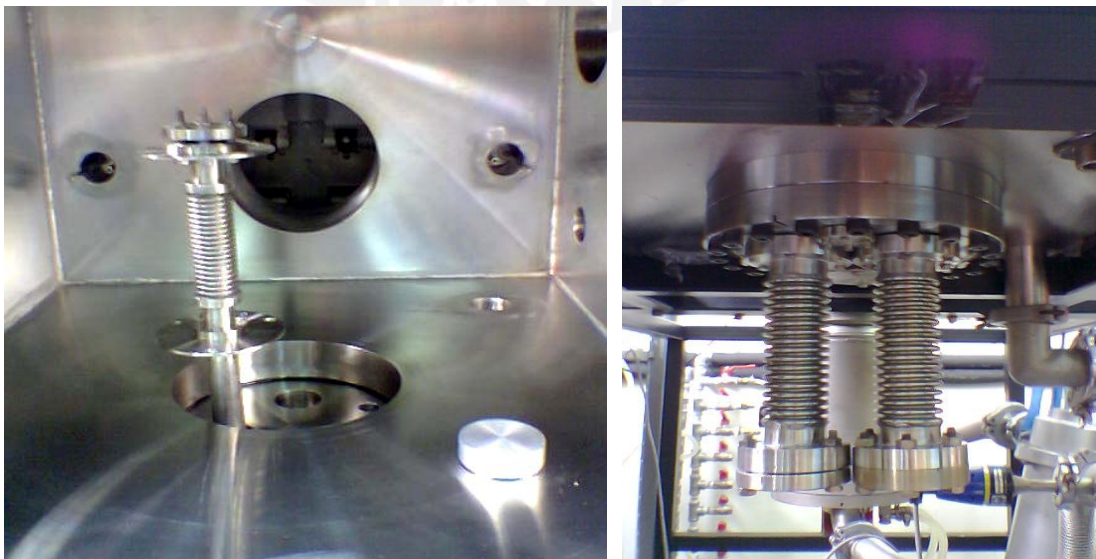


Fig. 4.24: Sub-ensamble de magnetrón con cámara de alto vacío.

El equipo de magnetron sputtering en alto vacío, para preparar muestras de películas delgadas de semiconductores (carburo de silicio y nitruro de aluminio), se encuentra instalado en el Laboratorio de Ciencia de los Materiales (Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú), como se muestra en la figura 4.25.



Fig. 4.25: Equipo de magnetron sputtering en alto vacío instalado en el Laboratorio de Ciencia de los Materiales, en la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS

En el presente capítulo se evalúa la operatividad del sistema. Asimismo se exponen los logros alcanzados mediante el diseño, la fabricación y la puesta en marcha del equipo de alto vacío, y se analiza el alcance de los objetivos planteados. Finalmente, se toca el tema relacionado a los costos que implicó el diseño, fabricación y puesta en marcha del equipo en alto vacío para la preparación de películas delgadas de semiconductores.

5.1 Operatividad del sistema

Luego de instalado el equipo se procedió a realizar las pruebas de vacío necesarias. Primero para la degasificación de elementos indeseados al interior de la cámara como por ejemplo la grasa natural de las manos, la cual se queda producto de la manipulación (con las manos) de los equipos instalados al interior de la cámara. Luego se probó la presión de trabajo, llegándose a la presión deseada de 10^{-7} mbar.

Con el manipulador de la muestra se tuvo algunas dificultades para desplazar verticalmente la muestra (como se mencionó en el capítulo 4), debido a que se tenía que aplicar una fuerza relativamente grande para hacer girar la manivela que permitiría el desplazamiento vertical de la muestra. Sin embargo, como también se

mencionó en el capítulo 4, los engranajes instalados redujeron la fuerza que se debe aplicar en la manivela, por lo que se logró superar este inconveniente. Por lo tanto, la fuerza que ahora se aplica en la manivela, para hacer subir o bajar a la muestra, es menor y con un giro bastante suave.

En el primer diseño que se tuvo de los magnetrones, éstos presentaron problemas en la parte constructiva. Sin embargo, el diseño preliminar se tuvo que modificar para superar esta dificultad inicial, tal como se mencionó en el Capítulo 4.

Actualmente, ya se puede generar plasma con los magnetrones, tal como se aprecia en la figura 5.1. Además, se han comenzado a preparar las primeras películas delgadas (figura 5.2 y 5.3).

Actualmente, se están probando los ángulos de inclinación que se les dará a los magnetrones, con la finalidad de establecer un espectro para el plasma que se está formando debido a la variación angular de los magnetrones flexibles y la variación de altura de la muestra, es decir, se están buscando los puntos de máxima eficiencia del plasma para la combinación de cada una de las posiciones angulares del magnetrón y cada altura que se coloque a la muestra.

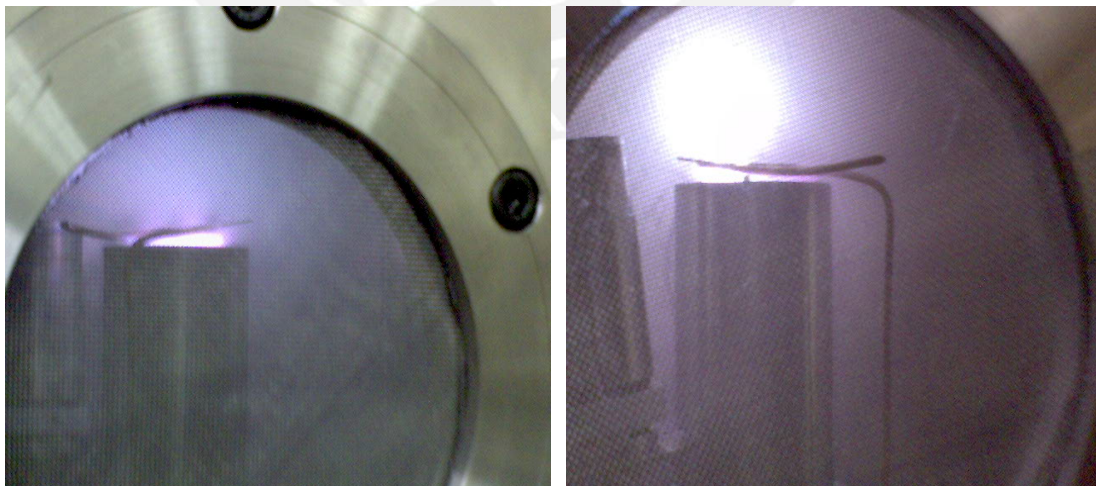


Fig. 5.1: Formación del plasma en la parte superior de los magnetrones



Fig. 5.2: Targets montados encima del magnetrón

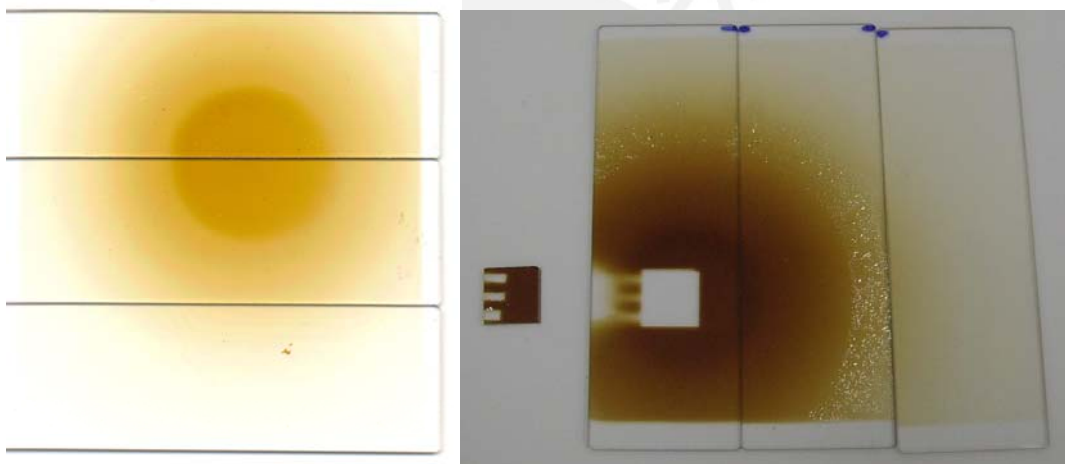


Fig. 5.3: Primeras películas delgadas que se obtuvieron en el Laboratorio de Ciencia de los Materiales

Tomando en cuenta lo hasta aquí mencionado, se puede afirmar que se ha logrado lo previsto para el equipo, es decir, se tiene la cámara que permite trabajar con una presión de vacío de 10^{-7} mbar. Asimismo, la cámara tiene las conexiones necesarias para los instrumentos que permiten controlar el proceso, como por ejemplo los sensores de presión o las válvulas para el ingreso de los gases inertes. Además, se cuenta con dos ventanas que permiten observar lo que ocurre al interior de la cámara durante el proceso y, como se mencionó antes, tanto el manipulador de la muestra como los magnetrones funcionan perfectamente, producto de esto es que ya se obtuvieron las primeras películas delgadas mediante *sputtering*.

5.2 Logros alcanzados

Uno de los logros más importantes alcanzados, luego del tiempo transcurrido en que se ha desarrollado esta tesis, es sin lugar a dudas el diseño, la fabricación e instalación de un equipo en alto vacío para la preparación de películas delgadas de semiconductores.

Este equipo es novedoso en su totalidad, debido a que cada laboratorio en el mundo que trabaje usando las técnicas de vacío, tiene un equipo de vacío diseñado para trabajar bajo las condiciones específicas del laboratorio o de los estudios que se realicen en el laboratorio. El proyecto de investigación para el cual trabajará este equipo, es igualmente novedoso, ya que hasta el momento ningún laboratorio o Universidad ha desarrollado este tema (*Preparation and characterization of amorphous thin $(AlN)_x(SiC)_{1-x}$ films using dc magnetron sputtering and pulsed laser deposition*).

Si bien es cierto existen laboratorios con equipos de vacío para hacer *sputtering* con magnetrones, lo novedoso del diseño es la incorporación de tres magnetrones dentro de la cámara que podrán trabajar en conjunto y al mismo tiempo para la elaboración de películas delgadas de semiconductores.

Es importante mencionar que, a nivel industrial, existen equipos que trabajan con tres o más magnetrones en conjunto (pero no a la vez) para recubrimientos de distintos productos. Sin embargo, la fabricación de estos equipos está hecha sólo para dimensiones muy grandes y pensadas para producción en masa. Es decir, en el mercado no se encuentran equipos de estas características para dimensiones menores, como las que se usan en los laboratorios. Por otro lado el costo de estos equipos industriales es muy elevado.

Otro de los logros alcanzados es la implementación del laboratorio de Ciencia de los Materiales, gracias a la cooperación entre La Pontificia Universidad Católica del Perú, y la Universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania. Con este laboratorio la

Universidad Católica se coloca a la vanguardia, a nivel nacional, en lo referente al uso de la tecnología de vacío.

Es necesario mencionar que en esta tesis sólo se hace mención al diseño, fabricación e instalación del equipo de alto vacío, pero el laboratorio de Ciencia de los Materiales también cuenta con otros equipos que se tuvieron que poner operativos. La puesta en operatividad de estos equipos se logró con el trabajo conjunto de alumnos de distintas especialidades, como por ejemplo Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica y Física, tanto peruanos como alemanes.

5.3 Costos

En el desarrollo de esta tesis se logró un equipo adaptado perfectamente para las condiciones que el laboratorio requería.

Es necesario mencionar que la comparación de precios que se observará, a continuación, se hará tomando en cuenta un equipo comercial de vacío específicamente el equipo que comercializa la empresa LACO TECHNOLOGIES. Esto permitirá contrastar y analizar si resultó económico o no la fabricación del equipo.

El costo que representó la obtención del equipo es el que se muestra en la tabla 5.1. Los costos de fabricación que se muestran incluyen mano de obra y materiales.

Los gastos de instalación y puesta en marcha no se mencionan porque serían los mismos para ambos casos, ya que si se tomaba la decisión de comprar el equipo, la instalación no la hubiesen realizado los técnicos de la empresa LACO, ya que esto representaba un costo adicional que no estaba incluido en el costo del equipo. Por lo tanto, La instalación y la puesta en marcha de los equipos habrían sido realizadas por personas relacionadas al proyecto, como alumnos, tesisistas y profesores, ya sea si se compraban los equipos o si se fabricaban en Lima, esto debido a la intención original de disminuir costos.

También es importante mencionar que la comparación de precios esta hecha en base al precio de cada elemento del equipo por separado, como por ejemplo cámara de vacío, magnetrones y manipulador de la muestra. Los otros elementos del equipo como bombas mecánicas y turbomoleculares, válvulas entre otras, fueron donados por la Universidad Erlangen-Nürnberg de Alemania, por lo que no se tomaron en cuenta para esta comparación de precios. Por lo tanto, la comparación de precios esta hecha únicamente sobre aquellos elementos que se fabricaron en el Perú.

Los precios referidos también son de cada elemento por separado, ya que los elementos que conforman al equipo de vacío se adquieren por unidad y no integrados.

Tabla 5.1 Costos parciales y totales del equipo de alto vacío

Descripción	Precio unitario (sin IGV)	Precio unitario (+ 19% IGV)	Valor Total
Diseño del magnetrón (03)	\$ 80.00	\$ 95.20	\$ 285.60
Fabricación del magnetrón (03)	\$ 300.00	\$ 357.00	\$ 1071.00
Diseño del manipulador	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00
Fabricación del manipulador	\$ 500.00	\$ 595.00	\$ 595.00
Diseño de la cámara	\$ 800.00	\$ 800.00	\$ 800.00
Fabricación de la cámara	\$ 4288.00	\$ 5102.72	\$ 5102.72
PRECIO TOTAL			\$ 8004.32

En la tabla 5.2 se muestran algunos precios referenciales obtenidos de la empresa LACO TECHNOLOGIES (modelo de equipo: LVC2020-CHS), la cual se dedica a la comercialización de estos equipos a nivel industrial.

Tabla 5.2 Precios referenciales de componentes para el equipo de alto vacío

Descripción	Precio de venta unitario (sin considerar ningún impuesto o gasto de envío)	Valor Total (sin considerar ningún impuesto o gasto de envío)
Magnetron (03)	\$ 550.00	\$ 1650.00
Manipulador	\$ 3000.00	\$ 3000.00
Cámara de alto vacío	\$ 9500.00	\$ 9500.00
PRECIO TOTAL (sin considerar ningún impuesto o gasto de envío)		\$ 14150.00

Por lo tanto, es evidente luego de la comparación de precios, que resultó más económico fabricar muchas de las partes del equipo que comprar uno en el extranjero, ya que en el país no existen empresas que se dediquen a la venta, o a la fabricación de este tipo de equipos. A todo esto cabe recalcar que estos precios no consideran los envíos de los equipos al Perú, ni tampoco los impuestos correspondientes.



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. Acerca de los recipientes sometidos a presión externa

Según la teoría, es recomendable utilizar estructuras formadas por placas curvas en lugar de placas planas para soportar presión externa. Sin embargo, y debido a las características del equipo y a algunas limitaciones en la manufactura, se optó por usar placas planas para el diseño de la cámara. El uso de placas planas incrementa el espesor de la cámara en comparación con una cámara de placas curvas debido a que se generan mayores esfuerzos.

Por otro lado, las cámaras de placas curvas deben usar anillos que incrementen la rigidez al interior de ellas para así evitar abolladuras. En nuestro caso, el espesor de la cámara de vacío permitió prescindir de anillos para mejorar la rigidez al interior de la cámara. Esto habría originado el uso de más soldadura, lo cual hubiese aumentado las deformaciones en la cámara por contracción longitudinal, como se puede apreciar en los cálculos del capítulo 3.

En la determinación del espesor de la cámara se analizaron las zonas críticas de la cámara utilizando cálculos convencionales de resistencia de materiales y deformaciones por soldadura. No se realizaron cálculos de falla por fatiga debido a que el equipo no se cargará y descargará constantemente, pues se espera que la cámara este en vacío la mayor parte del tiempo.

En trabajos futuros, relacionados al diseño desarrollado en esta tesis, sería conveniente analizar el efecto de reducir el espesor de la cámara con el uso de anillos que incrementen la rigidez. Se debe evitar que los anillos reduzcan el volumen de trabajo al interior de la cámara. Si embargo, y en caso se requieren de anillos, se debe evaluar la modificación de las dimensiones de la cámara.

2. Acerca de los resultados obtenidos

Para el diseño de los magnetrones se utilizaron dos imanes tal como se aprecia en la figura 4.13, uno de ellos en forma de disco y el otro en forma de anillo, los cuales generan un campo magnético que se concentra en la parte central del magnetrón. Sin embargo, y posteriormente al diseño y fabricación del magnetrón, se utilizó el *software ViziMag* versión 2.0, que simula la generación del campo magnético según se modifique la geometría o el número de imanes dentro del magnetrón. El contar con este software desde un inicio hubiese sido de mucha ayuda pues se hubiesen simulados distintas configuraciones de imanes al interior del magnetrón y se hubiese podido escoger la geometría óptima para las condiciones del laboratorio.

3. Acerca de la fabricación

En la elaboración de los planos, y luego en la fabricación de los componentes del equipo, se contó con el debido asesoramiento de los procesos de fabricación y de las máquinas disponibles, así como también de las limitaciones que éstas poseen. Lo anterior es importante pues condiciona el proceso de diseño desde su concepción inicial hasta el resultado final.

Por ejemplo, una de las razones por las que se decidió diseñar la cámara de vacío de forma cúbica y no como una campana, fue porque el taller mecánico que se encargaría de fabricarla no contaba con máquinas roladoras, ni tampoco con máquinas para hacer el bombeado de la parte superior de la campana.

Otro ejemplo de esto fue la limitación que se tenía en cuanto a la bancada del torno, la cual no permitía torneear piezas con un diámetro mayor de 760 mm, razón por la cual se tuvo que cambiar las dimensiones de la cámara que inicialmente se determinaron.

Las dimensiones definitivas de la cámara son menores a las inicialmente determinadas, sin embargo los cálculos del espesor de la cámara no se ven afectados,

sino que por el contrario incrementa el factor de seguridad respecto de los cálculos iniciales



CONCLUSIONES

El resultado de esta tesis es una cámara de alto vacío, versátil y segura, en la cual se pueden obtener películas delgadas de $(AlN)_x(SiC)_{1-x}$ gracias al *sputtering* con magnetrones.

La aplicación de este equipo es para el uso del Laboratorio de Ciencia de los Materiales de la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Por lo tanto, con el equipo diseñado y fabricado se pueden obtener películas delgadas de carburo de silicio (primer magnetrón) y nitruro de aluminio (segundo magnetrón) para el estudio y mejora de propiedades ópticas y electrónicas de estos semiconductores con dopantes de tierras raras como europio y terbio (tercer magnetrón).

Los magnetrones generan el campo magnético en el cual se formará el plasma para la posterior deposición de los metales, por lo tanto la geometría de los imanes es muy importante en el diseño de los magnetrones, ya que de ellos depende que el campo magnético este correctamente direccionado a la zona donde se desea la deposición de las películas delgadas.

El uso del *software* de simulación, *ViziMag* versión 2.0, facilita el diseño de los magnetrones pues permite analizar de una manera didáctica la geometría y número de imanes que requiere el magnetrón para optimizar la generación del campo magnético.

Existen muchos métodos de diseño, sin embargo para poder cumplir con los objetivos de esta tesis no se pudo seguir un método convencional, por el contrario se tuvo la necesidad de compatibilizar piezas existentes con la creación de nuevos elementos o modificaciones a las piezas con las cuales se contaban desde un inicio. Es decir, se tenía que partir desde cero en muchos de los elementos diseñados y en muchos otros se tenía que utilizar piezas ya existentes o adaptar el nuevo diseño a elementos con los que ya se contaban. Por lo tanto, la metodología de diseño empleada fue la más adecuada ya que permitió una solución versátil para el problema planteado.

Asimismo, y para dar solución a la necesidad planteada por el Laboratorio de Ciencia de los Materiales de la Sección de Física de la Pontificia Universidad Católica del Perú, es importante contar con los conocimientos básicos asociados a los procesos que se realizan al interior de la cámara de vacío. Por lo tanto, el apoyo de expertos alemanes y peruanos en temas relacionados al desarrollo de la tesis facilitaron la asimilación de los conocimientos básicos que se requerían para diseñar el equipo.

El espesor de 15 milímetros definido para el diseño de la cámara permite obtener resultados conservadores, es decir, factores de seguridad altos. Sin embargo, sería conveniente analizar la posibilidad de reducir el espesor de la cámara con el uso de anillos que incrementen la rigidez. Esto en caso se desee reproducir el equipo diseñado.

El diseño de equipos que se utilizan para investigación en el ámbito universitario requieren en muchos casos de donaciones, ya sean componentes de equipos o de otra naturaleza y estas donaciones son importantes porque permiten un ahorro significativo a la institución que recibe la donación. Por lo tanto se deben fortalecer y respaldar los esfuerzos que se realicen para lograr financiamientos, donaciones, convenios o vínculos con instituciones académicas o el sector industrial. Además, mediante estos tipos de convenios o ayudas se logra un trabajo multidisciplinario entre diversas especialidades de ciencias e ingeniería. Para este caso en particular las especialidades de Ingeniería mecánica, Ingeniería electrónica y Física.

El diseño y fabricación del equipo, para la preparación de películas delgadas de semiconductores en alto vacío, ha requerido un tiempo mayor al que se hubiera obtenido si se optaba por adquirir un equipo similar de una empresa comercial. Sin embargo, y como se menciona en el Capítulo 5, los equipos de laboratorio son de características únicas. Por lo tanto, el optar por adquirir un equipo de una empresa comercial implica un incremento en los costos y en los tiempos, pues se tendría que adaptar el equipo comercial a las condiciones establecidas para el trabajo en el laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

- [BARRINGTON, 1964] BARRINGTON, A (1964), High Vacuum Engineering. Prentice Hall.
- [HIBBELER, 1997] HIBBELER, R (1997), Mecánica de Materiales, 3ª ed., Prentice Hall, México.
- [GUTHRIE, 1963] GUTHRIE, A (1963), Vacuum Technology, Alameda State College, California.
- [KING, 1944] KING, C (1944), Transactions of the Institute of Engineers and Shipbuilders in Scotland, pp 238-255.
- [LEYBOLD, 2001-2002] LEYBOLD VACUUM (2001-2002), Products and Reference book, pp 238-255.
- [MOORE, 1989] MOORE, J (1989), Building Scientific Apparatus, Eddison-Wesley Publishing Company.
- [PIRANI & YARWOOD, 1961] Pirani, M y Yarwood, J (1961), Principles of Vacuum Engineering, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- [ROARK, 1952] ROARK, R (1952), Formulas de Resistencia de Materiales, Esfuerzos y Deformaciones, traductor Mariano De La Hoz, Madrid.
- [RöGNITZ, 1966] RöGNITZ, H (1966), Estudio de las formas constructivas para la fabricación de maquinas y aparatos, Barcelona.
- [ROTH, 1982] ROTH, A (1982), Vacuum Technology, North Holland, Publishing Company.
- [SHIGLEY, 1990] SHIGLEY, J (1990), Diseño en Ingeniería Mecánica, 5ª ed., McGraw-Hill, Mexico.
- [TALAVERA y FARIAS, 1995] TALAVERA, L y FARIAS, M (1995), El Vacío y sus Aplicaciones, 1ª ed., Fondo de Cultura Económica, México.
- [TALLEDO, 2004] TALLEDO, A (2004), Tecnología de Alto Vacío, ANR, Lima.
- [TIMOSHENKO, 1959] TIMOSHENKO, S (1959), Theory of Plates and Shells, 2nd ed., McGraw Hill, New York.

ANEXOS

Anexo A: Bombas mecánicas [LEYBOLD, 2001-2002]

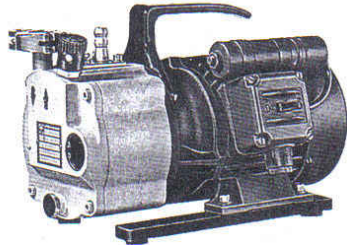
Applications and Accessories

		S 1.5	TRIMAC D 2.5 E	TRIMAC D 4 B	TRIMAC D 6 B	TRIMAC D 16 B	TRIMAC D 25 B	TRIMAC D 40 B	TRIMAC D 65 B	TRIMAC D 16 B-DOT	TRIMAC D 16 B-Sx	TRIMAC D 16 BCS, D 25 BCS	TRIMAC D 40 BCS	TRIMAC D 65 BCS	TRIMAC D 16 + D 25 BCS-PPPE	TRIMAC D 40 BCS-PPPE	TRIMAC D 65 BCS-PPPE	
Applications																		
Production of semiconductors										♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Vacuum coating			♦	♦	♦	♦												
Research and development		♦	♦	♦	♦	♦						♦	♦	♦				
Chemistry/pharmaceuticals			♦	♦	♦	♦						♦	♦	♦				
Metallurgy/furnaces							♦	♦										
Lamps and tubes manufacture			♦	♦	♦													
Car industry			♦	♦	♦			♦										
Laser engineering		♦																
Space simulation						♦	♦											
Analytical engineering			♦	♦	♦	♦												
Environment engineering			♦	♦	♦	♦	♦											
Cooling and air-conditioning		♦	♦	♦	♦	♦				♦								
Electrical engineering		♦	♦	♦	♦	♦												
Mechanical engineering		♦	♦	♦	♦	♦												
Medicine technology			♦	♦	♦	♦												
Vacuum drying cabinets				♦	♦	♦												
Chemistry and research labs			♦	♦	♦	♦												
Freeze drying systems			♦	♦	♦	♦												
Backing pump for high vacuum pump systems			♦	♦	♦	♦												
Accessories																		
	Page																	
AK condensate trap	C01.40/52	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
AF exhaust filters	C01.40/53		♦	♦	♦	♦	♦	♦				♦	♦	♦				
Exhaust filter drain tap	C01.42		♦															
Oil drain tap	C01.42	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Oil drain kit	C01.42	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
AR-V oil suction facility *)	C01.43		♦															
AR-M oil suction facility *)	C01.43		♦															
AS dust separators	C01.44		♦		♦	♦	♦	♦			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
MF molecular filters	C01.44		♦	♦	♦	♦	♦				♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
FA fine vacuum adsorption traps	C01.45	♦	♦	♦	♦	♦	♦					♦	♦	♦	♦	♦	♦	
FS dust filters	C01.46	♦	♦	♦	♦	♦						♦	♦	♦	♦	♦	♦	
TK cold trap	C01.47		♦	♦														
AR exhaust filters with lubricant return	C01.54			♦	♦	♦	♦	♦				♦	♦	♦				
ARS exhaust filters with lubricant return	C01.55											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
DF mechanical oil filters	C01.56		♦	♦	♦	♦	♦											
CF chemical oil filters	C01.56		♦	♦	♦	♦	♦					♦	♦	♦	♦	♦	♦	
CFS chemical oil filters with safety blocking valve	C01.57											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
IGS inert gas system	C01.58											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
LSS limit switch system	C01.59											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
EIS electrical indicator system	C01.60											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
RIS remote indicator system (remote monitoring)	C01.61											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
MBS moisture barrier system	C01.62											♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Roots pump adaptors	C01.63						♦	♦				♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Valves, flange components	C01.66	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	
Vacuum pump oils	C01.67	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	

*) For pumps with gas ballast only

Small Compact Pump

S 1.5 Small Compact Pump



The S 1.5 is a single-stage, oil-sealed rotary vane pump with a gas ballast valve. It is driven by a flange mounted AC motor. The shaft of the pump and the shaft of the motor are linked by means of a pinned coupling.

Advantages to the User

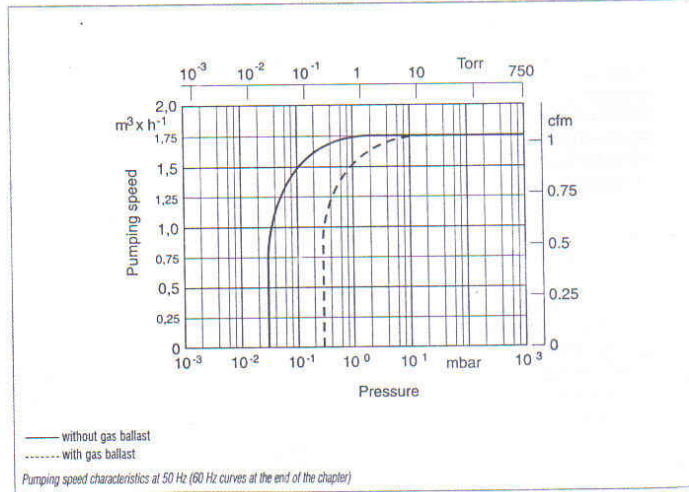
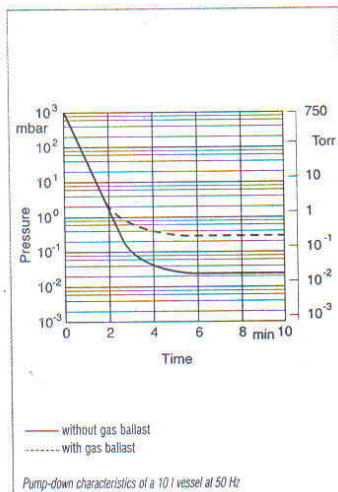
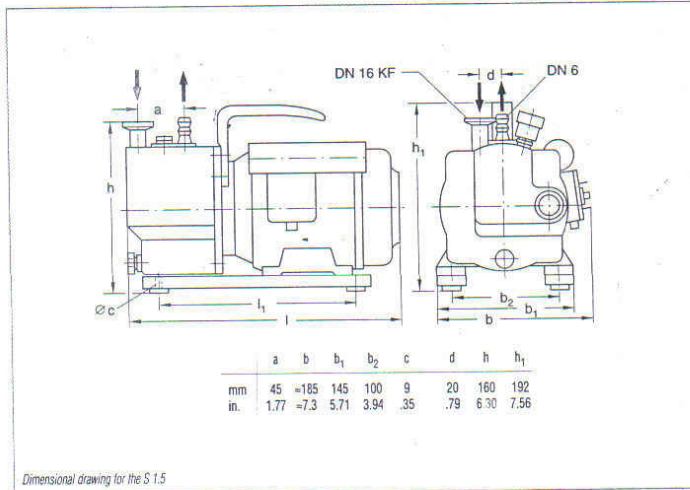
- ◆ Very small and light-weight
- ◆ Low ultimate pressure
- ◆ High water vapor tolerance
- ◆ Low noise operation
- ◆ Simple to connect
- ◆ Easy to maintain and use

Typical Applications

- ◆ In all areas of vacuum engineering where a low intake pressure is required
- ◆ Evacuation of refrigerant circuits
- ◆ For suction, lifting, emptying, filling and tensioning
- ◆ For installation in mobile instruments

Supplied Equipment

- ◆ DN 16 small flange connection on the intake side
- ◆ Centering ring and clamping ring
- ◆ Exhaust port designed as a DN 6 hose nozzle
- ◆ Carrying handle
- ◆ Built-in ON/OFF switch and overcurrent circuit breaker
- ◆ Oil filling



C01.04

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

Small Compact Pump

Technical Data		S 1.5	
		50 Hz	60 Hz
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	1.9 (1.1)	2.3 (1.3)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	1.75 (1)	2.1 (1.2)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	3 x 10 ⁻² (2.3 x 10 ⁻²)	
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	5 x 10 ⁻¹ (3.8 x 10 ⁻¹)	
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)	> 15 (> 11.3)	
Water vapor capacity	g/h (lbs/hr)	19 (42)	
Oil filling, min./max.	l (qt)	0.11/0.14	
Admissible ambient temperature	°C (°F)	40 (104)	
Motor rating	W (hp)	80 (.11)	
Nominal speed	rpm	1500	1800
Type of protection	IP	54	
Weight	kg (lbs)	10 (22.1)	
Connections,			
Intake	DN	16 KF	
Exhaust	DN	6	

Ordering Information

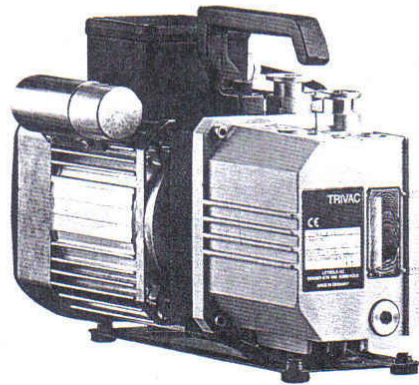
S 1.5

S 1.5 with AC motor, 230 V (208-252 V ±5%), 50/60 Hz, with 2 m long mains cord and EURO plug	Part No. 101 01
AK 8 condensate trap	Part No. 190 60
Oil drain tap (M 16 x 1.5)	Part No. 190 90
Connection components	
Elbow (1x) DN 16 KF	Part No. 184 36
Centering ring with O-ring (2x) DN 16 KF	Part No. 183 26
Clamping ring (2x) DN 16 KF	Part No. 183 41

1) To DIN 28 400 and following numbers

TRIVAC E

TRIVAC E, Two-Stage, Oil-Sealed Rotary Vane Vacuum Pump



TRIVAC D.2.5 E

The TRIVAC E pump is an oil-sealed vacuum pump operating according to the rotary vane principle. Oil which is injected into the pump chamber is used for sealing, lubrication and cooling purposes.

New customers' requirements as well as increased environmental requirements gave rise to the further development of the successful range of TRIVAC B pumps.

The result is the new TRIVAC E rotary vane vacuum pump.

Beyond the usual quality and reliability of the B series pumps, the TRIVAC E pump offers improvements in the area of quieter operation, smaller size and improved service-friendliness.

The intake and exhaust ports are equipped with small flanges. Besides standard voltages and frequencies, LEYBOLD offers world motors, which are specially required by OEMs.

The new TRIVAC E pump includes also a set of accessories which also fits to the TRIVAC D 4 - 16 B.

Advantages to the User

- ◆ Highly reliable
- ◆ Small and compact
- ◆ Quiet operation
- ◆ Environmentally compatible (low oil consumption, EMI compatible; IP 54 protection)
- ◆ Process quality (little backstreaming of oil)
- ◆ Motors for all standard supply voltages and frequencies
- ◆ Safe and intelligent vacuum protection (hermetically sealed)
- ◆ Free of yellow metals
- ◆ Compliance with international standards (CE, UL and CSA)
- ◆ Suitable for continuous operation at 1000 mbar (750 Torr)
- ◆ Low power consumption
- ◆ Better individual performance given by 3 stage gas ballast device
- ◆ High water vapor tolerance
- ◆ Simplified customizing ability

Typical Applications

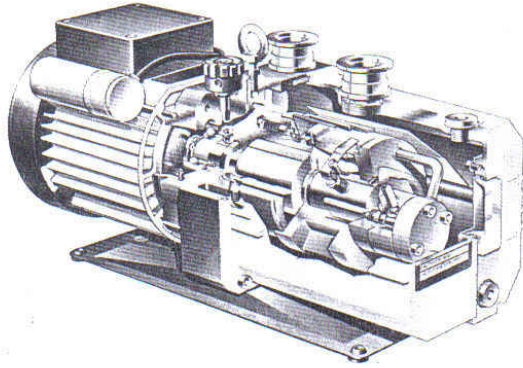
- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Electron beam microscopes
- ◆ Sterilizers
- ◆ Freeze-drying systems
- ◆ Chemical and research labs
- ◆ TV tube
- ◆ General vacuum engineering
- ◆ Backing pump for high vacuum pump systems

Supplied Equipment

- ◆ Dirt trap
- ◆ Oil filling included separately (standard N 62)
- ◆ Gas ballast device
- ◆ Main cord with the specific plug for Euro, USA and Japan motors
- ◆ Optional: Main cord with country specific plug for the world motor
- ◆ With handle

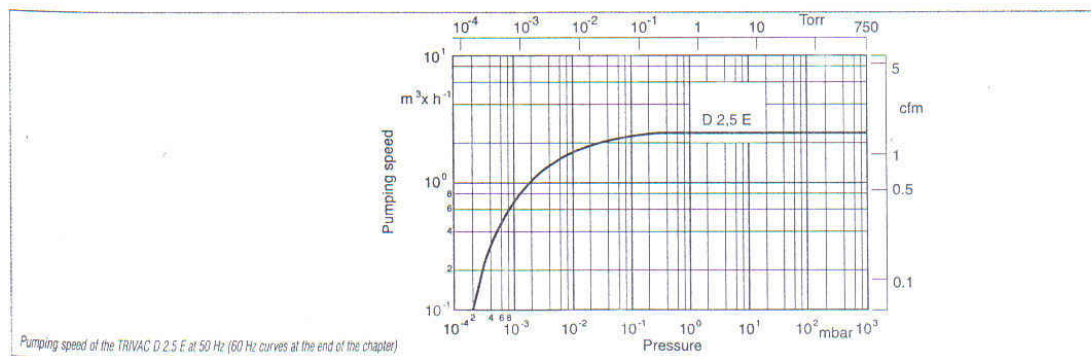
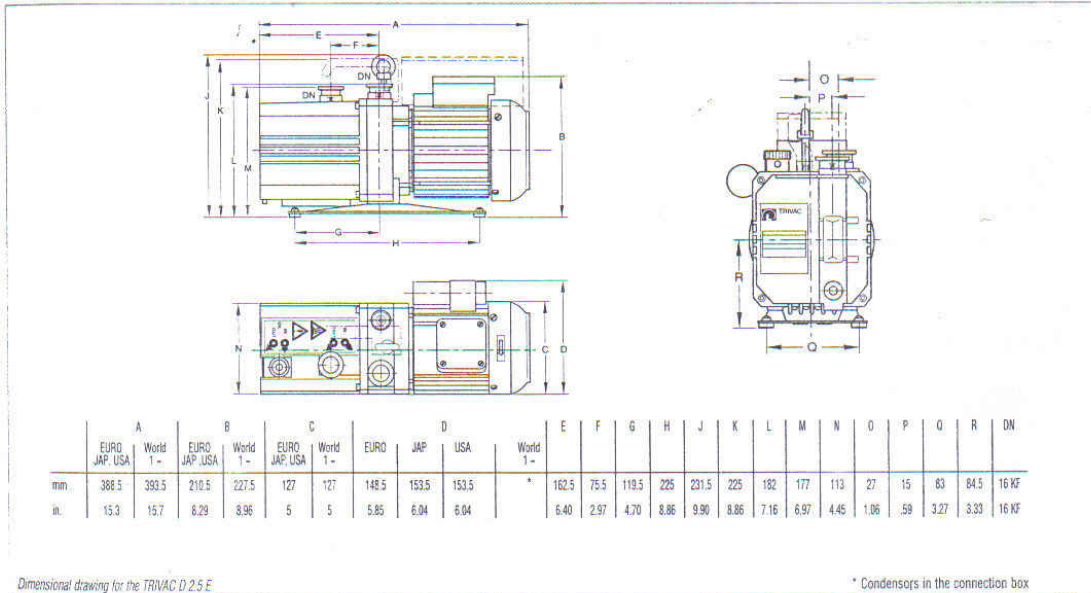
ALL PUMPS ARE SUBJECTED TO A VACUUM TEST BEFORE DELIVERY !

TRIVAC E



C01

TRIVAC E



TRIVAC E

Technical Data		D 2.5 E	
		50 Hz	60 Hz
Nominal pumping speed *	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	3.2 (1.9)	3.6 (2.1)
Pumping speed *	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	2.7 (1.6)	3.3 (1.9)
Ultimate partial pressure without gas ballast	mbar (Torr)	≤ 5 x 10 ⁻⁴ (≤ 3.8 x 10 ⁻⁴)	
Ultimate total pressure without gas ballast **	mbar (Torr)	≤ 2 x 10 ⁻³ (≤ 1.5 x 10 ⁻³)	
Ultimate total pressure with gas ballast Step 2 **	mbar (Torr)	≤ 3 x 10 ⁻² (≤ 2.3 x 10 ⁻²)	
Water vapor tolerance			
Step 1	mbar (Torr)	10 (7.5)	
Step 2	mbar (Torr)	20 (15)	
Step 3	mbar (Torr)	30 (22.5)	
Water vapor capacity			
Step 1	gm/h	20	
Step 2	gm/h	40	
Step 3	gm/h	60	
Oil filling, max./min.	l (qt)	0.7/0.4 (0.7/0.4)	
Noise level	dB(A)	≤ 47	
Admissible ambient temperature	°C (°F)	10 to 50 (50 - 122) (EURO motor) / 10 to 40 (50 - 104) (USA/Japan motor)	
Motor rating 50/60 Hz	W (HP)	250 (0.34)	300 (0.41)
Nominal speed 50/60 Hz	rpm	1400	1600
Type of protection	IP	54	
Weight (with oil filling)	kg (lbs)	15.3 (33.7)	
Dimensions (W x H x D)	mm (in.)	127 x 225 x 383 (5 x 8.86 x 15)	
Connections (Intake and Exhaust)	DN	16 KF	

* To DIN 28 426 T1 ** To DIN 28 400 and following numbers

Motor Dependent Data

Motors for D 2.5 E	Voltage V	Frequency Hz	Voltage tolerance	Power consumption W (HP)	Nominal current A	Protection	Nominal speed rpm
Euro 1 ~	220-240/230	50/60	+/- 5 %	250/300 (0.34/0.41)	1.8/1.4	IP 54	1400/1600
Japan 1 ~	100	50/60	+/- 5 %	250/300 (0.34/0.41)	5.5/4.0	IP 54	1400/1600
USA 1 ~	110-120	60	+/- 5 %	300 (0.41)	3.3	IP 54	1600
World 1 ~	100-120; 200-240	50/60	+/- 5 %	250/300 (0.34/0.41)	4.4/3.0 2.2/1.5	IP 54	1400/1600

TRIVAC E

Ordering Information

D 2.5 E

TRIVAC E with 1.8 m long mains cord
 EURO-Version, 1-ph., 220-240 V, 50 Hz; 230 V, 60 Hz
 Earthed plug
 UK plug
 CH plug
 US version, 1-ph., 110-120 V, 60 Hz, NEMA plug
 Japan version, 1-ph., 100 V, 50/60 Hz, NEMA plug
 Single phase world motor (without mains cord)
 Further variants upon request

Part No. 140 000
 Part No. 140 004
 Part No. 140 005
 Part No. 140 002
 Part No. 140 003
 Part No. 140 001

C01

Accessories

Connection cable for single phase world motor

230 V earthed plug	Part No. 200 81 091
230 V UK plug	Part No. 200 81 097
230 V CH plug	Part No. 200 81 099
230 V NEMA plug(200-240 V)	Part No. 200 81 141
115 V NEMA plug 100-120 V)	Part No. 200 81 090

Exhaust filter AF 8	Part No. 190 50
---------------------	-----------------

Replacement filter elements for AF 8 (pack of 5) FE 8	Part No. 190 80
--	-----------------

Exhaust filter drain tap (G 1/4")	Part No. 190 95
-----------------------------------	-----------------

Manual oil return AR-M via gas ballast inlet (kit for AF 8-16)	Part No. 190 93
---	-----------------

Oil suction AR-V controlled by a solenoid valve via the gas ballast inlet (kit for AF 8-16)	Part No. 190 92
--	-----------------

Condensate trap AK 8	Part No. 190 60
----------------------	-----------------

Oil drain tap (M 16 x 1.5)	Part No. 190 90
----------------------------	-----------------

Oil drain kit (M 16 x 1.5)	Part No. 190 94
----------------------------	-----------------

Connection components	
Elbow (1x) DN 16 KF	Part No. 184 36
Centering ring with O-ring (2x) DN 16 KF	Part No. 183 26
Clamping ring (2x) DN 16 KF	Part No. 183 41

Spare parts

Maintenance kit 1 (oil separation, oil box seal)	Part No. 200 40 022
---	---------------------

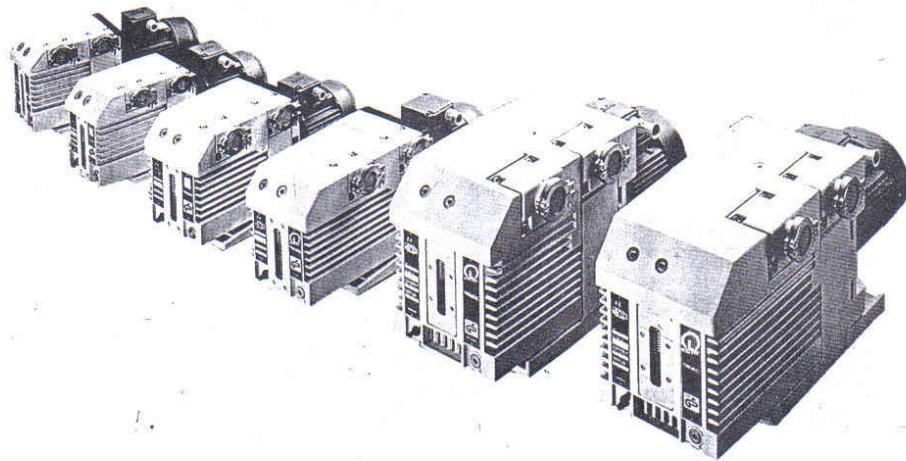
Repair set 1 (valves, oil separation, oil box seal)	Part No. 200 40 024
--	---------------------

Complete set (oil separation, sealing, wearing parts)	Part No. 200 40 026
--	---------------------

For further accessories see Section
 "Accessories for TRIVAC E and B"

TRIVAC B

TRIVAC B, Two-Stage Rotary Vane Vacuum Pumps TRIVAC D 4 B to D 65 B



The TRIVAC-B is the logical step ahead within the well-proven TRIVAC concept. Here the performance and the characteristics of the pumps have been adapted without compromise to market requirements. The TRIVAC-B pumps with their comprehensive range of accessories have proven themselves time and again as rugged pumps in many and varied applications.

The pump body is assembled from individual parts without sealing components. The parts are pinned in order to ensure easy disassembly and reassembly of the parts.

All pumps from the D 4 B to the D 25 B model are equipped either with single-phase AC or three-phase AC motors. D 40 - 65 B models are equipped with three-phase motors. Moreover, all pumps of the B series are available also without the motor.

In the TRIVAC B, the pump unit and the motor are linked by an elastic coupling.

The TRIVAC B range is a modular system which divides into four groups:

TRIVAC 4/8 Series
TRIVAC 16/25 Series
TRIVAC 40/65 Series

Advantages to the User

- ◆ High water vapor tolerance
- ◆ Continuous operation even at 1000 mbar
- ◆ Built-in oil pump; pressure-lubricated sliding bearings
- ◆ All controls as well as the oil sight glass are located on the front face
- ◆ Either vertical or horizontal intake and exhaust ports
- ◆ Exchangeable inner body
- ◆ Anti-suckback valve controlled via the oil pressure
- ◆ Free of yellow metals
- ◆ Service-friendly
- ◆ Ideal as backing pump for medium and high vacuum applications, because of low oil backstreaming
- ◆ Highly leaktight (He_3 capable)

Typical Applications

See section "General, Applications and Accessories"

Supplied Equipment

Small flanges, centering and clamping rings. The intake flange contains a dirt trap.

A carrying handle is standard for all pumps up to the D 25 B. TRIVAC B pumps with single phase motors are delivered with main cord and main plug, ready for immediate operation.

Standard TRIVAC B pumps come with a filling of N 62 special oil (HE-200 in the U.S.), others with special oil fillings can be specified.

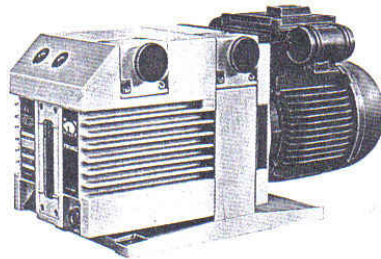
ALL PUMPS ARE SUBJECTED TO A VACUUM TEST BEFORE DELIVERY!

Custom Models

- ◆ Brake fluid
- ◆ Oils for refrigerating machines, e.g. ester oils for refrigerant circuits with R 134 a
- ◆ Pressure burst resistant (for the new refrigerants propane and isobutane)
- ◆ He_3 -tight (for cryostats)
- ◆ Special motors

TRIVAC B

TRIVAC D 16 B-DOT



The TRIVAC B-DOT pumps operate with brake fluid (DOT 4) as the sealing and lubricating agent. Therefore these pumps are equipped with EPDM seals. EPDM is highly compatible with brake fluid.

As to the D 8 B-DOT, D 25 B-DOT and D 40 B-DOT please ask us for a quotation.

Advantages to the User

- ◆ Matching exhaust filters with EPDM gaskets (AF-DOT)
- ◆ Except for the seals and the operating agent the TRIVAC B-DOT pumps are identical to the oil-sealed TRIVAC B pumps.

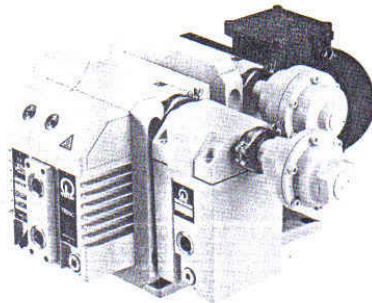
Typical Applications

- ◆ For filling of brake fluid circuits in the automotive industry

Supplied Equipment

- ◆ Oil fill screws have been screwed out and are included separately (European pumps only)
- ◆ Pump is supplied in an air-tight bag containing silica gel (European pumps only)
- ◆ The remaining quantity of brake fluid (0.7 l) is supplied separately in a bottle

TRIVAC D 16 B-Ex, Explosion Protected and Pressure Burst Resistant



Today the manufacturers of modern air-conditioning and refrigerating equipment must be capable of reliably complying with the relevant standards.

For the new flammable refrigerants propane and isobutane (R 290 and R 600a) and their mixtures, any risk of personal injury in the event of an explosion must be avoided. This is to comply with the European safety regulations for compressors and vacuum pumps EN 1012 in force since January 1, 1995.

Due to the pressure burst resistant design, such a hazard to persons or equipment can be excluded in the case of explosions.

Flame arresters on the intake and the exhaust sides prevent the propagation of an explosion to upstream or downstream parts of the system.

Advantages to the User

- ◆ Pressure burst resistant (12 bar abs. (174 psi) test pressure)

Typical Applications

- ◆ Application in the refrigerating and air-conditioning and cooling industry, for pumping of R 290 and R 600 a only.

Supplied Equipment

- ◆ Including pressure burst resistant exhaust filter AF 16-25
- ◆ Without flame arresters

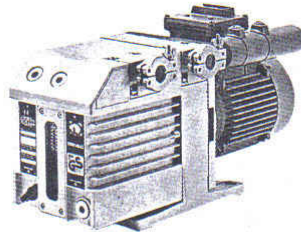
Technical Note

For approval regarding other flammable substances please ask for a quotation.

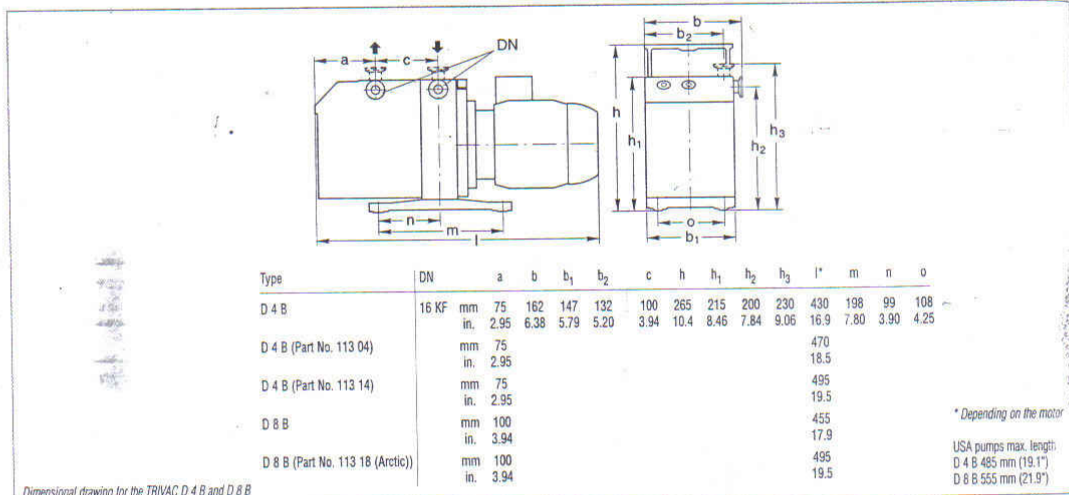
All TRIVAC D 16 B to D 65 B pumps are available with explosion protected motors.

TRIVAC B

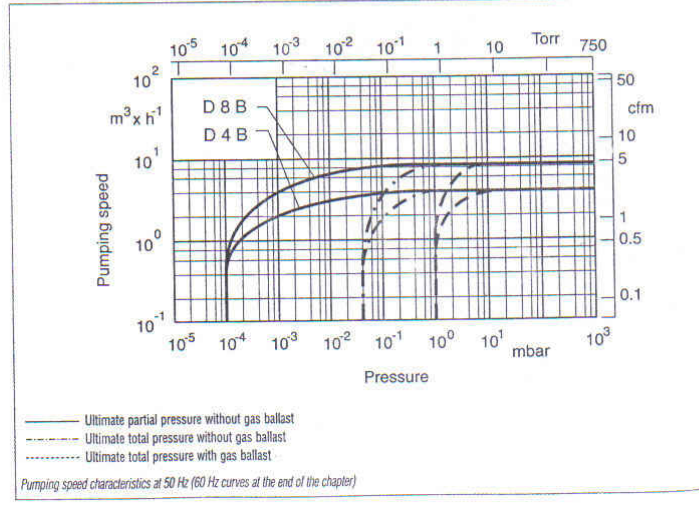
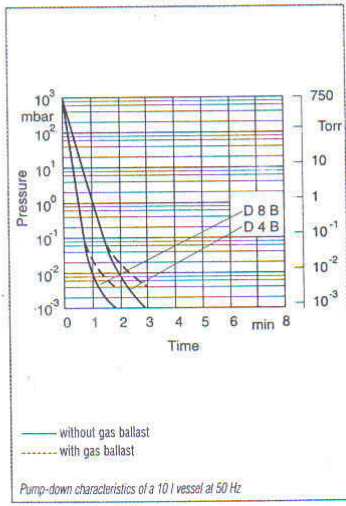
TRIVAC D 4 B and D 8 B



TRIVAC D 8 B



Dimensional drawing for the TRIVAC D 4 B and D 8 B



TRIVAC B

Technical Data	TRIVAC D 4 B		TRIVAC D 8 B		
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	4.8 (2.8)	5.8 (3.4)	9.7 (5.7)	11.6 (6.9)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	4.2 (2.5)	5 (3)	8.5 (5)	10.2 (6)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	10 ⁻⁴ (0.75 x 10 ⁻⁴)			
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 2 x 10 ⁻³ (< 1.5 x 10 ⁻³)			
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 5 x 10 ⁻³ (< 3.8 x 10 ⁻³)			
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)	30 (22.5)		25 (18.8)	
Water vapor capacity	gm/h	93		157	
Oil filling, min./max.	l (qt)	0.3 / 0.8 (.3 / .85)		0.3 / 0.9 (.3 / .95)	
Noise level * to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)	50 / 52			
Admissible ambient temperature	°C (°F)	12 - 40 (54 - 104)			
Motor rating *	W (HP)	370 (.50)			
Nominal speed	rpm	1500	1800	1500	1800
Type of protection	IP	54			
Weight*	kg (lbs)	18.7 (41.2)		21.2 (46.7)	
Connections, Intake and Exhaust	DN	16 KF			

C01

¹⁾ To DIN 28 400 and following numbers

* Weight, motor rating and noise levels for the pumps with 230 V, 50 Hz AC motor only. Any data that deviate from the above for pumps with other motors, and other motor-dependent data are given in section "Products", paragraph "Motor Dependent Data for the TRIVAC B, BCS and BCS-PFPE"

TRIVAC B

Version for the North and South American Continents

Ordering Information	TRIVAC D 4 B two-stage	TRIVAC D 8 B two-stage
TRIVAC B, with AC motor		
115 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 45-1	Part No. 912 55-1
208-230 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 45-2	Part No. 912 55-2
with 3-phase motor		
208-230/460 V, 60 Hz / 200-220/380 V, 50 Hz	Part No. 912 46-2	Part No. 912 56-2

Global Version

Ordering Information	TRIVAC D 4 B two-stage	TRIVAC D 8 B two-stage
TRIVAC B, with AC motor		
230 V, 50 Hz	Part No. 112 45	Part No. 112 55
230 V, 50/60 Hz	Part No. 113 09	Part No. 113 21
115 V, 60 Hz	Part No. 113 03	Part No. 113 13
100 V, 50 Hz / 110 V, 60 Hz	Part No. 113 04	Part No. 113 14
100 V, 50 Hz / 110 V, 60 Hz	Part No. 113 08 (Arctic oil)	Part No. 113 18 (Arctic oil)
with 3-phase motor		
230/400 V, 50 Hz / 250/440 V, 60 Hz	Part No. 112 46	Part No. 112 56
230/400 V, 50 Hz, Exe II T3	Part No. 113 06	Part No. 113 16

Accessories

FS 2-4 dust filter	Part No. 186 05
FA 2-4 fine vacuum adsorption trap	Part No. 187 05
Adsorption trap with aluminium oxide	Part No. 854 14
Activated aluminium oxide, 1.3 kg (2 l approx.)	Part No. 854 10
TK 4-8 cold trap	Part No. 188 20
AF 4-8 exhaust filter	Part No. 189 06
AR 4-8 exhaust filter with lubricant return	Part No. 189 20
AK 4-8 condensate trap	Part No. 188 06
DF 4-25 mechanical oil filter	Part No. 101 91
CF 4-25 chemical oil filter	Part No. 101 96
Connector for gas ballast inlet M 16 x 1.5 – DN 16 KF	Part No. 168 40
Oil drain tap M 16 x 1.5	Part No. 190 90

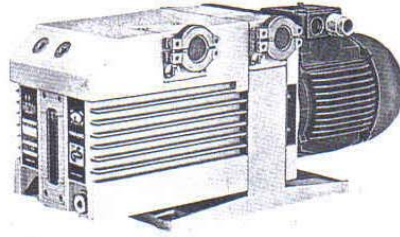
Spare parts

Inside section	Part No. 200 10 989	Part No. 200 10 991
Seal kit	Part No. 197 20	

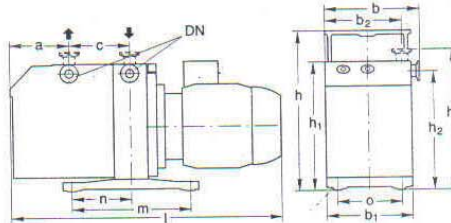
Vacuum Pumps

TRIVAC B

TRIVAC D 16 B and D 25 B



TRIVAC D 25 B



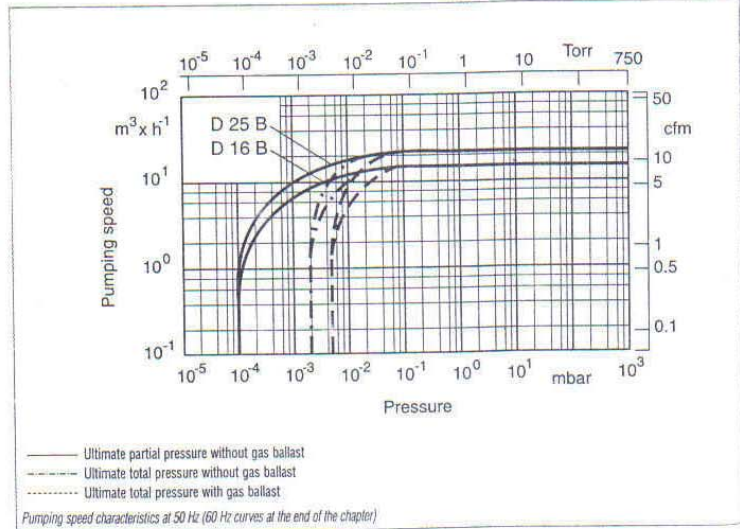
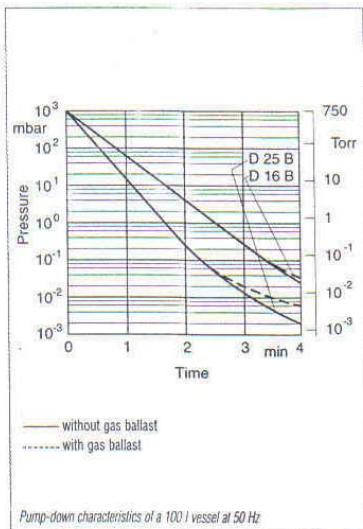
Type	DN		a	b	b ₁	b ₂	c	h	h ₁	h ₂	h ₃	l'	m	n	o
D 16 B (Part No. 112 65)	25 KF	mm	82	190**	175	150**	135	298	250	226	263	507	280	140	132
		in.	3.23	7.48**	6.89	5.91**	5.31	11.7	9.84	8.90	10.4	20	11	5.51	5.20
D 16 B (Part No. 112 66)		mm (in.)	82 (3.23)									482 (19)			
D 16 B (Part No. 113 25)		mm (in.)	82 (3.23)									578 (22.8)			
D 16 B (Part No. 113 26)		mm (in.)	82 (3.23)									559 (22)			
D 16 B (Part No. 113 27)		mm (in.)	82 (3.23)									507 (20)			
D 16 B (Part No. 113 29)		mm (in.)	82 (3.23)									559 (22)			
D 16 B (Part No. 113 31)		mm (in.)	82 (3.23)									559 (22)			
D 16 B (Part No. 113 33)		mm (in.)	82 (3.23)									482 (19)			
D 16 B (Part No. 113 34)		mm (in.)	82 (3.23)									567 (22.3)			
D 25 B		mm (in.)	142 (5.59)									568 (22.4)			

Dimensional drawing for the TRIVAC D 16 and D 25 B

** Global versions: Pumps with AC motor are 3 mm wider

* Depending on the motor

USA pumps max. length:
 D 16 B 560 mm (22")
 D 25 B 660 mm (26")



TRIVAC B

Technical Data		TRIVAC D 16 B		TRIVAC D 25 B	
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	18.9 (11.1)	22.7 (13.4)	29.5 (17.4)	35.4 (20.9)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	16.5 (9.7)	19.8 (11.7)	25.7 (15.1)	30.8 (18.2)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)		10 ⁻⁴ (0.75 x 10 ⁻⁴)		
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)		< 2 x 10 ⁻³ (1.5 x 10 ⁻³)		
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)		< 5 x 10 ⁻³ (3.8 x 10 ⁻³)		
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)		25 (18.8)		
Water vapor capacity	gm/h		305		476
Oil filling, min./max.	l (qt)		0.5 / 1.0 (0.5 / 1.1)		0.6 / 1.4 (0.6 / 1.5)
Noise level * to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)		52 / 54		
Admissible ambient temperature	°C (°F)		12 - 40 (54 - 104)		
Motor rating *	W (HP)		750 (1)		
Nominal speed	rpm	1500	1800	1500	1800
Type of protection	IP		54		
Weight*	kg (lbs)		26 (57.3)		32 (70.6)
Connections, Intake and Exhaust	DN		25 KF		

¹⁾ To DIN 28 400 and following numbers

* Weight, motor rating and noise levels for the pumps with AC motor, 50 Hz, only.

Any data that deviate from the above for pumps with other motors, and other motor-dependent data are given in section "Products", paragraph "Motor Dependent Data for the TRIVAC B, BCS and BCS-PFPE"

C01

TRIVAC B

Version for the North and South American Continents

Ordering Information	TRIVAC D 16 B two-stage	TRIVAC D 25 B two-stage
TRIVAC B,		
with AC motor		
115 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 65-1	-
208-230 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 65-2	Part No. 912 75-2
with 3-phase motor		
208-230/460 V, 60 Hz / 200-220/380 V, 50 Hz	Part No. 912 66-2	Part No. 912 76-2

Global Version

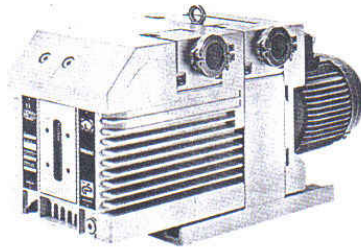
Ordering Information	TRIVAC D 16 B two-stage	TRIVAC D 25 B two-stage
TRIVAC B,		
with AC motor		
230 V, 50 Hz	Part No. 112 65	Part No. 112 75
230 V, 50/60 Hz	Part No. 113 25	Part No. 113 35
100 V, 50 Hz / 110 V, 60 Hz	-	Part No. 113 36
100 V, 50 Hz / 110 V, 60 Hz	Part No. 113 29 (Arctic oil)	Part No. 113 39 (Arctic oil)
115 V, 60 Hz	-	Part No. 113 48
115 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 65-1	-
208-230 V, 60/50 Hz, NEMA plug	Part No. 912 65-2	Part No. 912 75-2
with 3-phase motor		
230/400 V, 50 Hz / 250/440 V, 60 Hz	Part No. 112 66	Part No. 112 76
230/400 V, 50 Hz / 250/440 V, 60 Hz	Part No. 113 33 (RCFE 96 N)	-
230/400 V, 50 Hz, Exe II T3	Part No. 113 27	Part No. 113 37
200/346 V, 50 Hz / 208/360 V, 60 Hz	Part No. 113 34 (RCFE 96 N)	-
208-230/460 V, 60 Hz / 200-220/380 V, 50 Hz	Part No. 912 66-2	Part No. 912 76-2

Accessories

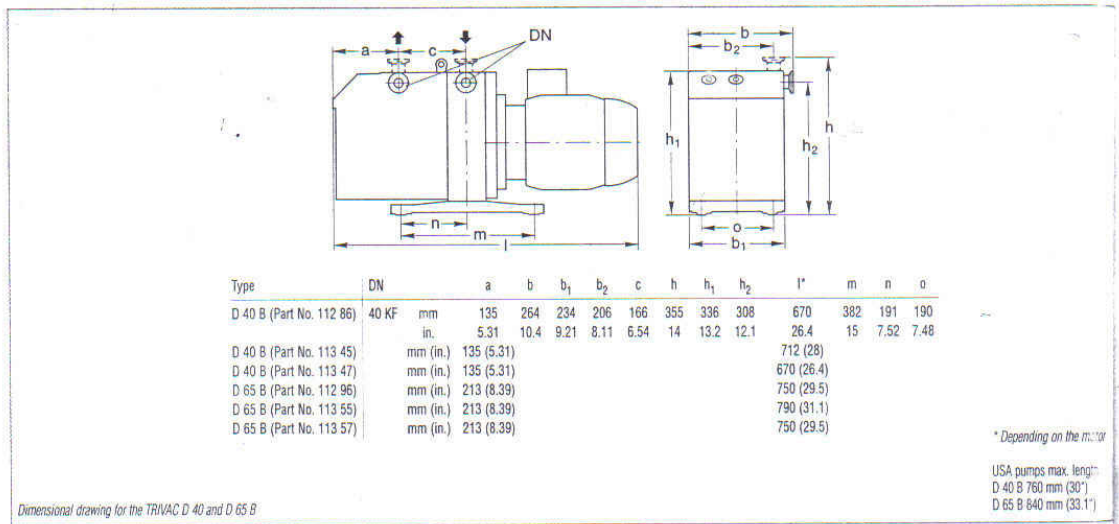
FS 8-16 dust filter	Part No. 186 10
AS 8-16 dust separator	Part No. 186 11
MF 8-16 molecular filter	Part No. 186 12
FA 8-16 fine vacuum adsorption trap	Part No. 187 10
Adsorption trap with aluminium oxide	Part No. 854 15
Activated aluminium oxide, 1.3 kg (2 l approx.)	Part No. 854 10
AF 16-25 exhaust filter	Part No. 189 11
AR 16-25 exhaust filter with lubricant return	Part No. 189 21
AK 16-25 condensate trap	Part No. 188 11
OF 4-25 mechanical oil filter	Part No. 101 91
CF 4-25 chemical oil filter	Part No. 101 96
Connector for gas ballast inlet M 16 x 1.5 - DN 16 KF	Part No. 168 40
Oil drain tap	Part No. 190 90
Spare parts	
Inside section	Part No. 200 10 956
Seal kit	Part No. 197 21
	Part No. 200 10 960

TRIVAC B

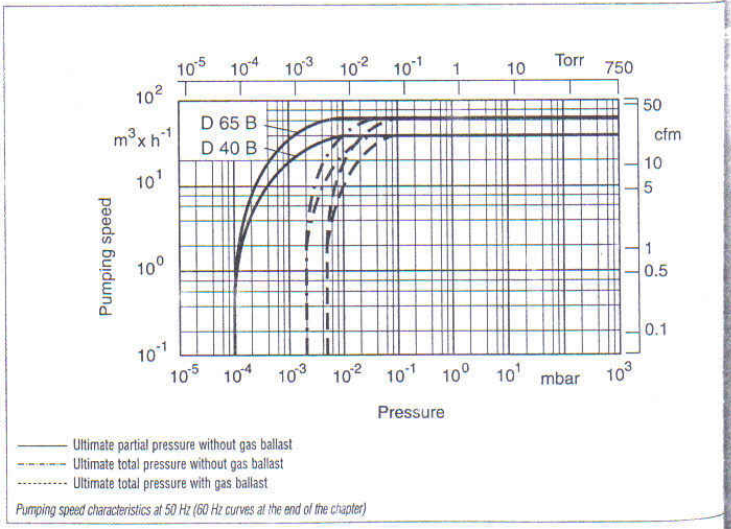
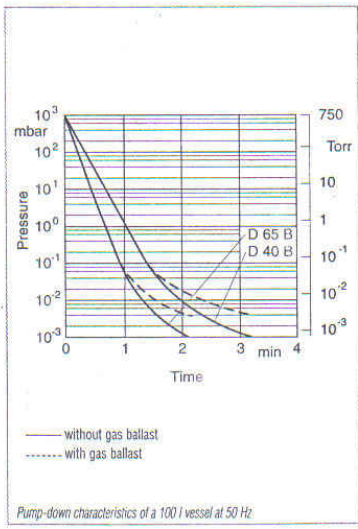
TRIVAC D 40 B and D 65 B



TRIVAC D 65 B



Dimensional drawing for the TRIVAC D 40 and D 65 B



TRIVAC B

Technical Data	TRIVAC D 40 B		TRIVAC D 65 B		
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	46 (27)	55 (32.5)	75 (44)	90 (53)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	40 (24)	48 (28)	65 (38)	78 (46)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	10 ⁻⁴ (0.75 x 10 ⁻⁴)			
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 2 x 10 ⁻³ (< 1.5 x 10 ⁻³)			
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 5 x 10 ⁻³ (< 3.8 x 10 ⁻³)			
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)	40 (30)			
Water vapor capacity	gm/h	1184		1925	
Oil filling, min./max.	l (qt)	1.7 / 2.6 (1.8 / 2.7)		2.0 / 3.3 (2.1 / 3.5)	
Noise level * to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)	57/59			
Admissible ambient temperature	°C (°F)	12 - 40 (54 - 104)			
Motor rating *	W (HP)	2200 (3)			
Nominal speed	rpm	1500	1800	1500	1800
Type of protection	IP	54			
Weight*	kg (lbs)	68 (150)		80 (177)	
Connections, Intake and Exhaust	DN	40 KF			



Version for the North and South American Continents

Ordering Information	TRIVAC D 40 B two-stage	TRIVAC D 65 B two-stage
TRIVAC B, with 3-phase motor 208-230/460 V, 60 Hz / 200-220/380 V, 50 Hz	Part No. 912 86-2	Part No. 912 96-2

Global Version

Ordering Information	TRIVAC D 40 B two-stage	TRIVAC D 65 B two-stage
TRIVAC B, with 3-phase motor 230/400 V, 50 Hz / 250/440 V, 60 Hz 230/400 V, 50 Hz, Exe II T3 208/346 V, 50 Hz / 208/360 V, 60 Hz	Part No. 112 86 Part No. 113 45 Part No. 113 47	Part No. 112 96 Part No. 113 55 Part No. 113 57

Accessories

Roots pump adaptor	Part No. 168 30
FS 30-60 dust filter	Part No. 186 15
AS 30-60 dust separator	Part No. 186 16
MF 30-60 molecular filter	Part No. 186 17
FA 30-60 fine vacuum adsorption trap	Part No. 187 15
Adsorption trap with aluminium oxide	Part No. 854 16
Activated aluminium oxide, 1.3 kg (2 l approx.)	Part No. 854 10
AF 40-65 exhaust filter	Part No. 189 16
AR 40-65 exhaust filter with lubricant return	Part No. 189 22
AK 40-65 condensate trap	Part No. 188 16
DF 40-65 mechanical oil filter	Part No. 101 92
CF 40-65 chemical oil filter	Part No. 101 97
Connector for gas ballast inlet M 16 x 1.5 - DN 16 KF	Part No. 168 40
Oil drain tap	Part No. 190 90

Spare parts

Inside section	Part No. 200 10 933	Part No. 200 10 944
Seal kit		Part No. 197 22

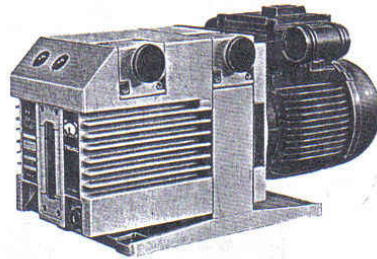
¹⁾ To DIN 28 400 and following numbers

* Weight, motor rating and noise levels for the pumps with 3-phase motor, 50 Hz, only.

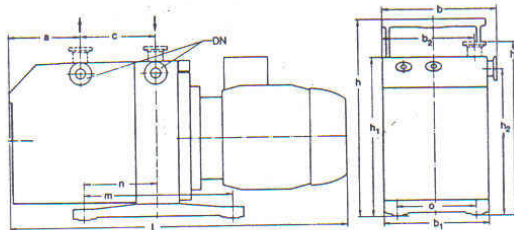
Any data that deviate from the above for pumps with other motors, and other motor-dependent data are given in section "Products", paragraph "Motor Dependent Data for the TRIVAC B, BCS and BCS-PFPE"

TRIVAC B

TRIVAC D 16 B-DOT

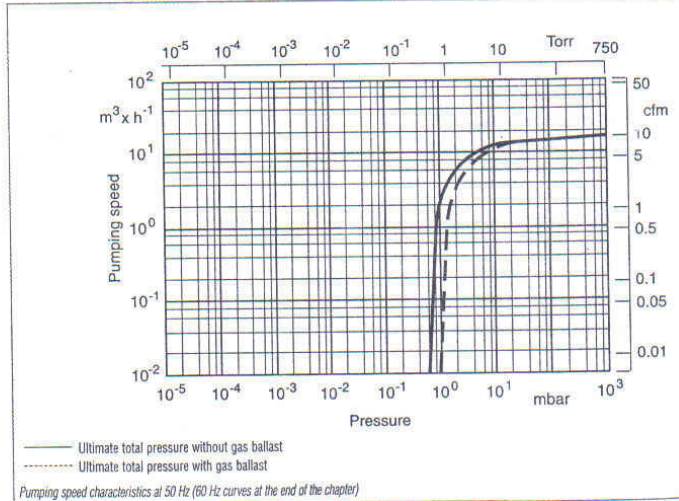
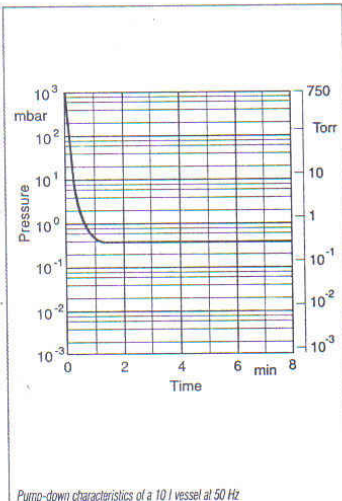


TRIVAC D 16 B-DOT



Type	DN	a	b	b ₁	b ₂	c	h	h ₁	h ₂	h ₃	l	m	n	o	
D 16 B-DOT (Part No. 114 06/10)	25 KF	mm	82	190	175	150	135	298	250	226	265	482	280	140	132
		in.	3.23	7.48	6.89	5.91	5.31	11.7	9.84	8.90	10.4	19	11	5.51	5.20

Dimensional drawing for the TRIVAC D 16 B-DOT



TRIVAC B

Technical Data		50 Hz	TRIVAC D 16 B-DOT	60 Hz
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	18.9 (11.1)		22.7 (13.4)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	16.5 (9.7)		19.8 (11.7)
Ultimate partial pressure without gas ball. ¹⁾	mbar (Torr)		-	
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)		< 6 x 10 ⁻¹ (< 4.5 x 10 ⁻¹)	
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)		< 9 x 10 ⁻¹ (< 6.75 x 10 ⁻¹)	
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)		25 (18.75)	
Water vapor capacity	gm/h		259	
Brake fluid filling, min./max.	l (qt)		0.45 / 1.0 (0.5 / 1.1)	
Noise level to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)		52 / 52	
Admissible ambient temperature	°C (°F)		12 - 40 (54 - 104)	
Motor rating	W (HP)		550 (0.75)	
Nominal speed	rpm	1500		1800
Type of protection	IP		54	
Weight	kg (lbs)		26 (57.3)	
Connections, Intake and Exhaust	DN		25 KF	



Ordering Information

Global version **TRIVAC D 16 B-DOT** North and South America version

TRIVAC B-DOT, with 3-phase motor 230/400 V, 50 Hz; 250/440 V, 60 Hz 230/400 V, 50 Hz; 250/440 V, 60 Hz	Part No. 114 06 Part No. 114 10 (with float switch)	
with 1-phase motor 115 V, 60 Hz with 3-phase motor 208-230/460 V, 60 Hz 208-220/380 V, 50 Hz		Part No. 914 62 Part No. 914 63
AF 16-25 DOT exhaust filter		Part No. 124 16
Seal kit		Part No. 200 39 059

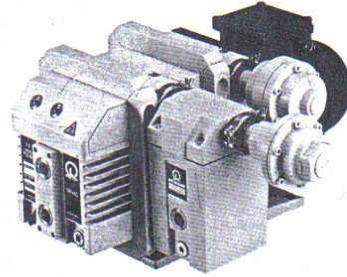
¹⁾ To DIN 28 400 and following numbers

As to the D 8 B-DOT, D 25 B-DOT and D 40 B-DOT please ask us for a quotation.

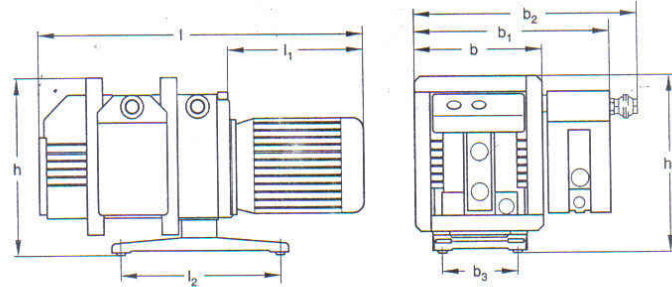
VACUUM PUMPS

TRIVAC B

TRIVAC D 16 B-Ex (Pressure Burst Resistant)

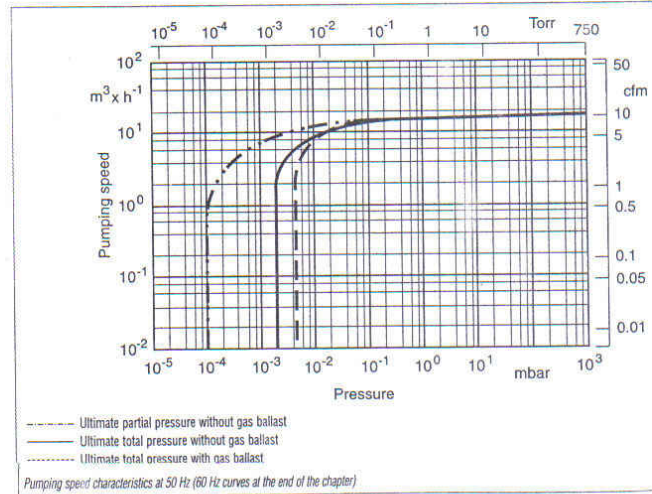
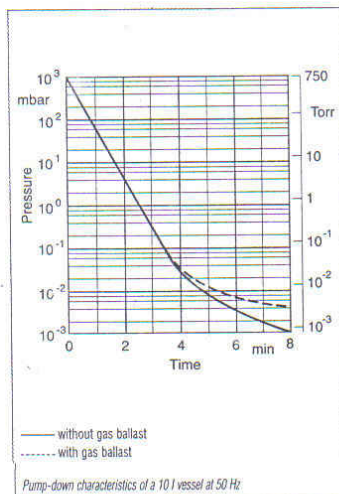


TRIVAC D 16 B-Ex



Type		b	b ₁	b ₂	b ₃	h	h ₁	l	l ₁	l ₂
D 16 B-Ex	mm	230	362	405	132	310	250	578	232	280
	in.	9.06	14.3	15.9	5.20	12.2	9.84	22.8	9.13	11

Dimensional drawing for the TRIVAC D 16 B-Ex (Pressure burst resistant)



TRIVAC B

Technical Data		TRIVAC D 16 B-Ex (pressure burst resistant)	
		50 Hz	60 Hz
Nominal pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	18.9 (11.1)	22.7 (13.4)
Pumping speed ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	16.5 (9.7)	19.8 (11.7)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	10 ⁻⁴ (0.75 x 10 ⁻⁴)	
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 2 x 10 ⁻³ (< 1.5 x 10 ⁻³)	
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 5 x 10 ⁻³ (< 3.8 x 10 ⁻³)	
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)	25 (18.75)	
Water vapor capacity	gm/h	305	
Oil filling, min./max.	l (qt)	0.45 / 1.0 (0.5 / 1.1)(N 62)	
Noise level to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)	52 / 54	
Admissible ambient temperature	°C (°F)	12 - 40 (54 - 104)	
Motor rating	W (HP)	750 (1)	
Nominal speed	rpm	1500	1800
Type of protection	IP	54	
Weight			
without flame arresters	kg (lbs)	45 (99.2)	
with flame arresters	kg (lbs)	50 (110.3)	
Connections			
without flame arresters			
intake / pressure side	Outside thread	G 3/4" / G 1"	
with flame arresters			
intake / pressure side	Inside thread	G 3/4" / G 1"	



Ordering Information

TRIVAC D 16 B-Ex (pressure burst resistant)
two-stage

TRIVAC B-Ex (for propane and butane only) ²⁾ , with explosion protected 3-phase motor (Exe II T 3) 230/400 V, 50 Hz	Part No. 113 30
Set of flame arresters ³⁾	Part No. 200 00 072
intake side Type: PROTEGO DR/SV 20 (inside thread G 3/4")	
exhaust side Type: PROTEGO RV/S 25 (inside thread G 1")	

¹⁾ To DIN 28 400 and following numbers

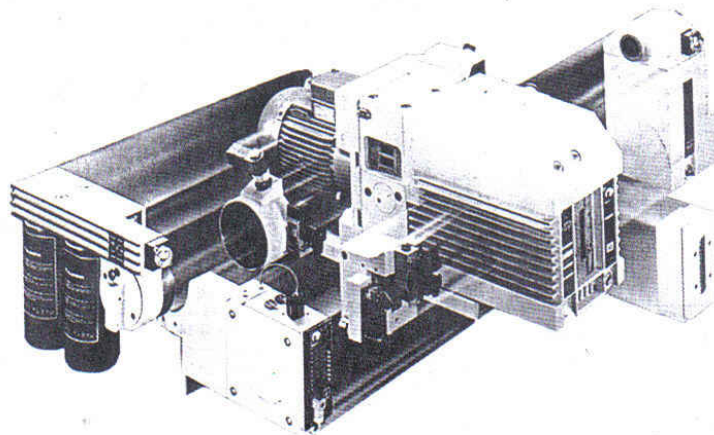
²⁾ The pump is checked at pressures up to 12 bar absolute (174 psi)

³⁾ The pumps are delivered without flame arresters. Before commissioning the pump the flame arresters **must** be fitted under all circumstances

Address where to order flame arresters: Braunschweiger Flammenfilter GmbH, Industriestraße 11, D-38110 Braunschweig, Germany

TRIVAC BCS

TRIVAC BCS, Two-Stage Rotary Vane Vacuum Pumps



TRIVAC SYSTEM

The TRIVAC BCS pumps are oil-sealed vacuum pumps operating according to the rotary vane principle. Oil which is injected into the pump chamber is used for sealing, lubrication and cooling purposes.

The pump body is assembled from individual parts without sealing components. The parts are pinned in order to ensure easy disassembly and reassembly of the parts.

The TRIVAC BCS are available with a three-phase motor. The motor is connected to the pumping section via an elastic coupling.

In addition, the TRIVAC BCS is ready for system integration (adaptable to different applications).

Advantages to the User

- ◆ Compact design
- ◆ Low noise operation with hardly any vibrations
- ◆ Built-in oil pump
- ◆ Continuous operation even at 1000 mbar (750 Torr)
- ◆ Pressure-lubricated sliding bearings
- ◆ Anti-suckback valve controlled via the oil pressure, no backstreaming of oil, independent of the operating mode with or without gas ballast
- ◆ Low backstreaming of oil within the pump
- ◆ High pumping speed down to ultimate pressure
- ◆ Either vertical or horizontal intake and exhaust ports
- ◆ All controls as well as the oil sight glass are located on the face side
- ◆ Low power consumption
- ◆ Produces very little heat
- ◆ Exchangeable inner section
- ◆ Main flow oil filters may be fitted
- ◆ Very long service life
- ◆ Modular system
- ◆ Service-friendly
- ◆ Built-in temperature switch for temperature monitoring
- ◆ Corrosion protected – the use of yellow metals has been avoided; only grey cast iron, surface treated aluminium, steel and stainless steel is used.
- ◆ Double shaft seal

Typical Applications

- ◆ In all areas of vacuum engineering
- ◆ Pumping of corrosive or aggressive media
- ◆ Production of semiconductors and in the area of chemistry
- ◆ Research and production
- ◆ Generation of rough and medium vacuum
- ◆ Backing pump in pump sets, i.e. in connection with Roots, diffusion, turbo or cryo pumps

S
 ◆
 ◆
 ◆
 B
 H
 A
 T

TRIVAC BCS

Supplied Equipment

- ◆ Small flanges
- ◆ Centering, sealing and clamping rings
- ◆ The intake port includes a dirt trap

BCS pumps are supplied with a filling of N 62 or HE-200 oil.

ALL PUMPS ARE SUBJECTED TO A VACUUM TEST BEFORE DELIVERY!

TRIVAC SYSTEM

The TRIVAC BCS and its accessories

- ◆ CFS, chemical filter with safety isolation valve
- ◆ ARS, exhaust filter with lubricant return
- ◆ IGS, inert gas system
- ◆ LSS, limit switch system and
- ◆ EIS, electrical indicator system

make up the TRIVAC SYSTEM.

TRIVAC BCS-PFPE

In many applications the use of synthetic lubricants like perfluoropolythers (PFPE) offers for superior characteristics compared to mineral oils.

Advantages of perfluoropolyther (PFPE) NC 1/14 and HE-1600:

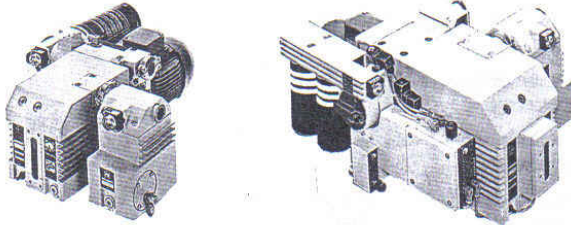
- ◆ Practically inert against all chemical and oxidising influences.
- ◆ No polymerization under the influence of high energy radiation.
- ◆ PFPE is non-flammable. Leybold NC1/14 has the approval of BAM (Federal Institute for Materials Research and Testing) for pumping of pure oxygen.
- ◆ In part significantly increased oil change intervals.
- ◆ Thermally highly stable. Thermal decomposition will only occur at temperatures over 290 °C (554 °F).

BCS-PFPE pumps have been especially prepared for operation with PFPE and are supplied without the oil filling. We recommend using our operating fluid PFPE NC 1/14 or HE-1600 and always to install a chemical oil filter CF/CFS.

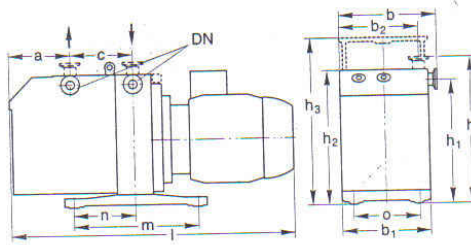
C01

TRIVAC BCS

TRIVAC D 16 BCS to D 65 BCS



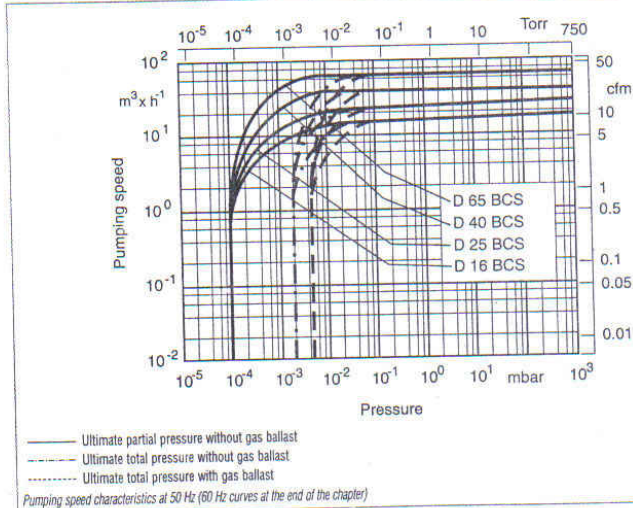
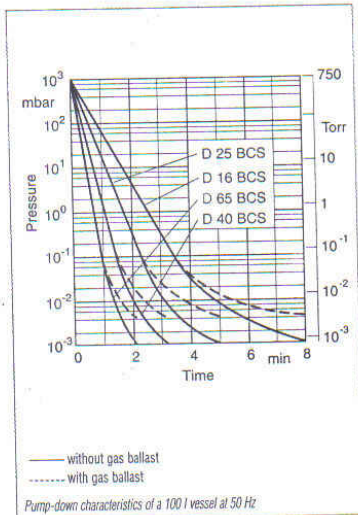
TRIVAC D 25 BCS with ARS and CFS (left) and TRIVAC D 65 BCS with CFS, ARS, IGS, LSS, EIS - TRIVAC SYSTEM (right)



Type	DN		a	b	b ₁	b ₂	c	h	h ₁	h ₂	h ₃	l*	m	n	o
D 16 BCS (Part No. 113 68 + 71)	25 KF	mm	82	190	175	150	135	263	226	250	298	482	280	140	132
		in.	3.23	7.48	6.89	5.91	5.31	10.4	8.90	9.84	11.7	19	11	5.51	5.20
D 25 BCS (Part No. 113 78 + 81)	25 KF	mm	143	190	175	150	135	263	226	250	298	567	280	140	132
		in.	5.59	7.48	6.89	5.91	5.31	10.4	8.90	9.84	11.7	22.3	11	5.51	5.20
D 40 BCS (Part No. 113 88)	40 KF	mm	135	264	234	206	166	355	308	336	-	670	382	191	190
		in.	5.31	10.4	9.21	8.11	6.54	14	12.1	13.2	-	26.4	15	7.52	7.48
D 65 BCS (Part No. 113 98)	40 KF	mm	213	264	234	206	166	355	308	336	-	750	382	191	190
		in.	8.39	10.4	9.21	8.11	6.54	14	12.1	13.2	-	29.5	15	7.52	7.48

* Depending on the motor
USA pumps max. length:
D 16 BCS 560 mm (22.1")
D 25 BCS 660 mm (26")
D 40 BCS 760 mm (30")
D 65 BCS 840 mm (33.1")

Dimensional drawing for the TRIVAC D 16 to D 65 BCS



TRIVAC BCS

Technical Data		TRIVAC D 16 BCS	TRIVAC D 25 BCS	TRIVAC D 40 BCS	TRIVAC D 65 BCS
Nominal pumping speed 50/60 Hz ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	18.9 (11.1) / 22.7 (13.4)	29.5 (17.4) / 35.4 (20.9)	46 (27) / 55 (32.5)	75 (44) / 90 (53)
Pumping speed 50/60 Hz ¹⁾	m ³ x h ⁻¹ (cfm)	16.5 (9.7) / 19.8 (11.7)	25.7 (15.1) / 30.8 (18.2)	40 (24) / 48 (28)	65 (38) / 78 (46)
Ultimate partial pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	10 ⁻⁴ (0.75 x 10 ⁻⁴)			
Ultimate total pressure without gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 2 x 10 ⁻³ (< 1.5 x 10 ⁻³)			
Ultimate total pressure with gas ballast ¹⁾	mbar (Torr)	< 5 · 10 ⁻³ (< 3.8 x 10 ⁻³)			
Water vapor tolerance ¹⁾	mbar (Torr)	25 (18.8)	25 (18.8)	40 (30)	40 (30)
Water vapor capacity	gm/h	305	476	1184	1925
Oil filling, min./max.	l (qt)	0.45 / 1.0 (0.5/1.1)	0.6 / 1.4 (0.6/1.5)	1.7 / 2.6 (1.8/2.7)	2.0 / 3.3 (2.1/3.5)
Noise level * to DIN 45 635, without/with gas ballast	dB(A)	52 / 54	52 / 54	57 / 59	57 / 59
Admissible ambient temperature	°C (°F)	12 - 40 (54 - 104)			
Motor rating *	W (HP)	750 (1)	750 (1)	1500 (2)	2200 (3)
Nominal speed 50/60 Hz	rpm	1500 / 1800			
Type of protection	IP	54			
Weight*	kg (lbs)	26 (57.3)	32 (70.6)	68 (150)	80 (176.4)
Connections, Intake and Exhaust	DN	25 KF	25 KF	40 KF	40 KF

1) To DIN 28 400 and following numbers
 * Weight, motor rating and noise levels for the pumps with 3-phase motor, 50 Hz, only.
 Any data that deviate from the above for pumps with other motors, and other motor-dependent data are given in section "Products", paragraph "Motor Dependent Data for the TRIVAC B, BCS and BCS-PFPE"



TRIVAC BCS

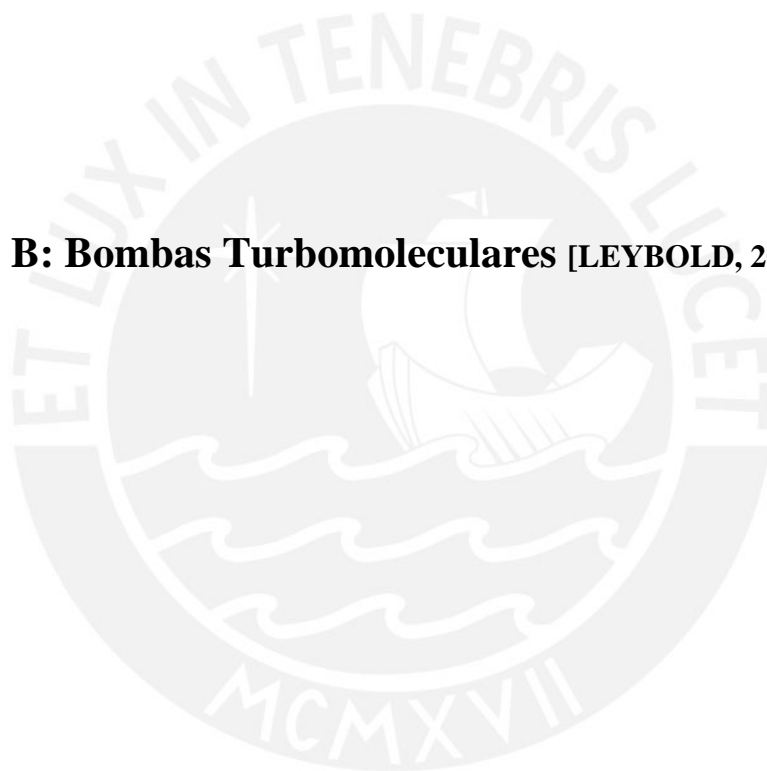
Version for the North and South American Continents

Ordering Information	TRIVAC D 16 BCS two-stage	TRIVAC D 25 BCS two-stage	TRIVAC D 40 BCS two-stage	TRIVAC D 65 BCS two-stage
TRIVAC BCS, with AC motor 115 V, 60/50 Hz, NEMA plug 200-230 V, 60 Hz, NEMA plug	Part No. 913 68-1	-	-	-
with 3-phase motor 208-230/460 V, 60 Hz / 200-220/380 V, 50 Hz	Part No. 913 68-2	Part No. 913 78-2	Part No. 913 78-3	Part No. 913 98-2

Global Version

Ordering Information	TRIVAC D 16 BCS two-stage	TRIVAC D 25 BCS two-stage	TRIVAC D 40 BCS two-stage	TRIVAC D 65 BCS two-stage
TRIVAC BCS with 3-phase motor 230/400 V, 50 Hz / 250/440 V, 60 Hz	Part No. 113 68	Part No. 113 78	Part No. 113 88	Part No. 113 98
Accessories				
Roots pump adaptor	-	-	Part No. 168 30	Part No. 168 30
Exhaust filter with lubricant return ARS 16-25 ARS 40-65	Part No. 189 56	Part No. 189 56	Part No. 189 57	Part No. 189 57
Condensate separator AK 16-25 AK 40-65	Part No. 188 11	Part No. 188 11	Part No. 188 16	Part No. 188 16
Chemical filter with safety blocking valve CFS 16-25 CFS 40-65	Part No. 101 76	Part No. 101 76	Part No. 101 77	Part No. 101 77
Inert gas system IGS 16-25 IGS 40-65	Part No. 161 76	Part No. 161 76	Part No. 161 77	Part No. 161 77
Limit switch system LSS 16-25 LSS 40-65	Part No. 161 06	Part No. 161 06	Part No. 161 07	Part No. 161 07
Electrical indicator system EIS 16-25 EIS 40-65	Part No. 160 96	Part No. 160 96	Part No. 160 97	Part No. 160 97
RIS remote indicator system, remote monitoring	Part No. 188 96			
MBS moisture barrier system	Part No. 189 67			
Spare parts				
Inside section	Part No. 200 39 762	Part No. 200 39 764	Part No. 200 39 758	Part No. 200 39 760
Seal kit	Part No. 197 41	Part No. 197 41	Part No. 197 42	Part No. 197 42

Anexo B: Bombas Turbomoleculares [LEYBOLD, 2001-2002]



Turbomolecular Pumps

General Information

LEYBOLD turbomolecular pumps produce a clean high or ultrahigh vacuum. They can be easily operated and provide excellent reliability. Pressures down to 10^{-10} mbar (0.75×10^{-10} Torr) can be reached in combination with adequately dimensioned roughing pumps.

LEYBOLD offers two product lines:

1. TURBOVAC line

Turbomolecular pumps with mechanical rotor suspension

2. TURBOVAC MAG line

Turbomolecular pumps with magnetic rotor suspension

Each product line contains "classic" turbomolecular pumps as well as compound turbomolecular pumps.

LEYBOLD is one of the world's leading manufacturer of turbomolecular pumps. Consequently, the TURBOVAC and the TURBOVAC MAG pumps are successfully used in many applications. A list of the most important ones is given in the section "Applications and Accessories".

Principle of Operation

The turbomolecular pump is a bladed turbine that compresses gases. By the momentum transfer from the rapidly rotating rotor blades to the gas molecules the non-directed thermal motion of the molecules is changed to a directed motion. Hence, the pumping process in a turbomolecular pump results from the directed motion of the gas molecules from the inlet flange to the fore-vacuum port.

In the *molecular flow range* - i.e. at pressures below 10^{-3} mbar (0.75×10^{-3} Torr) - the mean free path of the gas molecules is larger than the spacing between rotor and stator blades (typically some tenths of a millimeter). Consequently, the molecules collide primarily with the rotor blades with the result that the pumping process is highly efficient.

In the *laminar flow range* - i.e. at pressures higher than 10^{-1} mbar (0.75×10^{-1} Torr) - the situation is completely different. The action of the rotor is diminished by the frequent collisions between the molecules. Therefore, a turbomolecular pump is not capable of pumping gases against atmospheric pressure and has to be backed by an adequate fore-vacuum pump.

To create the directed motion of the gas molecules mentioned above the tips of the rotor blades have to move with supersonic velocity. Hence, a high rotational speed of the rotor is required.

In case of LEYBOLD turbomolecular pumps the rotor speeds vary from about 36,000 rpm for large rotor diameters (e.g. TURBOVAC 1000, ≈ 20 cm (7.87 in.)) to 72,000 rpm for small rotor diameters (e.g. TURBOVAC 50, ≈ 6 cm (2.36 in.)).

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002



TURBOVAC 361 turbomolecular pump with mechanical rotor suspension, without compound stage



TW 700 turbomolecular pump with mechanical rotor suspension and compound stage



MAG W 1500 CT turbomolecular pump with magnetic rotor suspension and compound stage

Key Performance Factors

Pumping speed, S, [$l \times s^{-1}$]

The pumping speed for a certain type of gas is determined by the inlet flange diameter, the rotor/stator design, the rotational speed and the molecular weight of the gas.

Maximum throughput, Q_{max} , [$mbar \times l \times s^{-1}$]

For a certain type of gas the maximum throughput is either determined

- a) by the rotor/stator design or
- b) by the „thermal limit“ of the pump.

Case a) There exists an inlet pressure range in which the compression of the turbomolecular pump declines to zero, i.e. the difference between inlet pressure and foreline pressure tends to zero. At the maximum inlet pressure p_{max} the following relations are valid

- Compression of the turbomolecular pump at $(p_{max}) = 0$
- $Q(p_{max}) = Q_{max} = p_{max} \times S(p_{max})$

Case b) With rising inlet pressure the motor power dissipation as well as the pump temperature increase. The maximum inlet pressure p_{max} and hence Q_{max} is determined by the maximum admissible temperature inside the pump.

- $Q(p_{max}) = Q_{max} = p_{max} \times S(p_{max})$

Compression ratio, k_0

For a certain type of gas the compression ratio k_0 is defined as the ratio of foreline pressure p_{fl} to inlet pressure p at zero throughput. In first approximation the dependence of k_0 on the number of pump stages z , the rotational speed f and the molecular weight of the gas M can be described by the formula:

$$\log k_0 = z \times f \times M^{1/2}$$

The compression ratio k_0 cannot be measured directly. It has to be extrapolated from the measured compression data in the limit $Q \rightarrow 0$.

In case of ultra-high vacuum applications the compression ratio for Hydrogen $k_0(H_2)$ is important to get an idea which ultimate pressure can be attained.

Ultimate pressure, p_{ult} , [mbar]

According to PNEURO standards (DIN 28400), the ultimate pressure of a turbomolecular pump is the lowest pressure achieved in a test dome, 48 hours after bake-out.

Above all, the ultimate pressure depends on the type of the fore-vacuum pump and on the type of the inlet flange seal.



C09.03

Turbomolecular Pumps

TURBOVAC Product Line

The TURBOVAC pumps are turbomolecular pumps with mechanical rotor suspension which are used in the pressure range from 10^{-1} mbar (0.75×10^{-1} Torr) to 10^{-10} mbar (0.75×10^{-10} Torr). Pumping speeds for air vary from 35 l x s^{-1} (inlet flange diameter = 40 mm (1.57 in.)) to $1,600 \text{ l x s}^{-1}$ (inlet flange diameter = 250 mm (9.84 in.)).

Due to the compact design, extremely reliable ceramic ball bearings and easy operation, this line of pumps is widely used in all areas of high and ultrahigh vacuum applications. In particular the TURBOVAC pumps are very successfully operated in mass spectroscopy applications, gas and liquid chromatographic analysis, CD, DVD and hard disk production, manufacturing of large-surface optical layers, and non-corrosive semiconductor fabrication processes.

The most important advantages of the TURBOVAC product line are

- ◆ Oil-free pumps for the generation of clean high- and ultra-high-vacuum conditions
- ◆ Highly performance in any orientation
- ◆ Highly degree of operating reliability
- ◆ Easy to operate
- ◆ Compact design

Ceramic Ball Bearings Technology

All TURBOVAC pumps are fitted with ceramic ball bearings, i.e. ceramic balls are running in steel races. The bearings are lubricated for life by grease.

Ceramic balls are lighter, harder and smoother than balls made of steel. Therefore, with ceramic balls the wear on the races is significantly reduced. Consequently, the lifetime of the bearings, and hence the lifetime of the pump, is increased. The TURBOVAC pumps fitted with grease-lubricated ceramic ball bearings can be mounted in any orientation. As the ball bearing is encapsulated, the grease cannot enter the high-vacuum space, even if the pump is mounted up-side-down.

Components supplied with the Turbomolecular Pumps

High-vacuum Flange:

KF and ISO models

- ◆ Centering ring with FPM O-ring

ANSI Models:

- ◆ FPM O-ring for the groove in the flange

CF Models:

- ◆ Without gaskets *)

Fore-vacuum Part:

- ◆ Centering rings, O-rings and clamps for all KF type fore-vacuum flanges are included.

Purge / vent ports are blanked-off

*) For CF gaskets, see Product Section C15

TURBOVAC MAG Product Line

The TURBOVAC MAG pumps are turbomolecular pumps with magnetic rotor suspension which are used in the pressure range from 10^{-1} mbar (0.75×10^{-1} Torr) to 10^{-10} mbar (0.75×10^{-10} Torr). Pumping speeds for air vary from 300 l x s^{-1} (inlet flange diameter = 100 mm (3.94 in.)) to $2,000 \text{ l x s}^{-1}$ (inlet flange diameter = 250 mm (9.84 in.)).

The TURBOVAC MAG pumps are particularly most useful for semiconductor manufacturing processes, such as etching, CVD, PVD and ion implantation, i.e. applications in which corrosive gases have to be pumped. Electron beam microscopy is another major area of application of these pumps.

The most important advantages of the TURBOVAC MAG product line are

- ◆ Hydrocarbon-free pumps for the generation of clean high- and ultra-high-vacuum conditions
- ◆ High performance in any orientation
- ◆ High degree of operating reliability
- ◆ Extremely low vibration
- ◆ Corrosive gases can be pumped

Magnetic Bearings Technology

The world-wide success of the TURBOVAC MAG product line results from more than 25 years of experience in developing and manufacturing turbomolecular pumps with magnetic rotor suspension.

In 1976 LEYBOLD started the market introduction of the famous TURBOVAC 560 M. This pump was the first magnetically levitated turbomolecular pump which became commercially available. Nowadays LEYBOLD uses two design principles for the magnetic rotor suspension:

1. One axis with active bearing

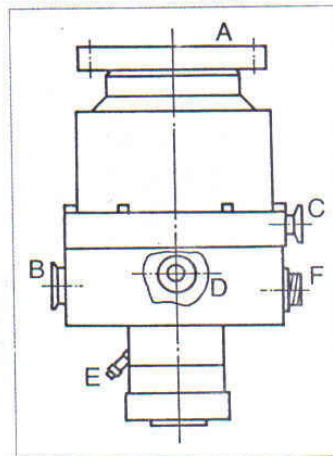
The rotor is suspended by permanent magnets. In addition, the axial position of the rotor is controlled electromagnetically. The TURBOVAC 340 M, MAG 400 and MAG 1000 pumps are fitted with such a type of rotor suspension.

2. Five axes with active bearings

The rotor position is actively controlled by electromagnets in all five degrees of freedom. The TURBOVAC MAG 1500 as well as the MAG 2000 pumps are fitted with such a type of rotor suspension.

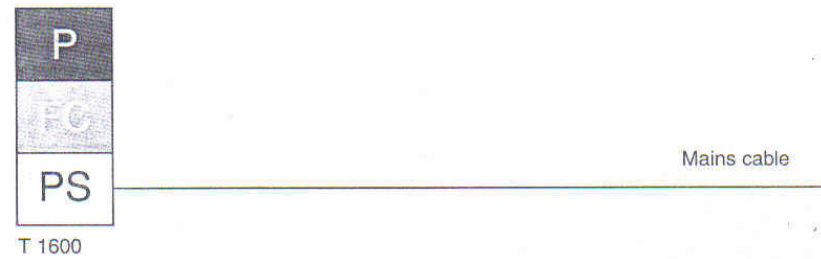
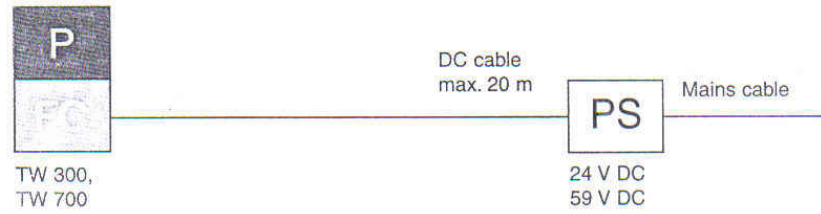
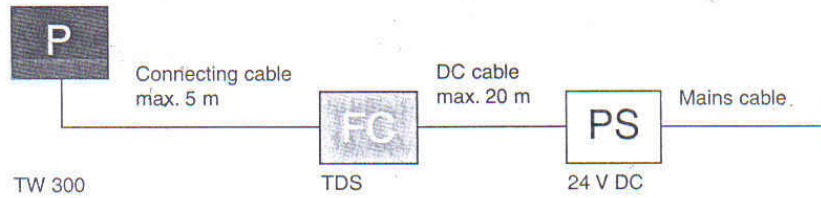
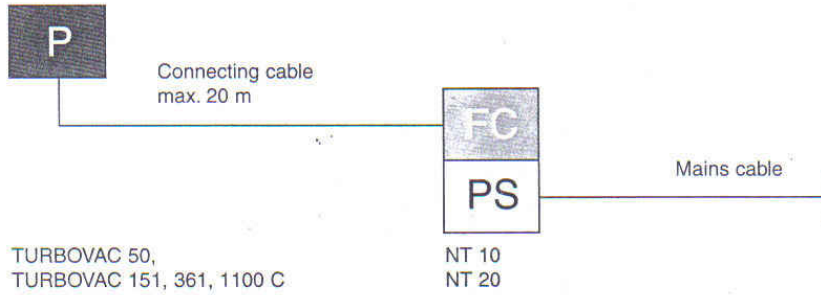
Flange Designations used in this Product Section

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| A High vacuum flange | E Water cooling connection |
| B Forevacuum flange | F Electrical connection |
| C Venting flange | |
| D Purge gas flange | |



Turbomolecular Pumps

Pump / Converter Configurations for TURBOVAC Product Line



P = Pump
FC = Frequency Converter
PS = Power Supply



Turbomolecular Pumps

Applications

Use of Turbomolecular Pumps in Analytical Instruments

All modern analytical methods for gas, liquid and plasma analysis – like for example GC-MS, LC-MS and ICP-MS – rely on mass spectrometers and for this reason require adequate high-vacuum conditions. Also in electron microscopes and many surface analysis instruments the production of a high-vacuum is essential.

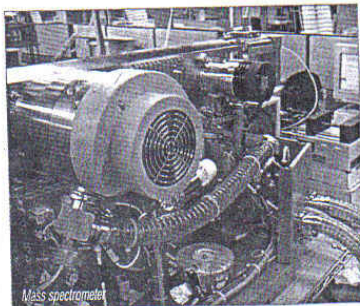
In over 90 % of all high-vacuum applications, the turbomolecular pump has been found to be ideal. Thanks to the hydrocarbon-free vacuum, most simple operation, compact design and almost maintenance-free operation it has in many cases displaced above all the diffusion pump.

On the basis of decades of experience and in cooperation with research facilities and the manufacturers of analytical instruments, LEYBOLD Vacuum has continually optimised its products.

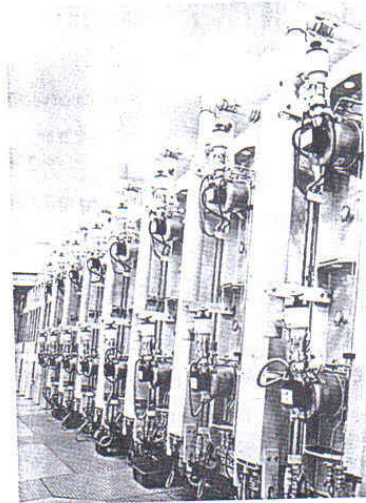
The new TURBOVAC wide range series is a further innovative step forward making available products which are most flexible and reliable.

- Owing to the modular concept the user may
- ◆ adapt his vacuum system precisely to his requirements
 - ◆ perfectly integrate the components within his system and
 - ◆ find the most cost-effective system configuration for his needs.

In combination with backing pumps like the TRIVAC or EcoDRY, LEYBOLD Vacuum is able to offer the best vacuum system optimised for all major applications in the area of analytical instrumentation.



CO9.06



High performance glass coating plant

Use of Turbomolecular Pumps in the Area of Semiconductor Processes

In the semiconductor industry turbomolecular pumps are used on the following processes, among others:

- ◆ Etching
- ◆ Sputtering
- ◆ Ion implantation
- ◆ Lithography.

In these applications pumping of aggressive gases is often required. This may necessitate the use of pumps equipped with a purge gas facility or a magnetic suspension in order to avoid damaged bearings. Especially during metal etching, deposits may occur in the fore-vacuum space of the turbomolecular pump. In order to prevent this the pumps must be heated to a certain temperature. Such temperature controlled variants are optionally available for the MAG 1500 C and MAG 2000 C. In contrast to turbomolecular pumps with mechanical bearings, magnetically levitated pumps provide the advantage that they prevent overheating of the bearings at high gas flows and effectively exclude any damage to the magnetic bearings by aggressive media.

Similar to electron microscopes, lithographic equipment requires very low vibration levels. For this reason, magnetically levitated turbomolecular pumps are also useful for these applications.

The recommended backing pumps are either dry compressing DURADRY pumps or rotary vane pumps from the TRIVAC range, possibly fitted with the BCS system.

Use of Turbomolecular Pumps in the Area of Coating Systems

Coating of optical and magnetic storage media, optical components as well as architectural glass requires high-vacuum conditions. This is the only way to ensure that the formed layers will be uniform and adhere to the substrate.

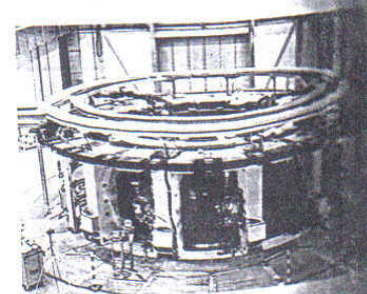
The way in which the vacuum is generated has a significant impact on the quality of the coating. By pumping the vacuum chamber down to pressures in the range of 10^{-3} mbar (0.75×10^{-6} Torr) interfering gas and water molecules are removed from the processing chamber. In the case of sputtering the coating process is run in the pressure range between 10^{-3} and 10^{-2} mbar (0.75×10^{-3} and 0.75×10^{-2} Torr), and in the case of evaporation coating, pressures below 10^{-4} mbar (0.75×10^{-4} Torr) are utilised.

The turbomolecular pump meets all requirements of the customers as to a hydrocarbon-free vacuum, very simple operation, compact design and almost maintenance-free operation in an almost ideal manner. The range of pumps from LEYBOLD includes pumps with flange diameters ranging from 40 mm to 250 mm (1.57 in. to 9.84 in.) nominal width. Thus the right pump is available for each application, be it coating of data memories (CD, DVD, hard discs), coating of tools and coating of precision lenses in the area of optical components, displays or architectural glass.

Research and Development

In the area of research, all types of turbomolecular pumps from LEYBOLD are being used.

In the case of particularly stringent requirements as such low vibration levels, a TURBOVAC with magnetic bearings should be selected; the same applies to those applications in which entirely hydrocarbon-free pump systems are required.



Nuclear fusion reactor

Applications and Accessories

Pumps	50	151, 151 C	351, 351 C	1100 C	T 1500	HY.CONE 80	TW 500	TW 700	340 M	MAG 400 C/CCT	MAG 1500 C/CCT	MAG W 1500 C/CCT	MAG 2000 C/CCT	MAG W 2000 C/CCT
Applications														
Analytical Instruments														
Leak detectors		♦	♦	♦										
Mass spectrometers		♦	♦	♦										
Gas chromatography (GC-MS)		♦	♦	♦										
Liquid chromatography (LC-MS)		♦	♦	♦										
Quadrupol time of flight (Q-TOF)														
Matrix assisted laser desorption time of flight (MALDI-TOF)														
Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)														
Electron beam microscopy														
Coating														
Data storage / optical														
Data storage / magnetic														
Flat panel displays														
Optical coating														
Large area coating														
Decorative coating														
Metallization														
Wear protection														
Metallurgy														
TV tube manufacturing														
R & D (Research and Development)														
Surface analysis														
UHV / XHV systems														
Particle accelerators														
Fusion experiments														
Space simulation														
Semiconductor Processes														
Load locks and transfer chambers														
Etch														
CVD														
PVD														
Ion implantation														
Accessories														
Frequency converters														
NT 10	C09.27	♦												
NT 20	C09.27		♦	♦	♦									
CONE.TROL 200	C09.27													
TURBO.DRIVE S	C09.28													
OEM power supply	C09.29													
NT 340 M	C09.42													
NT 340 MA	C09.43													
MAG.DRIVE ^{digital}	C09.44													
MAG.DRIVE 2000	C09.45													
Vibration absorber	C09.46	♦	♦	♦	♦	♦								
Air cooling unit	C09.46	♦	♦	♦	♦	♦								
Flange heater	C09.46	♦	♦	♦										
Power failure and venting valve for HY.CONE	C09.46													
Fine filter	C09.46	♦												
Venting valve	C09.47	♦	♦	♦	♦	♦								
Power failure venting valves	C09.47	♦	♦	♦	♦	♦								
Purge gas and venting valve	C09.47	♦	♦	♦	♦	♦								
Water cooling	-	♦												



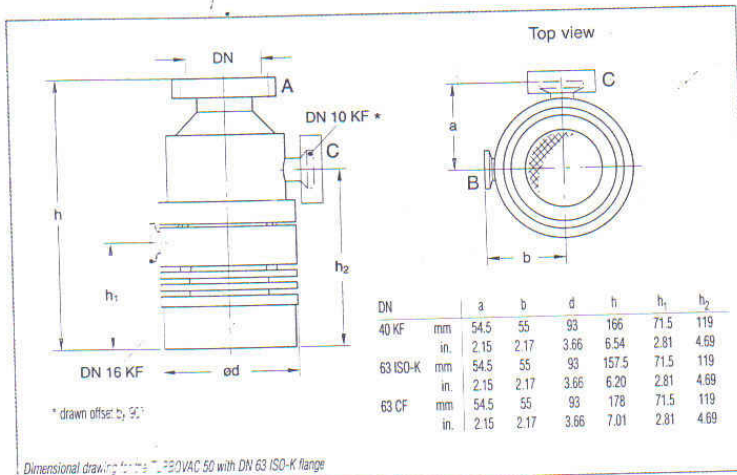
TURBOVAC 50 without Compound Stage

TURBOVAC 50



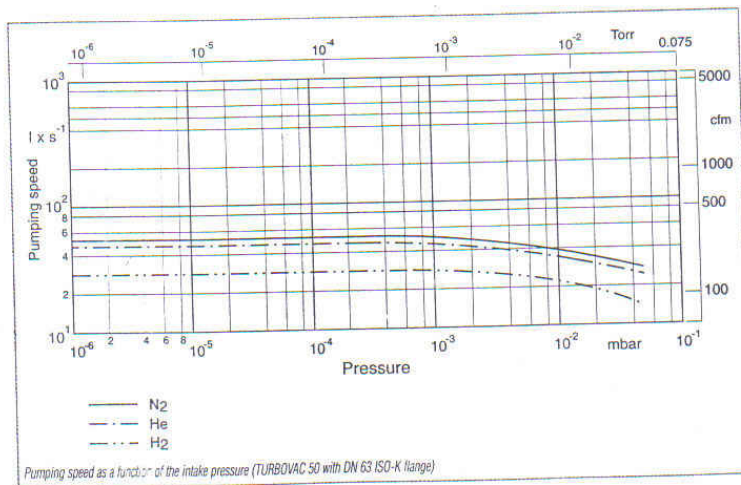
Typical Applications

- ◆ Leak detectors
- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Electron beam microscopy
- ◆ TV tube manufacturing
- ◆ Load locks and transfer chambers



Technical Features

- ◆ Compact design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Cooling by convection is sufficient for most applications
- ◆ Air and water cooling can be retrofitted easily
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation also in processes loaded with particles

C09.08

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 200

without Compound Stage

Technical Data

TURBOVAC 50

Inlet flange	DN	40 KF	63 ISO-K • 63 CF
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹	33	55
He	l x s ⁻¹	36	48
H ₂	l x s ⁻¹	28	30
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹	1.4	1.5
He	mbar x l x s ⁻¹	0.65	0.7
H ₂	mbar x l x s ⁻¹	0.2	0.25
Compression ratio			
N ₂			2 x 10 ⁷
He			5 x 10 ²
H ₂			1 x 10 ²
Ultimate pressure	mbar (Torr)	< 8 x 10 ⁻⁹ / < 1 x 10 ⁻⁹ (6 x 10 ⁻⁹ / < 1 x 10 ⁻⁹)	
Max. continuous inlet pressure *1	mbar (Torr)	5 x 10 ⁻² (4 x 10 ⁻²)	
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)	5 x 10 ⁻¹ (4 x 10 ⁻¹)	
Recommended fore-vacuum pump		TRIVAC 2,5 E	
Run-up time to 95% speed	min	≈ 2	
Cooling water connections, hose nozzle (for P/N 854 08)	mm (in.)	10 (0.39)	
Weight, approx.	kg (lbs)	2 (4.4)	
Max. power consumption / at ultimate pressure	W	45 / 15	



Ordering Information

TURBOVAC 50

Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Interface	Part No.
DN 40 KF	DN 16 KF	Convection	-	854 00
DN 63 ISO-K	DN 16 KF	Convection	-	854 01
DN 63 CF	DN 16 KF	Convection	-	854 02

Accessories, optional

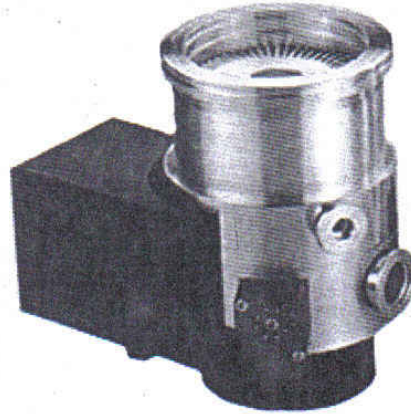
Air cooling unit		
230 V AC		854 05
110 V AC		854 06
Water cooling kit		854 08
Flange heater 63 CF		
230 V AC		854 04
110 V AC		854 07

Accessories, for all pumps

Electronic frequency converter NT 10		
90 - 140 V		859 01
180 - 260 V		859 00
Connecting cable NT 10-pump		
3 m (10.5 ft)		121 08
5 m (17.5 ft)		121 09
water-cooled		

Turbomolecular Pump Mechanical Ratio Structure without Compound Stage

TURBOVAC 151, 151 C

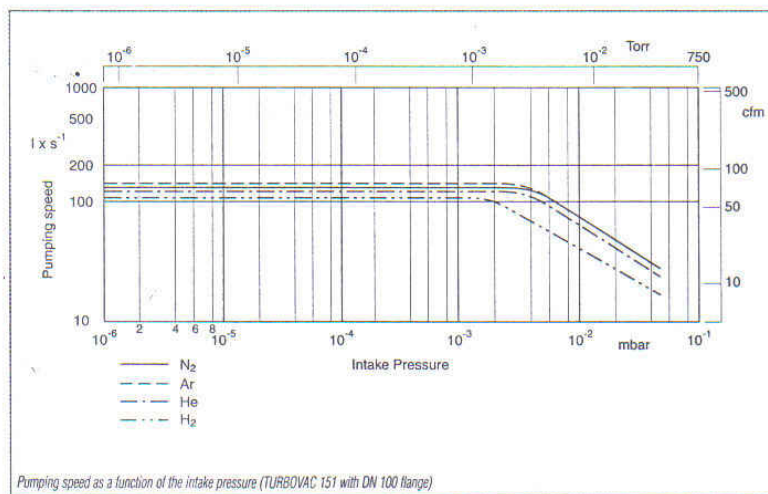
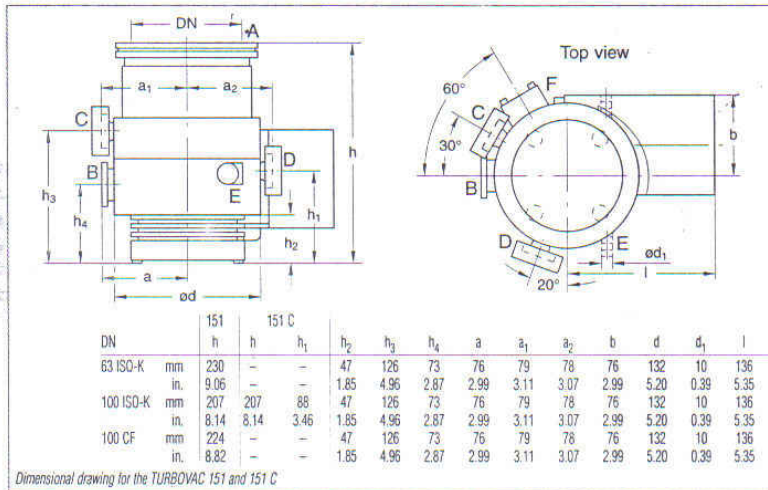


Typical Applications

- ◆ Leak detectors
- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Data storage
- ◆ Optical coating
- ◆ R & D, e.g.
 - UHV systems
 - Particle accelerators
- ◆ Load locks and transfer chambers

Technical Features

- ◆ Compact design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation also in processes loaded with particles

without Compound Stage

Technical Data		TURBOVAC 151	
Inlet flange	DN	100 ISO-K	100 CF
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹		145
Ar	l x s ⁻¹		150
He	l x s ⁻¹		135
H ₂	l x s ⁻¹		115
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹		3
Ar	mbar x l x s ⁻¹		3
H ₂	mbar x l x s ⁻¹		1.7
Compression ratio			
N ₂			1 x 10 ⁹
He			2 x 10 ⁴
H ₂			8 x 10 ²
Ultimate pressure	mbar (Torr)		< 1 x 10 ⁻¹⁰ (< 1 x 10 ⁻¹⁰)
Max. continuous inlet pressure ¹⁾	mbar (Torr)		5 x 10 ⁻² (4 x 10 ⁻²)
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)		5 x 10 ⁻¹ (4 x 10 ⁻¹)
Recommended fore-vacuum pump			From TRIVAC D 4 B to D 16 B
Run-up time to 95% speed	min		~ 2
Purge / vent port	DN		10 KF
Cooling water connections, hose nozzle	mm (in.)		10 (5/32)
Weight, approx.	kg (lbs)		8 (17)
Max. power consumption / at ultimate pressure	VA		580 / 430

Ordering Information				TURBOVAC 151	
Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Item	Part No.	
DN 100 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 151	856 31	
DN 100 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 151 C	856 35 ¹⁾	
DN 100 CF	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 151	856 32	
Accessories, optional					
Air cooling unit					
230 V AC				855 31	
110 V AC				894 08	
Flange heater 100 CF					
230 V AC				854 27	
110 V AC				854 28	
Accessories, for all pumps					
Electronic frequency converter NT 20					
230 V AC				857 20	
120 V AC				857 21	
100 V AC				857 22	
Connecting cable NT 20-pump					
3 m (10.5 ft)				857 65	
5 m (17.5 ft)				857 66	
10 m (35.0 ft)				857 67	
20 m (70.0 ft)				857 68	

¹⁾ water-cooled with purge port



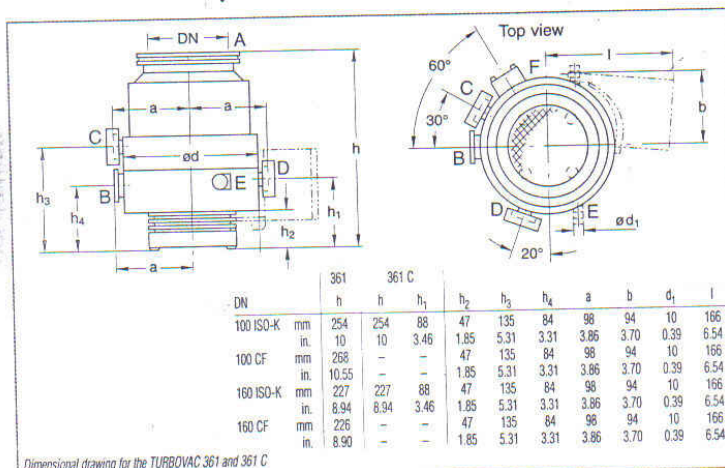
TURBOVAC 361, 361 C without Compound Stage

TURBOVAC 361, 361 C



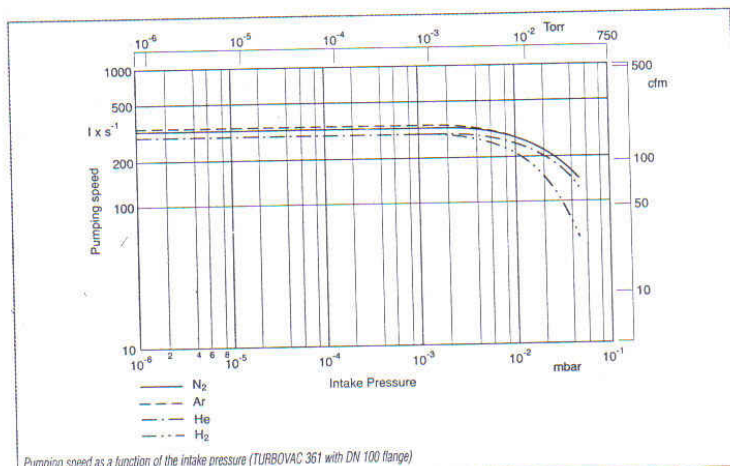
Typical Applications

- ◆ Leak detectors
- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Data storage
- ◆ Optical coating
- ◆ R & D, e.g.
 - UHV systems
 - Particle accelerators
- ◆ Load locks and transfer chambers



Technical Features

- ◆ Compact design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation also in processes loaded with particles

without Compound Stage

Technical Data

TURBOVAC 361

Inlet flange	DN	100 ISO-K • 100 CF	160 ISO-K • 160 CF
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹	345	400
Ar	l x s ⁻¹	350	-
He	l x s ⁻¹	340	380
H ₂	l x s ⁻¹	340	370
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹	7.5	-
Ar	mbar x l x s ⁻¹	7.5	-
Compression ratio			
N ₂			1 x 10 ⁹
He			6 x 10 ⁴
H ₂			3 x 10 ³
Ultimate pressure	mbar (Torr)	< 1 x 10 ⁻¹⁰ (< 0.75 x 10 ⁻¹⁰)	
Max. continuous inlet pressure *)	mbar (Torr)	5 x 10 ⁻² (3.75 x 10 ⁻²)	
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)	5 x 10 ⁻¹ (3.75 x 10 ⁻¹)	
Recommended fore-vacuum pump		From TRIVAC D 16 B to D 25 B	
Run-up time to 95% speed	min	= 2	
Purge / vent port	DN	10 KF	
Cooling water connections, hose nozzle	mm (in.)	10 (0.39)	
Weight, approx.	kg (lbs)	12 (26)	
Max. power consumption / at ultimate pressure	VA	680 / 480	

Ordering Information

TURBOVAC 361

Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Item	Part No.
DN 100 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361	856 70
DN 100 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361 C	856 75 ¹⁾
DN 100 CF	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361	856 71
DN 160 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361	856 72
DN 160 ISO-K	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361 C	856 77 ¹⁾
DN 160 CF	DN 25 KF	Water-cooled	TURBOVAC 361	856 73

Accessories, optional

Air cooling unit		
230 V AC		855 31
110 V AC		894 08
Flange heater 100 CF		
230 V AC		854 27
110 V AC		854 28
Flange heater 160 CF		
230 V AC		854 37
110 V AC		854 38

Accessories, for all pumps

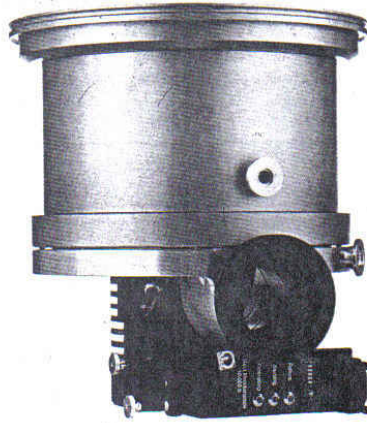
Electronic frequency converter NT 20		
230 V AC		857 20
120 V AC		857 21
100 V AC		857 22
Connecting cable NT 20-pump		
3 m (10.5 ft)		857 65
5 m (17.5 ft)		857 66
10 m (35.0 ft)		857 67
20 m (70.0 ft)		857 68

*) water-cooled

1) with purge port

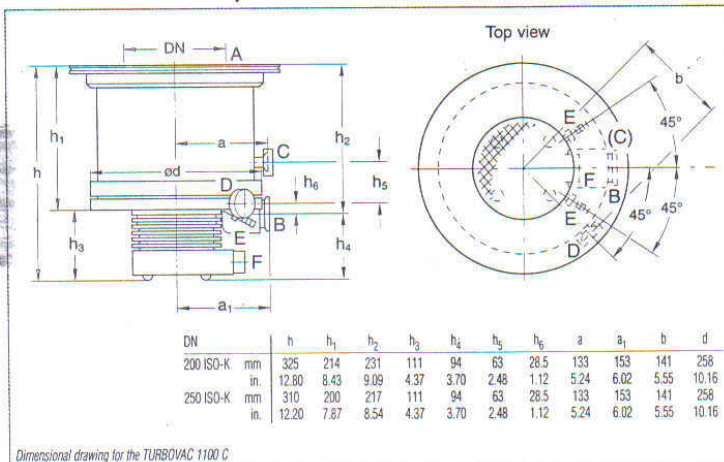
High-Performance Pumping Unit (Balanced Rotor) - suspension without Compound Stage

TURBOVAC 1100 C



Typical Applications

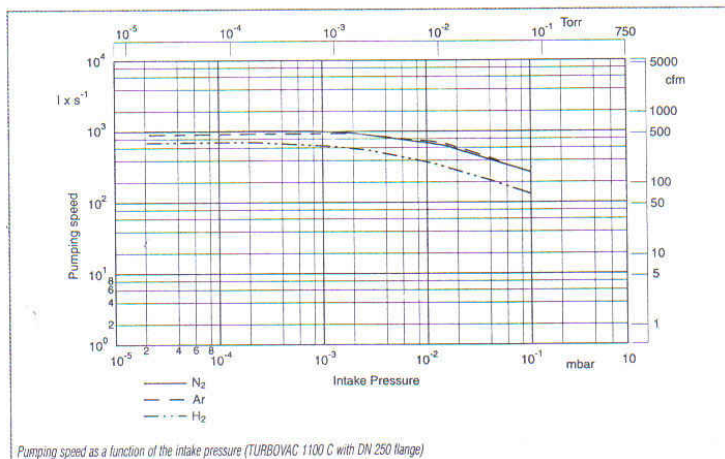
- ◆ Data storage
- ◆ Flat panel displays
- ◆ Optical coating
- ◆ Large area coating
- ◆ R & D, e.g.
 - Fusion experiments
 - Space simulation
- ◆ Load locks and transfer chambers



Dimensional drawing for the TURBOVAC 1100 C

Technical Features

- ◆ Robust rotor design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Highest pumping speed and throughput
- ◆ Integrated control system for monitoring the temperature of the bearings
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ High productivity
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation also in processes loaded with particles

without Compound Stage

Technical Data

TURBOVAC 1100 C

Inlet flange	DN	200 ISO-K	250 ISO-K
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹	830	1050
Ar	l x s ⁻¹	760	980
He	l x s ⁻¹	750	850
H ₂	l x s ⁻¹	600	630
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹		25
Ar	mbar x l x s ⁻¹		15
He	mbar x l x s ⁻¹		25
H ₂	mbar x l x s ⁻¹		30
Compression ratio			
N ₂			1 x 10 ⁵
Ar			1 x 10 ⁵
H ₂			1 x 10 ⁴
Ultimate pressure	mbar (Torr)	< 3 x 10 ⁻¹⁰ (< 2.2 x 10 ⁻¹⁰)	
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)	0.1 (0.075)	
Recommended fore-vacuum pump	TRIVAC D 65 B / EcoDry M 15		
Run-up time to 95% speed	min	9	
Purge / vent port	DN	10 KF	
Cooling water connections, hose nipple	mm (in.)	10 (0.39)	
Weight, approx.	kg (lbs)	22 (48)	
Supply voltage	V AC	42	
Max. power consumption	VA	400	

Ordering Information

TURBOVAC 1100 C

Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Interface	Part No.
DN 200 ISO-K	DN 63 ISO-K	Water-cooled	-	894 83
DN 250 ISO-K	DN 63 ISO-K	Water-cooled	-	894 80

Accessories, for all pumps

Electronic frequency converter NT 20				
230 V AC				857 20
120 V AC				857 21
Connecting cable NT 20-pump				
3 m (10.5 ft)				857 65
5 m (17.5 ft)				857 66
10 m (35.0 ft)				857 67
20 m (70.0 ft)				857 68
Purge / vent valve				
24 V DC, 0.6 mbar x l x s ⁻¹ = 36 sccm				121 33

Note for the North and South American Continents:
For special application we recommend the TURBOVAC 1000 C. Please contact your sale office

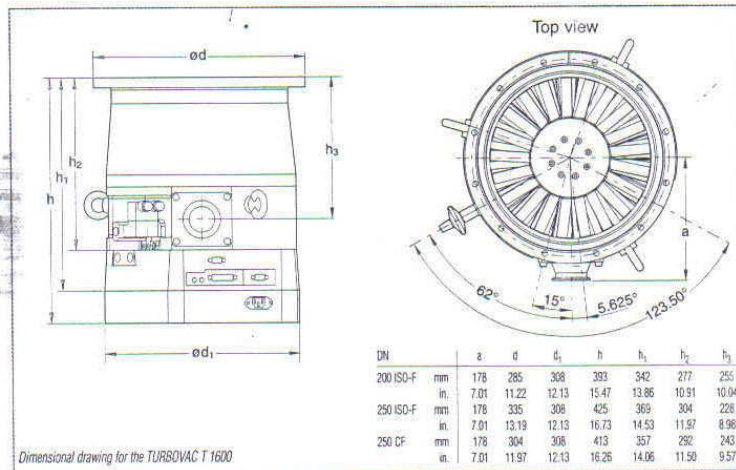
without Compound Stage

TURBOVAC T 1600



Typical Applications

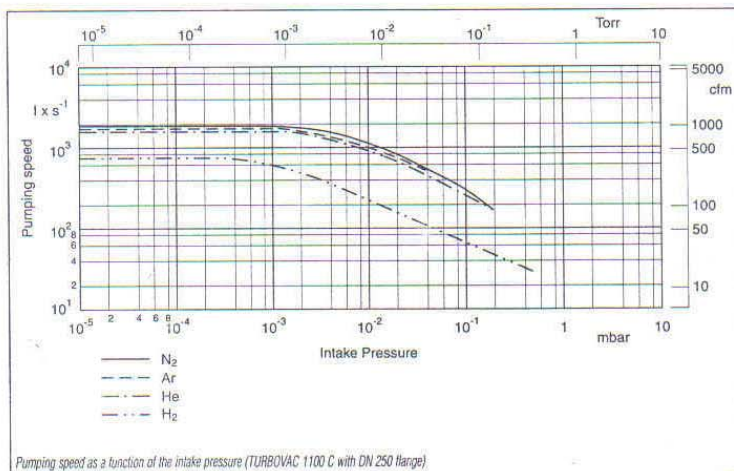
- ◆ Data storage
- ◆ Flat panel displays
- ◆ Optical coating
- ◆ Large area coating
- ◆ R & D, e.g.
 - Fusion experiments
 - Space simulation



Dimensional drawing for the TURBOVAC T 1600

Technical Features

- ◆ Frequency converter and power supply integrated
- ◆ Robust rotor design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Highest pumping speed and throughput
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions
- ◆ Purge gas and venting valve integrated



Pumping speed as a function of the intake pressure (TURBOVAC 1100 C with DN 250 flange)

Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ High productivity
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation also in processes loaded with particles

C09.16

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

without Compound Stage

Technical Data

TURBOVAC T 1600

Inlet flange	DN	200 ISO-F	250 ISO-F / 250 CF
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹	1100	1550
Ar	l x s ⁻¹	960	1410
He	l x s ⁻¹	1150	1300
H ₂	l x s ⁻¹	690	720
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹		30
Ar	mbar x l x s ⁻¹		20
He	mbar x l x s ⁻¹		30
H ₂	mbar x l x s ⁻¹		20
Compression ratio			
N ₂			5 x 10 ⁵
Ar			1 x 10 ⁶
He			1 x 10 ⁴
H ₂			2 x 10 ²
Ultimate pressure	mbar (Torr)	< 3 x 10 ⁻¹⁰ (< 2.2 x 10 ⁻¹⁰)	
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)	0.5 (0.375)	
Recommended fore-vacuum pump (alternatively)		TRIVAC D 65 B + RUVAC WA 501 TRIVAC D 65 B EcoDry M	
Run-up time to 95% speed	min	< 10	
Purge / vent port (valve integrated)	DN	G 1/4"	
Cooling water connections	DN	G 3/8"	
Weight, approx.	kg (lbs)	40 (88)	
Supply voltage	V	100 - 240	
Max. power consumption (while running up)	VA	700	

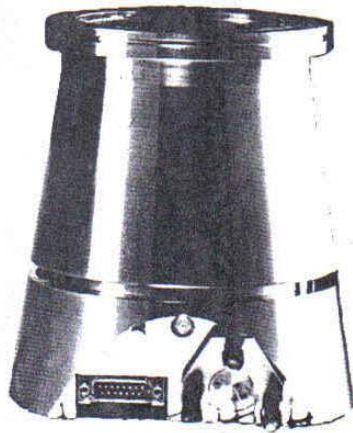
Ordering Information

TURBOVAC T 1600

Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Interface	Part No.
DN 200 ISO-F	DN 40 KF	Water-cooled	-	800040V1144
DN 200 ISO-F	DN 40 KF	Water-cooled	Profibus	800040V2144
DN 250 ISO-F	DN 40 KF	Water-cooled	-	800040V1444
DN 250 ISO-F	DN 40 KF	Water-cooled	Profibus	800040V2444
DN 250 ISO-F	DN 63 ISO-K	Water-cooled	-	800040V1544
DN 250 CF	DN 40 KF	Water-cooled	-	800040V1844

with Compound Stage

HY.CONE 60

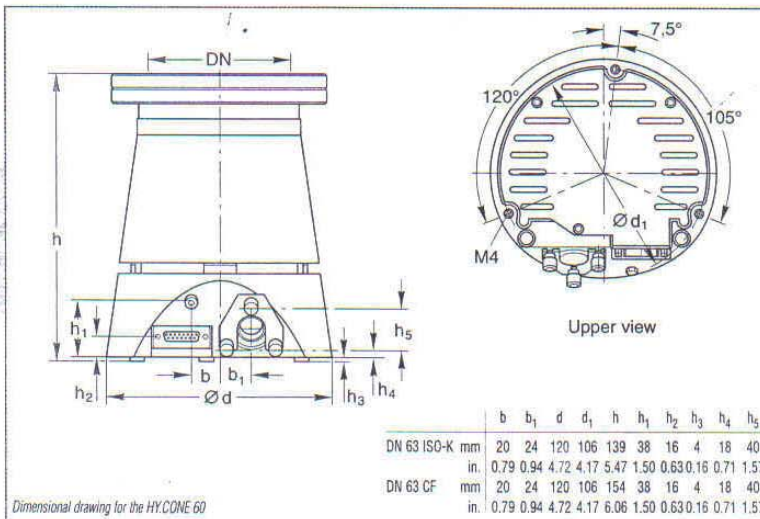


Typical Applications

- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Gas and liquid chromatography
- ◆ R & D, e.g.
 - Fusion experiments
- ◆ Electron beam microscopy

Technical Features

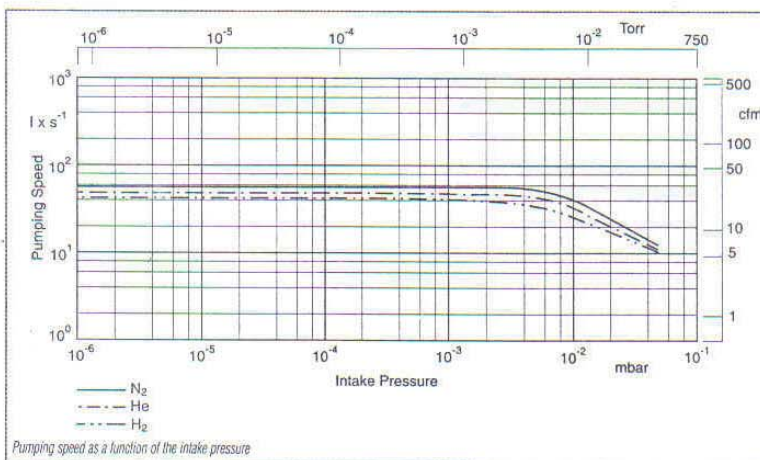
- ◆ Compact design
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Highest pumping speed and compression for light gases
- ◆ High foreline tolerance allows the use of down-sized fore-vacuum pumps
- ◆ Integrated air-cooling unit
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Dimensional drawing for the HY.CONE 60

Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation



Pumping speed as a function of the intake pressure

C09.18

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

with Compound Stage

Technical Data

HY.CONE 60

Inlet flange	DN	63 ISO-K	63 CF
Pumping speed			
N ₂	l x s ⁻¹		60
He	l x s ⁻¹		52
H ₂	l x s ⁻¹		45
Max. gas throughput			
N ₂	mbar x l x s ⁻¹		1
Compression ratio			
N ₂			1 x 10 ⁹
He			5 x 10 ⁴
H ₂			3 x 10 ³
Ultimate pressure			
with 2-stage oil-sealed rotary vane vacuum pump	mbar (Torr)		< 1 x 10 ⁻¹⁰ (< 1 x 10 ⁻¹⁰)
with diaphragm vacuum pump	mbar (Torr)		< 1 x 10 ⁻⁹ (< 1 x 10 ⁻⁹)
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)		10 (8)
Recommended fore-vacuum pump			TRIVAC 2,5 E / DNAC 0.8 T
Run-up time to 95% speed	min		≈ 2
Vent port			M 5
Weight, approx.	kg (lbs)		3 (6.5)

Ordering Information

HY.CONE 60

Inlet flange	Foreline flange	Cooling method	Part No.
DN 63 ISO-K	DN 16 KF	Air-cooled	862 40
DN 63 CF	DN 16 KF	Air-cooled	862 41
Accessories, optional			
Flange heater 63 CF			
230 V AC			854 04
110 V AC			854 07
Accessories, for all pumps			
Electronic frequency converter CONE.TROL 200			
Desktop version, 85 - 265 V, 50/60 Hz			862 70
Connecting cable CONE.TROL NT 200-pump, 3 m (10.5 ft)			862 90
Mains lead for CONE.TROL NT 200, 2.5 m (8.75 ft)			
EURO plug			200 27 549
US plug			200 27 550
Venting valve mounting kit			863 20
Venting valve, 220 - 240 V, 50 Hz			280 70

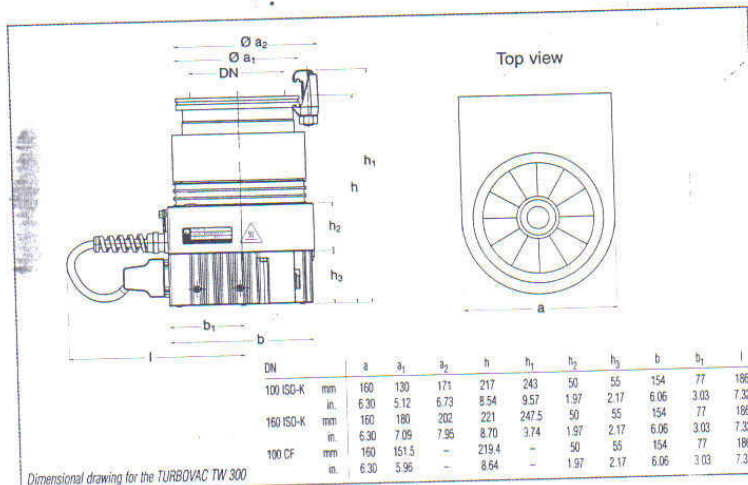
with Compound Stage

TURBOVAC TW 300



Typical Applications

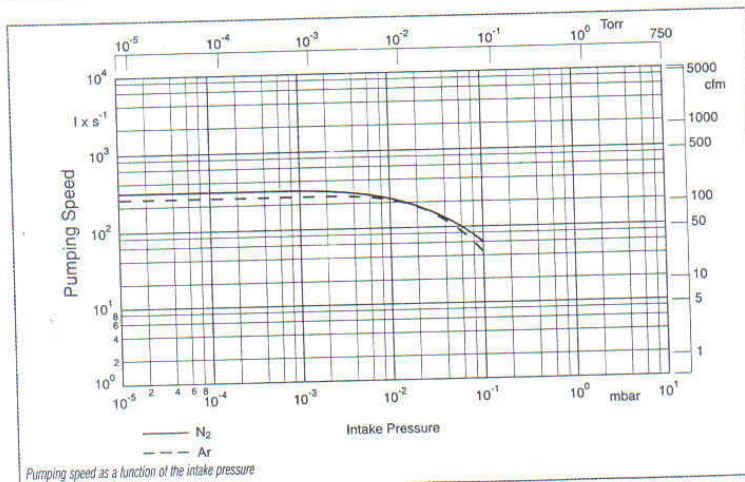
- ◆ Leak detectors
- ◆ Mass spectrometers
- ◆ Data storage
- ◆ Optical coating
- ◆ Load locks and transfer chambers



Dimensional drawing for the TURBOVAC TW 300

Technical Features

- ◆ Frequency converter integrated or external
- ◆ Operation in any orientation
- ◆ Highest pumping speed and throughput for Nitrogen and Argon
- ◆ High foreline tolerance allows the use of downsized fore-vacuum pumps
- ◆ Highly effective air-cooling unit
- ◆ Modular concept
- ◆ Oil-free pump for generating clean high- and ultrahigh vacuum conditions



Pumping speed as a function of the intake pressure

Advantages to the User

- ◆ Space-saving
- ◆ Easy to integrate into complex vacuum systems
- ◆ High productivity
- ◆ Low operating costs
- ◆ Highly reliable operation

C09.20

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

with Compound Stage

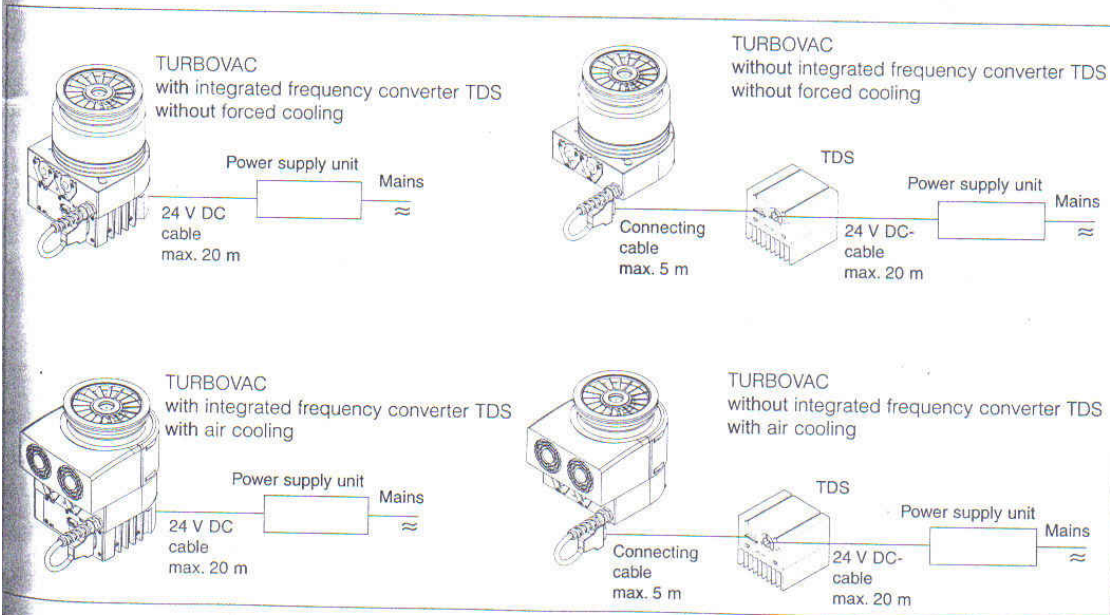
Technical Data

TURBOVAC TW 300

Inlet flange	DN	100 ISO-K • 100 CF • 160 ISO-K
Pumping speed		
N ₂	l x s ⁻¹	260
Ar	l x s ⁻¹	240
Max. gas throughput		
N ₂	mbar x l x s ⁻¹	6.0
Ar	mbar x l x s ⁻¹	5.5
Compression ratio		
N ₂		4 x 10 ⁸
Ar		4 x 10 ⁸
Ultimate pressure		
two-stage oil-sealed rotary vane vacuum pump	mbar (Torr)	< 1 x 10 ⁻⁹ (< 1 x 10 ⁻⁹)
with diaphragm vacuum pump	mbar (Torr)	< 1 x 10 ⁻⁸ (< 1 x 10 ⁻⁸)
Max. continuous inlet pressure *)	mbar (Torr)	10 ⁻¹ (< 8 x 10 ⁻²)
Max. foreline pressure for N ₂	mbar (Torr)	8 (6)
Recommended fore-vacuum pump		
with 2-stage rotary vane vacuum pump		TRIVAC D 4 B
with dry compressing piston vacuum pump		ECODRY M 15/20
with diaphragm vacuum pump		DIVAC 2.5 T / DIVAC 4.8 VT
Run-up time to 95% speed	min	≈ 4
Purge / vent port	DN	16 KF
Cooling water connections (option)		2x G 1/8" (internal threads)
Weight, approx.		
with / without frequency converter	kg (lbs)	6.5 / 5.7 (14 / 12.5)
Supply voltage	V DC	24
Max. power consumption / at ultimate pressure	W	150 / 30

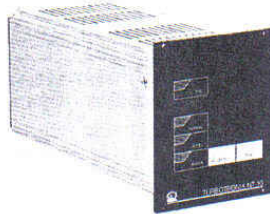
*) water-cooled

The modular concept



Electronic Frequency Converters

TURBOTRONIK NT 10



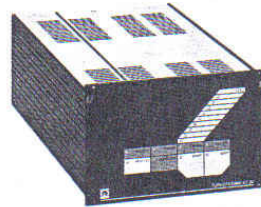
Technical Features

- ◆ For operating the TURBOVAC 50 turbomolecular pump

Advantages to the User

- ◆ Bench top unit
- ◆ Also for rack mounting (1/4 19", 3 HU)
- ◆ Controls and indicators on the front panel
- ◆ Remote control and process control via Phoenix connector
- ◆ Freely assignable relays (e.g. to control the backing pumps)

TURBOTRONIK NT 20



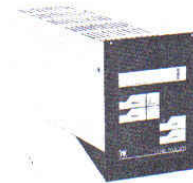
Technical Features

- ◆ For operating the TURBOVAC 151 (C), 361 (C) and 1100 C turbomolecular pumps
- ◆ Front panel with membrane keypad and LCD

Advantages to the User

- ◆ Remote control and process control via analog and programmable control inputs and outputs
- ◆ Connection for backing pump, venting valve, flange heater and air cooler
- ◆ Operation direct at the unit or via interface
- ◆ Floating connection of external monitoring devices via a terminal strip on the rear

CONE.TROL 200



Technical Features

- ◆ For operating the fast running (Wide Range) HY.CONE 60 turbomolecular pump

Advantages to the User

- ◆ Available as bench top unit
- ◆ Convenient control and monitoring features (monitoring system)
- ◆ Operation direct at the unit or via selectable serial interface (RS 232 C/RS 485 C)
- ◆ Standard cables and connectors (Sub-D technology)
- ◆ Programmable with analog and relay outputs
- ◆ For rack mounting (1/4 19", 3 HU)
- ◆ Front panel with foil key pad and LCD display

Electronic Frequency Converters

Technical Data		NT 10	NT 20	CONE.TROL 200
Main connection, 50 to 60 Hz	V	90-140/180-260	-	-
Main, 50 to 60 Hz, selectable	V		85 to 265	85 to 265
Max. output voltage	V	3 x 150	3 x 42	24
Overload current limit	A	0.22	5	6.5
Permissible ambient temperature	°C (°F)	0 to +40 (32 to +104)	0 to +45 (32 to +113)	0 to +40 (32 to +104)
Dimensions (W x H x D)	mm	106 x 128 x 233	213 x 129 x 320 (1/2 19", 3 HU)	105 x 130 x 310 (1/4 19", 3 HU)
	(in.)	(4.17 x 5.04 x 9.17)	(8.39 x 5.08 x 12.60 (1/2 19", 3 HU))	(4.13 x 5.12 x 12.20 (1/4 19", 3 HU))
Weight, approx.	kg (lbs)	1.5 (3.3)	7 (15.4)	2.2 (4.9)
Ordering Information		NT 10	NT 20	CONE.TROL 200
90 - 140 V (with US plug)		Part No. 859 01	-	-
100 V (with US plug)		-	Part No. 857 22 *	-
120 V (with US plug)		-	Part No. 857 21	-
180 - 260 V (with EURO plug)		Part No. 859 00	-	-
230 V (with EURO plug)		-	Part No. 857 20	-
85 - 265 V, 50/60 Hz with RS 232 C/485 C interface		-	-	Part No. 862 70
Pump/converter connecting line				
3 m (10.5 ft)		Part No. 121 08	Part No. 857 65	-
5 m (17.5 ft)		Part No. 121 09	Part No. 857 66	-
10 m (35.0 ft)		-	Part No. 857 67	-
20 m (70.0 ft)		-	Part No. 857 68	-
CONE.NECT 3 M,				
Pump/converter connecting line				
0.5 m (1.75 ft)		-	-	Part No. 862 91
1.1 m (3.85 ft)		-	-	Part No. 862 92
3.0 m (10.50 ft)		-	-	Part No. 862 90
Main cord for the converter; 2.5 m (8.75 ft)				
with EURO plug		-	-	Part No. 200 27 549
with US plug		-	-	Part No. 200 27 550
RS 232 C/485 C interface connection line, 3 m (10.5 ft)		-	-	Part No. 863 11

* Not suitable for driving the TURBOVAC 1100 C.

C09

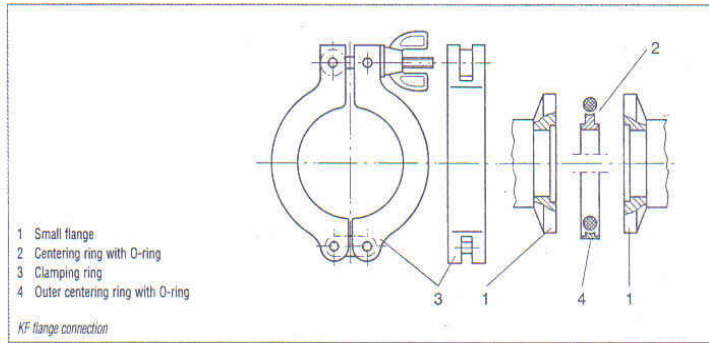
**Anexo C: Conectores y Bidas-Sistema ISO KF [LEYBOLD, 2001-
2002]**



Flange Connections

ISO-KF Connection

The ISO-KF connection (to DIN 28 403 and ISO 2861) permits rapid fitting and replacement of components in vacuum systems. It consists of two symmetrical KF flanges (1), a centering ring with O-ring gasket (2) and a clamping ring (3). High vacuum tight KF connections can be made without the use of tools simply by turning the wing nut of the clamping ring.

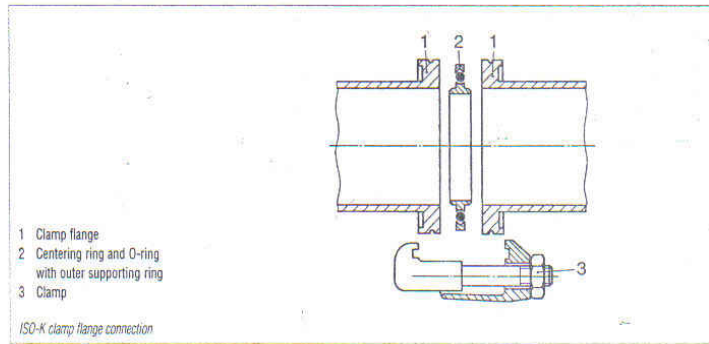


KF flange connection

ISO-K Clamp Flange Connection

The clamp flange connection (to DIN 28 404 and ISO 1609) allows components from DN 63 to DN 630 to be connected in any position regardless of the bolt hole arrangement on any fixed flanges.

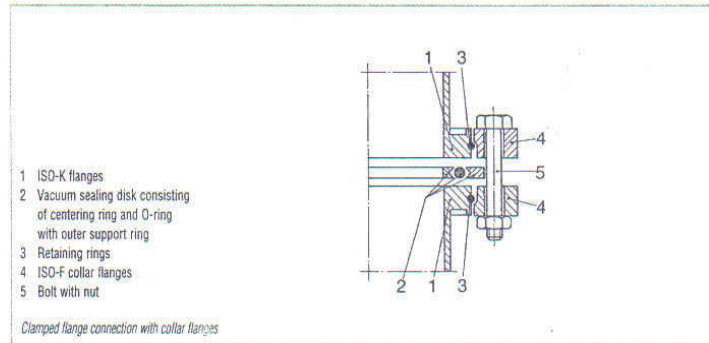
It consists of two clamp flange components (1), a centering ring (2) with an outer ring enclosing the O-ring gasket, and several clamps (3) which the connection is assembled and tightened with. Since the centering ring can be firmly inserted into the centering groove of the flange, even horizontal connections are quickly and easily fitted.



ISO-K clamp flange connection

ISO-F / DIN Fixed Bolted Flange Fittings

With the appropriate collar flanges, the clamp flange can be connected to various fixed bolted flange systems (ISO-F, DN 2501, etc.) see figures in section "ISO-F and DIN 2501 Fixed Flange Fittings".

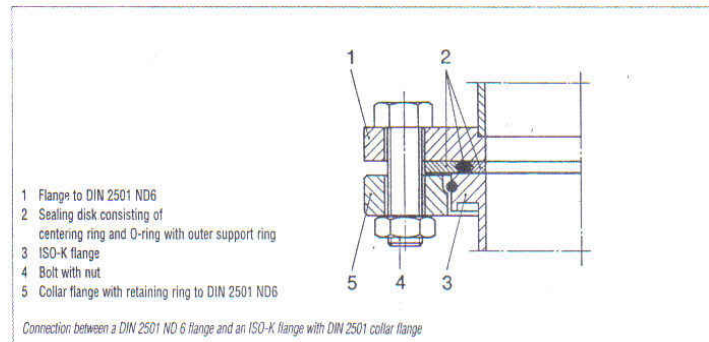


Clamped flange connection with collar flanges

Bake Out Temperatures for the Gaskets

CR, FPM and EPDM gaskets can be inserted in all listed flange types, while aluminum gaskets may be used for higher vacuum requirements.

CR gaskets can be used in the temperature range from -40 °C to +100 °C [-40 °F to +212 °F] (max. bakeout temperature), FPM gaskets from -25 °C to +150 °C [-13 °F to +302 °F] (max. bakeout temperature), EPDM gaskets can be used from -40 °C to +150 °C [-40 °F to +302 °F] and Aluminum gaskets from -196 °C to +200 °C [-321 °F to +392 °F] (max. bakeout temperature gradient = ΔT max. 2.5 °/min).



Connection between a DIN 2501 NO 6 flange and an ISO-K flange with DIN 2501 collar flange



ISO-KF Flange Fittings and Components

**DN 16 KF to DN 50 KF
Aluminum Design
(to DIN 28 403)**

The small flange connection developed by LEYBOLD has become the basis of the international standard for vacuum technology.

Advantages to the User

- ◆ Quick, safe and reliable
- ◆ No tools are need to provide a vacuum-tight seal
- ◆ Suitable down to pressures of 10^{-7} mbar (0.75×10^{-7} Torr)
- ◆ Easy to disassemble and clean
- ◆ In the case of special requirements as to degassing for the purpose of reducing the outgassing rate and in case of special requirements as to corrosion resistance, we recommend the use of stainless steel components.

Quick Clamping Ring
Advantages to the User

- ◆ Quick and effective fitting and disassembly
- ◆ Can be fitted with one hand
- ◆ Closing action via lever with clamping spring
- ◆ Corrosion resistant

**DN 16 KF to 50 KF
Stainless Steel Design
(to DIN 28 403)**
Advantages to the User

- ◆ Quick, safe and reliable
- ◆ Can be baked out up to 200 °C (392 °F) when using metal seals
- ◆ Can be degassed up to 150 °C (302 °F) with FPM gaskets
- ◆ With metal seals suitable for pressures down to 10^{-9} mbar (0.75×10^{-9} Torr)
- ◆ Corrosion resistant
- ◆ Low degassing rate
- ◆ For standard applications involving pressures up to 2.5 bar (1.9×10^{-3} Torr) abs., if not stated otherwise
- ◆ Can be degassed up to 200 °C (392 °F) with UHV aluminum rings or disks

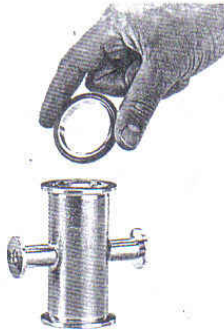
Flexible Compensation Elements

Vacuum systems and pump systems often require components which are capable of protecting sensitive instruments against impacts or excessive vibrations while linking tubes at the same time.

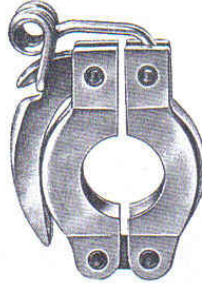
Advantages to the User

- ◆ Easy and quick to install
- ◆ Safe and reliable
- ◆ Tubes may be turned in any direction
- ◆ No centering and sealing ring required
- ◆ Capable of withstanding temperatures up to 80 °C (176 °F)
- ◆ Suitable for pressures down to 10^{-5} mbar (0.75×10^{-5} Torr)

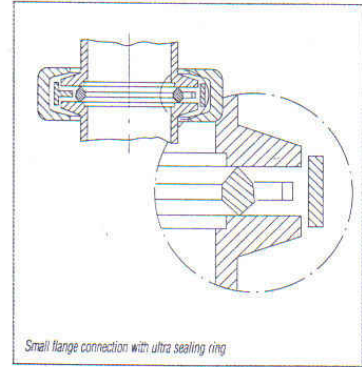
ISO-KF Flange Fittings and Components



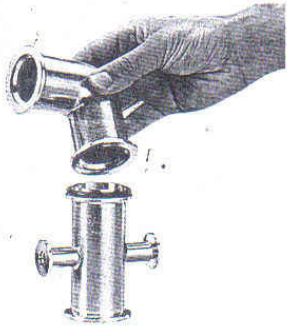
Fitting a centering ring to a KF component



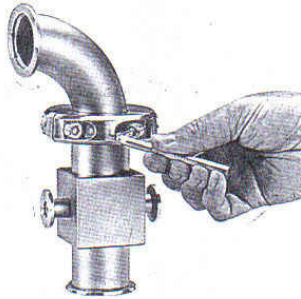
Quick clamping ring



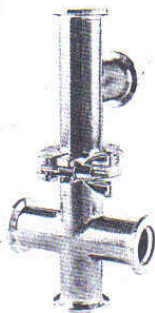
Small flange connection with ultra sealing ring



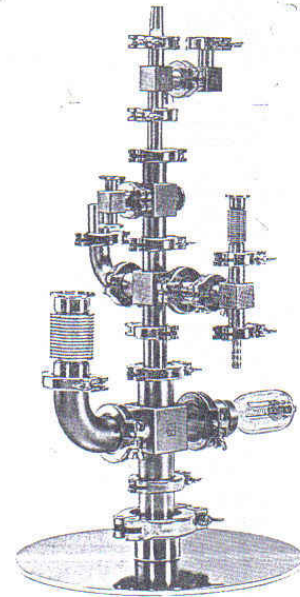
Fitting an elbow



Clamping ring for ultra sealing disk



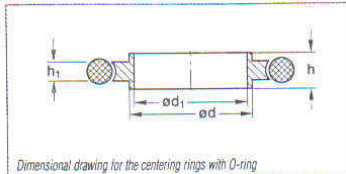
Small flange connection with clamping ring



Small flange components made of stainless steel

ISO-KF Flange Fittings and Components

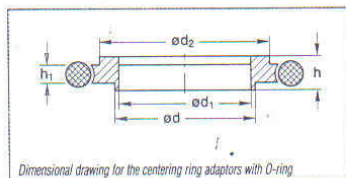
Centering Rings (Aluminum 3.1655.53/Stainless Steel 1.4305) with O-Ring (CR/FPM)



Dimensional drawing for the centering rings with O-ring

DN	KF	10	16	20	25	32	40	50
d	mm	12	17	22	26	34	41	52
	in.	0.47	0.67	0.87	1.02	1.34	1.61	2.05
d ₁	mm	10	16	20	25	32	40	50
	in.	0.40	0.63	0.79	0.98	1.26	1.57	1.97
h	mm	8	8	8	8	8	8	8
	in.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
h ₁	mm	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	in.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Aluminum/CR	Part No.	183 21	183 26	183 22	183 27	183 23	183 28	183 25
Aluminum/FPM	Part No.	182 01	182 06	182 02	182 07	182 03	182 08	182 05
Stainless steel/FPM	Part No.	883 21	883 46	883 22	883 47	883 23	883 48	883 25

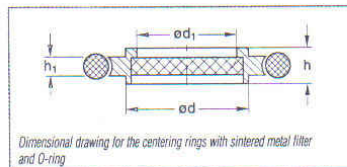
Centering Ring Adaptors (Aluminum 3.1655.53/Stainless Steel 1.4301) with O-ring (NBR/FPM)



Dimensional drawing for the centering ring adaptors with O-ring

DN	KF	10/16	20/25	32/40
d	mm	12	22	34
	in.	0.47	0.87	1.34
d ₁	mm	10	20	32
	in.	0.40	0.79	1.26
d ₂	mm	17	26	41
	in.	0.67	1.02	1.61
h	mm	8	8	8
	in.	0.31	0.31	0.31
h ₁	mm	3.9	3.9	3.9
	in.	0.15	0.15	0.15
Aluminum/FPM	Part No.	182 56	182 57	182 58
Aluminum/CR	Part No.	183 56	183 57	183 58
Stainless steel/FPM	Part No.	883 56	883 57	883 58

Centering Rings (Stainless Steel) with Sintered Metal Filter (Stainless Steel 1.4404 and O-Ring (FPM)

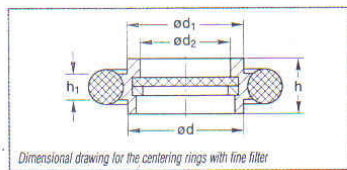


Dimensional drawing for the centering rings with sintered metal filter and O-ring

DN	KF	10	16	25	40	50
d	mm	12	17	26	41	52
	in.	0.47	0.67	1.02	1.61	2.05
d ₁	mm	8	14	23	38	48
	in.	0.31	0.55	0.91	1.50	1.89
h	mm	8	8	8	8	8
	in.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
h ₁	mm	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	in.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Stainless steel	Part No.	883 50	883 51	883 52	883 53	883 54

Air throughput at 20 °C and 200 mbar differential pressure approx. 1m³ x h⁻¹ x cm²; pore size: 20 µm

Centering Rings with Fine Filter (Stainless Steel 1.4305), O-Ring (FPM)



Dimensional drawing for the centering rings with fine filter

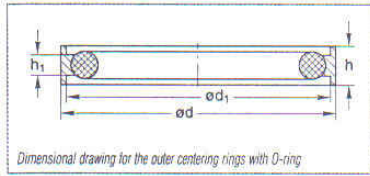
DN	KF	10	16	25	40	50
d	mm	12	17	26	41	52
	in.	0.47	0.67	1.02	1.61	2.05
d ₁	mm	12	17	26	41	52
	in.	0.47	0.67	1.02	1.61	2.05
d ₂	mm	9	13.5	22	35.5	46
	in.	0.35	0.53	0.87	1.4	1.81
h	mm	8	8	8	8	8
	in.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
h ₁	mm	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	in.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Stainless Steel	Part No.	883 95	883 96	883 97	883 98	883 99

Filter material: Stainless steel mesh 1.4404, size of pore: 4 µm, separation grade: 1 µm particles to 98%

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

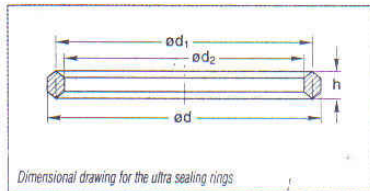
ISO-KF Flange Fittings and Components

Outer Centering Rings (Aluminum 3.1655.53) with O-Ring (CR/FPM)



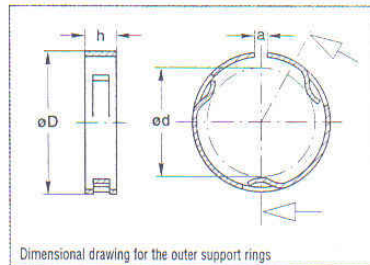
DN	KF	10/16	20/25	32/40	50
d	mm	32	42	57	77
	in.	1.26	1.65	2.24	3.03
d ₁	mm	30.2	40.2	55.2	75.2
	in.	1.19	1.58	2.17	2.96
h	mm	7	7	7	7
	in.	0.28	0.28	0.28	0.28
h ₁	mm	3.9	3.9	3.9	3.9
	in.	0.15	0.15	0.15	0.15
Aluminum/CR	Part No.	183 50	183 51	183 52	183 59
Aluminum/FPM	Part No.	183 53	183 54	183 55	183 60

Ultra Sealing Rings (Aluminum 3.2315.71)



DN	KF	10/16	20/25	32/40	50
d	mm	25.6	35.6	50.6	65.6
	in.	1.01	1.40	1.99	2.58
d ₁	mm	22.6	32.6	47.6	62.6
	in.	0.89	1.38	1.87	2.46
d ₂	mm	19.6	29.6	44.6	59.6
	in.	0.77	1.17	1.76	2.35
h	mm	4.5	4.5	4.5	4.5
	in.	0.18	0.18	0.18	0.18
Aluminum (set of 3 pieces)	Part No.	883 73	883 75	883 77	883 79

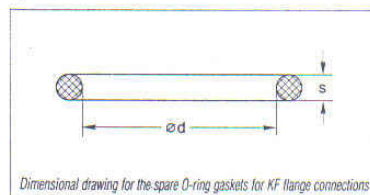
Outer Support Rings (Stainless Steel 1.4310) for Ultra Sealing Rings



DN	KF	10/16	20/25	32/40	50
a	mm	3	3	3	3
	in.	0.12	0.12	0.12	0.12
D	mm	32	42	57	77
	in.	1.26	1.65	2.24	3.03
d	mm	25	35	50	65
	in.	0.98	1.38	1.97	2.56
h	mm	7	7	7	7
	in.	0.28	0.28	0.28	0.28
Stainless steel	Part No.	883 74	883 76	883 78	883 69



Spare O-Ring Gaskets for KF Flange Connections



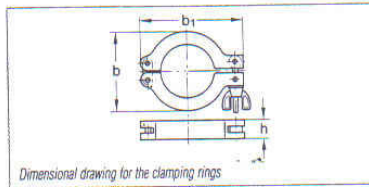
DN	KF	10	16 ¹⁾	20	25 ¹⁾	32	40 ¹⁾	50
d	mm	15	18	25	28	40	42	55
	in.	0.59	0.71	0.98	1.10	1.57	1.65	2.17
s	mm	5	5	5	5	5	5	5
	in.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
FPM	Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request
EPDM	Part No.	upon request	upon request	-	upon request	-	upon request	-
CR	Part No.	upon request	upon request	-	upon request	-	upon request	upon request

¹⁾ Also for adaptor/centering rings

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-KF Flange Fittings and Components

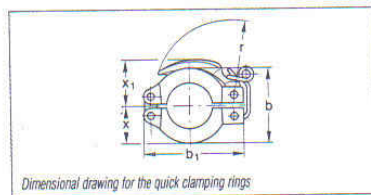
Clamping Rings (Aluminum 3.2582.05)



DN	KF	10/16	20/25	32/40	50
b	mm	45	55	70	95
	in.	1.77	2.17	2.76	3.74
b ₁	mm	61	72	90	123
	in.	2.40	2.83	3.54	4.84
h	mm	16	16	18	25
	in.	0.63	0.63	0.71	0.98
Aluminum	Part No.	183 41	183 42	183 43	183 45

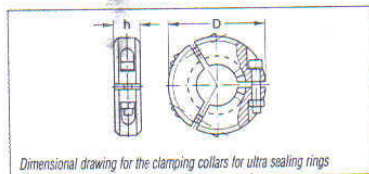
Max. torque at the wing nut: 2 Nm

Quick Clamping Rings (Aluminum 3.2582.05)



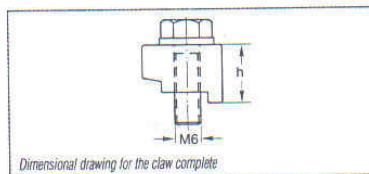
DN	KF	10/16	20/25	32/40
b	mm	45	55	70
	in.	1.77	2.17	2.76
b ₁	mm	61	72	90
	in.	2.40	2.83	3.54
r	mm	48	56	74
	in.	1.89	2.20	2.91
x	mm	22	27	35
	in.	0.87	1.06	1.38
x ₁	mm	30	34	44
	in.	1.18	1.34	1.73
Aluminum	Part No.	183 46	183 47	183 48

Clamping Collars (Aluminum 3.2162.05) for Ultra Sealing Rings



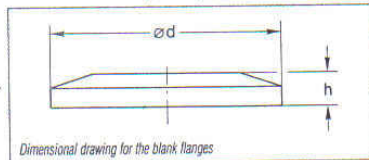
DN	KF	10/16	20/25	32/40	50
D	mm	52	75	90	115
	in.	2.05	2.95	3.54	4.52
h	mm	18	20	23	28
	in.	0.71	0.79	0.90	1.10
Hexagon socket screw to DIN 912	mm	M 4 x 30	M 6 x 30	M 8 x 35	M 8 x 50
	in.	M 4 x 1.18	M 6 x 1.18	M 8 x 1.38	M 8 x 1.97
Aluminum	Part No.	882 75	882 77	882 78	882 79

Claw, complete (Aluminum 3.2315.08)



DN	KF	10 - 50
h	mm	12.5
	in.	0.49
Aluminum (1 set = 4 claws)	Part No.	885 00

Blank Flanges (Aluminum 3.2315.71 / Stainless Steel 1.4301)

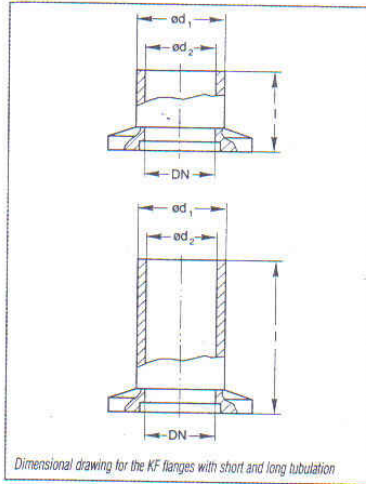


DN	KF	10	16	25	40	50
d	mm	30	30	40	55	75
	in.	1.18	1.18	1.57	2.17	2.95
h	mm	5	5	5	5	6
	in.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.24
Aluminum	Part No.	184 41	184 46	184 47	184 48	184 45
Stainless steel	Part No.	884 41	884 36	884 37	884 38	884 45

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

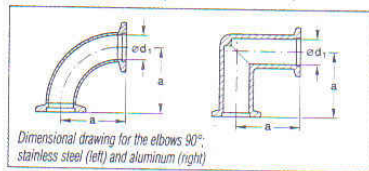
ISO-KF Flange Fittings and Components

KF Flanges with Short / Long Tubulation (Steel 1.0037 / Stainless Steel 1.4301)



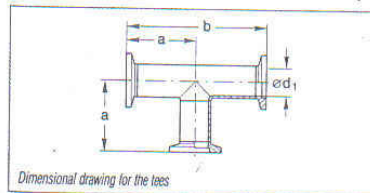
DN (short tubulation)		KF	10	16	25	40	50
d ₁	mm	16	20	30	45	55	
	in.	0.63	0.79	1.18	1.77	2.17	
d ₂	mm	12	16	26	41	51	
	in.	0.47	0.63	1.02	1.61	2.01	
l	mm	20	20	20	20	20	
	in.	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	
Steel		Part No.	182 31	182 32	182 33	182 34	182 35
d ₁	mm	16	20	30	45	54	
	in.	0.63	0.79	1.18	1.77	2.13	
d ₂	mm	12	16	26	41	50	
	in.	0.47	0.63	1.02	1.61	1.97	
l	mm	20	20	20	20	20	
	in.	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	
Stainless steel		Part No.	866 31	866 32	866 33	866 34	866 35
DN (long tubulation)			10 KF	16 KF	25 KF	40 KF	50 KF
d ₁	mm	16	20	30	45	55	
	in.	0.63	0.79	1.18	1.77	2.17	
d ₂	mm	12	16	26	41	51	
	in.	0.47	0.63	1.02	1.61	2.01	
l	mm	70	70	70	70	70	
	in.	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	
Steel		Part No.	182 81	182 82	182 83	182 84	182 85
d ₁	mm	16	20	30	45	54	
	in.	0.63	0.79	1.18	1.77	2.13	
d ₂	mm	12	16	26	41	50	
	in.	0.47	0.63	1.02	1.61	1.97	
l	mm	70	70	70	70	70	
	in.	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	
Stainless steel		Part No.	866 81	866 82	866 83	866 84	866 85

Elbows 90° (Aluminum 3.2315.08 / Stainless Steel 1.4301)



DN	KF	16	25	40	50				
a	mm	40	50	65	70				
	in.	1.57	1.97	2.56	2.76				
d ₁	mm	16	15	25	39	40.5	49		
	in.	0.63	0.59	0.98	1.34	1.59	1.93		
Conductance		l/s	6.5	-	18.9	-	56.5	-	
Aluminum		Part No.	184 36	-	184 37	-	184 38	-	
Stainless steel		Part No.	-	884 61	-	884 62	-	884 64	884 65

Tees (Aluminum 3.2315.08 / Stainless steel 1.4301)

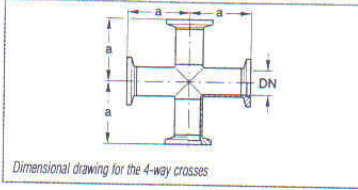


DN	KF	16	25	40	50				
a	mm	40	50	65	70				
	in.	1.57	1.97	2.56	2.76				
b	mm	80	100	130	140				
	in.	3.15	3.94	5.12	5.51				
d ₁ (Aluminum)		mm	16	25	39	-			
		in.	0.63	0.98	1.54	-			
d ₁ (Stainless steel)		mm	16	25	40.5	53			
		in.	0.63	0.98	1.59	2.09			
Conductance		l/s	6.5	-	18.9	-	56.5	-	
Aluminum		Part No.	184 06	-	184 07	-	184 08	-	
Stainless steel		Part No.	-	884 71	-	884 72	-	884 74	884 75

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

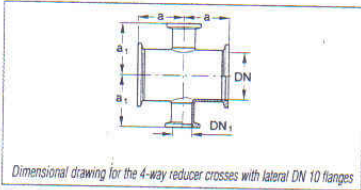
ISO-KF Flange Fittings and Components

4-Way Crosses (Aluminum 3.2315.08 / Stainless 1.4301)



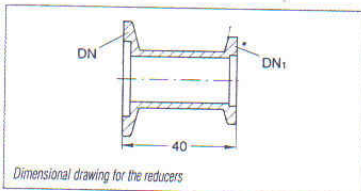
DN	KF	16	25	40	50
a	mm	40	50	65	70
	in.	1.57	1.97	2.56	2.67
Conductance	l/s	6.5	18.9	56.5	-
Aluminum	Part No.	184 71	184 74	184 75	-
Stainless steel	Part No.	- 884 85	- 884 86	- 884 87	884 88

4-Way Reducer Crosses with DN 10 Flanges (Aluminum 3.2315.08 / Stainless steel 1.4301)



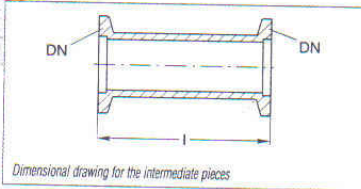
DN/DN ₁	KF	25/16	40/16	50/16
a	mm	35	40	50
	in.	1.38	1.57	1.97
a ₁	mm	35	45	50
	in.	1.38	1.77	1.97
Aluminum	Part No.	184 57	184 58	-
Stainless steel	Part No.	884 96	884 97	884 98

Reducers (Aluminum 3.2315.72 / Stainless Steel 1.4305)



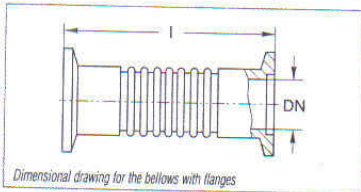
DN/DN ₁	KF	25/16	40/16	40/25	50/40
Aluminum	Part No.	183 86	183 89	183 87	183 88
Stainless steel	Part No.	885 04	885 07	885 05	885 06

Intermediate Pieces (Aluminum 3.2315.72 / Stainless Steel 1.4301)



DN	KF	16	25	40
l	mm	80	100	130
	in.	3.15	3.94	5.12
Aluminum	Part No.	184 80	184 81	184 82
Stainless steel	Part No.	884 17	884 18	884 19

Bellows (Stainless Steel 1.4571) with Flanges (Stainless Steel 1.4301)



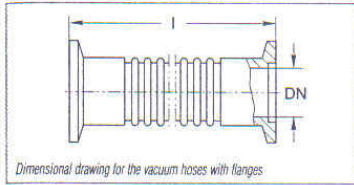
DN	KF	16	25	40	50
l	mm	70	80	100	100
	in.	2.76	3.15	3.94	3.94
Wall thickness	mm	0.13	0.13	0.15	0.2
	in.	0.005	0.005	0.006	0.008
Max. extension, axial	mm	10.5	13	18	16
	in.	0.41	0.51	0.71	0.63
Compression	mm	6.5	8	11	10
	in.	0.26	0.31	0.43	0.39
Tension	mm	4	5	7	6
	in.	0.16	0.20	0.28	0.24
Max. angle	degrees ¹⁾	± 21	± 17	± 15	± 15
Lateral motion	mm	± 4	± 3.5	± 7	± 8
	in.	± 0.16	± 0.14	± 0.28	± 0.31
Stainless steel	Part No.	872 41	872 43	872 45	872 46

¹⁾ When utilizing the maximum bending angle, no extension along the axial axis will be possible!

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-KF Flange Fittings and Components

Vacuum Hoses ¹⁾ with Flanges (Stainless Steel 1.4571)

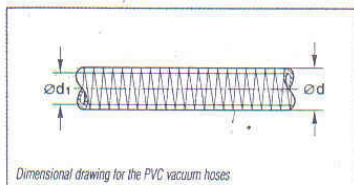


Dimensional drawing for the vacuum hoses with flanges

DN	KF	16	25	40	50	
Max. bending radius (inside)						
with multiple bending		mm	68.5	103	129	198
		in.	2.70	4.06	5.08	7.80
with single bend		mm	50	63	100	130
		in.	1.97	2.48	3.94	5.12
Wall thickness						
		mm	0.2	0.2	0.2	0.3
		in.	0.008	0.008	0.008	0.01
l = 250 mm (9.84 in.)	Part No.	867 81	867 83	867 85	867 86	
l = 500 mm (19.69 in.)	Part No.	867 91	867 93	867 95	867 96	
l = 750 mm (29.53 in.)	Part No.	867 41	867 43	867 45	867 46	
l = 1000 mm (39.37 in.)	Part No.	868 01	868 03	868 05	868 06	

¹⁾ Flexible vacuum hoses must be linked to an external mechanical assembly

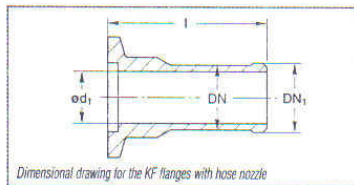
PVC Coiled Vacuum Hoses without Flanges



Dimensional drawing for the PVC vacuum hoses

DN	KF	16	25	40	
d	mm	23	33	53	
	in.	0.91	1.30	2.09	
d ₁	mm	16	25	40	
	in.	0.63	0.98	1.57	
Length		m by the metre			
PVC coiled vacuum hose	Part No.	172 41	172 42	172 43	

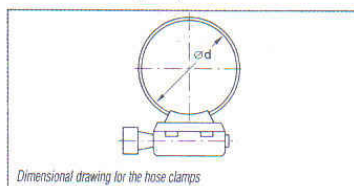
KF Flanges with Hose Nozzle (Aluminum 3.0615.71)



Dimensional drawing for the KF flanges with hose nozzle

DN	KF	16	25	40
DN ₁ (tube)	mm	17	26	41
	in.	0.67	1.02	1.61
l	mm	40	40	40
	in.	1.57	1.57	1.57
d ₁	mm	13	22	37
	in.	0.51	0.87	1.46
Aluminum	Part No.	182 45	182 46	182 47

Hose Clamps (Stainless Steel 1.4301)

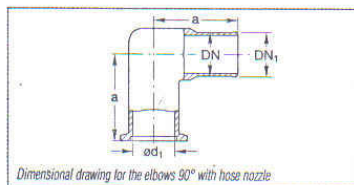


Dimensional drawing for the hose clamps

DN	KF	16	25	40
d (min/max.)	mm	13/32	19/44	29/76
	in.	0.51/1.26	0.75/1.73	1.14/2.99
Stainless steel	Part No.	866 21	866 22	866 23



Elbows 90° with Hose Nozzle (Aluminum 3.2381.02)



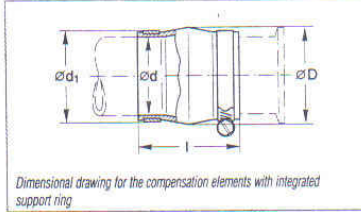
Dimensional drawing for the elbows 90° with hose nozzle

DN	KF	16	25	40
DN ₁ (tube)	mm	17	26	41
	in.	0.67	1.02	1.61
a	mm	40	50	65
	in.	1.57	1.97	2.56
d ₁	mm	16	25	39
	in.	0.63	0.98	1.54
Aluminum	Part No.	182 15	182 16	182 17

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-KF Flange Fittings and Components

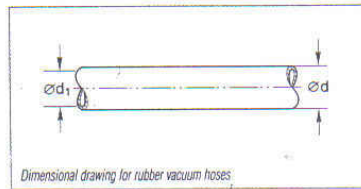
CR Compensation Elements with Integrated Support Ring



DN	KF	16	25	40
D	mm	44	50	68
	in.	1.73	1.97	2.68
d - tube tolerance	mm	16	25	40
	in.	0.63	0.98	1.57
d ₁	mm	24	33	48
	in.	0.94	1.30	1.89
l	mm	58	60	64
	in.	2.28	2.36	2.52
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹	≤ 1 x 10 ⁻⁶		
Stainless Steel/CR	Part No.	182 78 ¹⁾	182 79 ¹⁾	182 80 ¹⁾

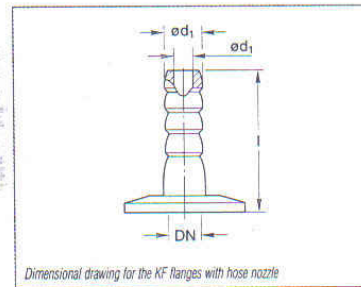
¹⁾ Is supplied complete with stainless steel hose clamps

Rubber Vacuum Hoses (NR) for Hose Nozzles



DN	KF	10	16	20
d	mm	17	25	32
	in.	0.66	0.98	1.26
d ₁	mm	7	10	16
	in.	0.28	0.39	0.63
Length	m	by the metre		
Hardness - Shore A -		55 ± 5		
Temperature range	°C (°F)	-30 to +85 (-22 to +176)		
Rubber vacuum hose	Part No.	172 02	172 03	172 04

KF Flanges with Hose Nozzles (Aluminum 3.0615.71 and Stainless Steel 1.4305)



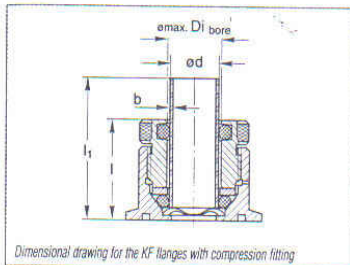
DN	KF	16	25	40
d	mm	12	12	12
	in.	0.47	0.47	0.47
d ₁ ¹⁾	mm	7	7	7
	in.	0.26	0.26	0.26
l	mm	40	40	40
	in.	1.57	1.57	1.57
Aluminum	Part No.	182 90	182 91	182 92
DN	KF	16	25	40
	in.	0.63	0.98	1.57
d	mm	12	12	12
	in.	0.47	0.47	0.47
d ₁ ¹⁾	mm	7	7	7
	in.	0.26	0.26	0.26
l	mm	40	40	40
	in.	1.57	1.57	1.57
Stainless steel	Part No.	885 14	885 08	885 09

¹⁾ Also recommended inside diameter for the hose

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-KF Flange Fittings and Components

KF Flanges with Compression Fitting for Glass/Metal/Plastic Tubes (Aluminum 3.0615 /

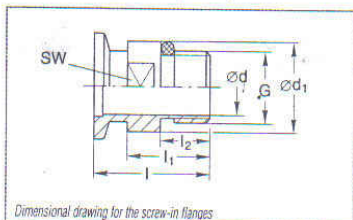


Dimensional drawing for the KF flanges with compression fitting

DN	KF	10	40
b	mm	1.5	1.5
	in.	0.06	0.06
d (glass)	mm	10	26
	in.	0.39	1.02
l	mm	30	45
	in.	1.18	1.77
l ₁	mm	50	65
	in.	1.97	2.56
Di _{bore} -max.	± 0.2 mm	11	27
	± 0.008 in.	0.43	1.06
Compression Fitting	Part No.	184 61	184 66
Sealing set (NBR), set = 10 pieces	Part No.	105 93	105 98
Sealing set (FPM) for high temperatures (150 °C (302 °F)), set = 10 pieces	Part No.	105 94	105 99

Only for pressure ≤ 1000 mbar (≤ 750 Torr)

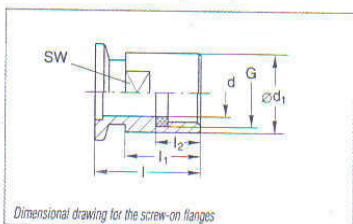
Screw-in Flanges (Stainless Steel 1.4305 / FPM)



Dimensional drawing for the screw-in flanges

DN	KF	10	16	16	25	16	40
l	mm	35	35	42	45	26	50
	in.	1.34	1.34	1.65	1.77	1.02	1.97
l ₁	mm	25	25	-	35	-	40
	in.	0.98	0.98	-	1.34	-	1.57
l ₂	mm	15	15	11,5	25	8	30
	in.	0.59	0.59	0.45	0.98	0.31	1.18
d	mm	12	16	5	25	5	41
	in.	0.47	0.63	0.20	0.98	0.20	1.61
d ₁	mm	22	26	-	39	-	54
	in.	0.87	1.02	-	1.54	-	2.13
G		3/8"	1/2"	M 16 x 1.5	1"	1/8"	1 1/2"
G	inch	3/8"	1/2"	M 16 x 0.06	1"	1/8"	1 1/2"
SW (width across flats)	mm	19	22	17	36	13	50
	in.	0.75	0.87	0.67	1.42	0.51	1.97
Stainless steel	Part No.	886 30	886 31	-	886 32	-	886 33
Nickel-plated steel	Part No.	-	-	168 40	-	160 26	-

Screw-on Flanges (Stainless Steel 1.4305 / FPM)



Dimensional drawing for the screw-on flanges

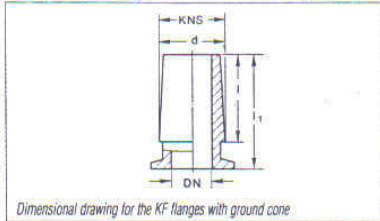
DN	KF	10	16	25	40
l	mm	35	35	45	50
l ₁	mm	25	25	35	40
l ₂	mm	15	15	25	30
d	mm	10	15	24	38
d ₁	mm	20	25	39	54
G	inch	3/8"	1/2"	1"	1 1/2"
SW (width across flats)	mm	17	21	36	50
Stainless steel	Part No.	884 25	884 26	884 27	884 28



Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

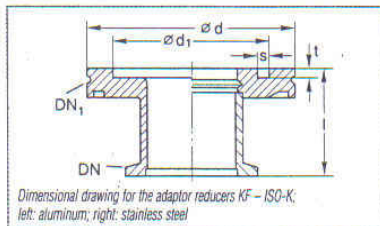
Adaptors

KF Flanges with Ground Cone (Stainless Steel 1.4301)



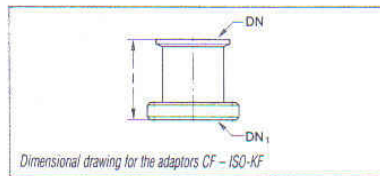
DN	KF	16	25	40
KNS - d / l	mm	19 / 26	29 / 32	45 / 40
	in.	0.75 / 1.02	1.14 / 1.26	1.77 / 1.57
l ₁	mm	40	45	55
	in.	1.57	1.77	2.17
Taper		1 : 10	1 : 10	1 : 10
Stainless steel	Part No.	184 87	184 85	184 86

Adaptors/Reducers KF – ISO-K



DN	KF	40	50	40
DN ₁	ISO-K	63	63	100
d ₁	mm	70	70	102
	in.	2.76	2.76	4.02
l	mm	40	45	40
	in.	1.57	1.77	1.57
s	mm	5	5	5
	in.	0.2	0.2	0.2
t	mm	4.5	4.5	4.5
	in.	0.18	0.18	0.18
Weight	kg	0.5	0.6	0.8
	lbs	1.10	1.32	1.77
Stainless steel 1.4301	Part No.	887 40	887 41	887 42
Aluminum 3.2315.71	Part No.	269 40	269 41	-

Adaptors KF – CF (Stainless Steel 1.4301)



DN	KF	16	16	25	25	40
DN ₁	CF	16	40	16	40	40
or	inch	1 5/16"	2 3/4"	1 5/16"	2 3/4"	2 3/4"
l	mm	35	30	35	30	50
	in.	1.38	1.18	1.38	1.18	2.17
Stainless steel 1.4301	Part No.	837 81	837 82	837 83	837 84	837 36

Copper Gaskets for CF-Flanges (OFHC-Copper - Oxygen-Free)

DN	CF	16	40	63	100	160	200	250
Set of 10		x	x	x	x	x	x	-
Set of 5		-	-	-	-	-	-	x
Inside diameter	mm	16.2	39	63.6	101.8	152.6	203.4	254
	in.	0.64	1.54	2.5	4.0	6.0	8.0	10
OFHC-Copper	Part No.	839 41	839 43	839 44	839 45	839 46	839 47	839 48

FPM Gaskets for CF-Flanges

DN	CF	16	40	63	100	160	200	250
Set of 5		x	x	-	-	-	-	1 Rd.-Ring
Profile seal, set of 2		-	-	x	x	x	x	-
Gasket with support ring		-	-	-	-	-	-	x
Degassing temperature	°C	160	160	160	160	160	160	160
	°F	320	320	320	320	320	320	320
FPM	Part No.	839 21	839 23	839 34	839 35	839 36	839 37	839 03

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

Adaptors

Bolts, Nuts and Washers for CF-Flanges

DN	CF	16	40	63/100	160	200/250
Dimensions (d x l)	mm	M 4 x 20	M 6 x 35	M 8 x 50	M 8 x 55	M 8 x 60
	in.	M 4 x 0.79	M 6 x 1.38	M 8 x 1.97	M 8 x 2.17	M 8 x 2.36
Torque	Nm	4	10	20	20	20
Quantity per set						
	Bolts	25	25	25	25	25
	Nuts	25	25	25	25	25
	Bolts	-	-	-	-	-
	Washers	25	25	25	25	25
Set	Part No.	839 00	839 01	839 04	839 05	839 07

For details on UHV seals and further components, see Product Section C15.

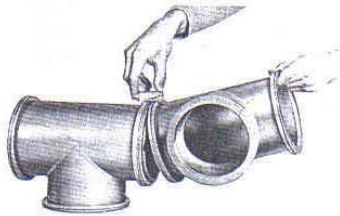
C13

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

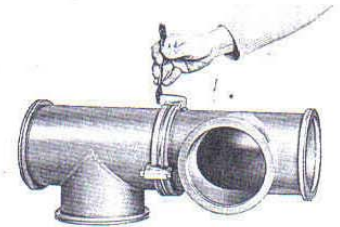
LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

C13.17

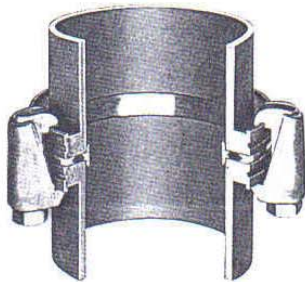
Flange and Feedthroughs (ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components



Attaching a clamp flange component and fitting of the clamp



Tightening the clamping bolt



ISO-K clamp flange connection

**Flange Components
DN 63 to DN 630 ISO-K
(to DIN 28 404 in line with
ISO 1609/3669)**

The clamp flange connection was introduced to the vacuum industry by LEYBOLD. Since the fitting of clamp flanges does not depend on any bolt holes in the flange, these components may be installed in any orientation.

Advantages to the User

- ◆ Quick to fit
- ◆ Safe and reliable
- ◆ Can be turned in any direction
- ◆ Easy to disassemble, thus easy to clean
- ◆ Suitable for pressures down to 10^{-7} mbar (0.75×10^{-7} Torr) when using O-rings and down to 10^{-9} mbar (0.75×10^{-9} Torr) when using metal gaskets
- ◆ Easily adaptable to other flange systems
- ◆ Mounted by means of clamps (ISO-K) or collar flange with retaining ring (ISO-F, DIN 2501)
- ◆ Clamp flange components are used with CR or FPM gaskets or with ultra sealing disks made of aluminum
- ◆ Degassing temperatures
for CR, max. 100 °C (212 °F)
for FPM, max. 150 °C (302 °F)
for the ultra sealing disk, max. 200 °C (392 °F)

The pressure range for the application depends in each case on the sealing method which is used and is thus limited for ultra sealing disks to 10^{-9} mbar (0.75×10^{-9} Torr), for FPM gaskets to 10^{-8} mbar (0.75×10^{-8} Torr) and for CR sealed components to 10^{-7} mbar (0.75×10^{-7} Torr).

**Flexible Compensation
Elements (CR)**

Vacuum systems and pump systems often require components which are capable of protecting sensitive instruments against impacts or excessive vibrations while linking tubes at the same time.

Advantages to the User

- ◆ Easy and quick to install
- ◆ Safe and reliable
- ◆ Tubes may be turned in any direction
- ◆ No centering ring and sealing ring is needed since the seal is provided by the smooth tube surface
- ◆ Capable of withstanding temperatures up to 100 °C (212 °F)
- ◆ Suitable for pressures down to 10^{-5} mbar

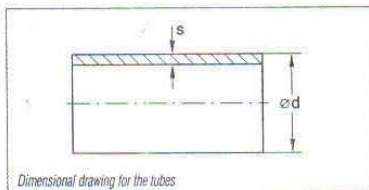
Technical Note

LEYBOLD manufactures to DIN Standard 28 404 with the following inside diameters:

- DN 63 ISO-K = 70 mm (2.76 in.)
- DN 100 ISO-K = 102 mm (4.02 in.)
- DN 160 ISO-K = 153 mm (6.02 in.)
- DN 250 ISO-K = 261 mm (10.28 in.)
- DN 320 ISO-K = 318 mm (12.52 in.)
- DN 400 ISO-K = 400 mm (15.75 in.)
- DN 500 ISO-K = 501 mm (19.72 in.)
- DN 630 ISO-K = 651 mm (25.63 in.)

Tubes (Steel 1.0308.07 / Stainless Steel 1.4435 and 1.4541)

These tubes are not part of our sales program! Information on tubes is only provided on an informal basis to supplement the information on the offered welding tubulations.



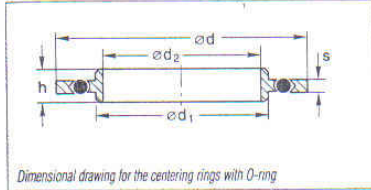
Dimensional drawing for the tubes

DN	ISO-K	63	100	160
d	mm (in.)	76 (2.99)	108 (4.25)	159 (6.14)
s	mm (in.)	3 (0.12)	4 (0.16)	4.5 (0.18)
Steel		X	X	X
d	mm (in.)	76.1 (3.00)	108 (4.25)	159 (6.14)
s	mm (in.)	2.9 (0.11)	2.9 (0.11)	3 (0.12)
Stainless steel				
1.4435		X	X	-
1.4541		-	-	X

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

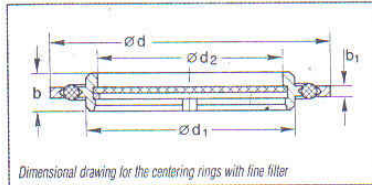
Centering Rings (Aluminum / Stainless Steel) with O-Ring (NBR)



Dimensional drawing for the centering rings with O-ring

DN	ISO-K	63	100	160	200	250	320	350	400	500	630	800	1000
d	mm	96	128	179	239	287	358	386	440	541	691	840	1040
	in.	3.78	5.04	6.93	9.41	11.30	14.09	15.2	17.32	21.9	27.2	33.07	40.94
d ₁	mm	70	102	153	213	261	318	350	400	501	651	800	1000
	in.	2.76	4.02	6.02	8.39	10.28	12.52	13.78	15.75	19.72	25.65	31.5	39.37
d ₂	mm	67	99	150	210	258	313	341	395	496	643	795	995
	in.	2.64	3.9	5.91	8.27	10.16	12.32	13.43	15.55	19.53	25.43	31.18	39.17
h	mm	8	8	8	8	8	14	16	14	14	14	14	14
	in.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.55	0.63	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
s	mm	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	5.6	3.9	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
	in.	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.22	0.15	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Aluminum/FPM	Part No.	268 41	268 42	268 43	268 44	268 45	268 46	-	268 47	268 48	268 49	268 50	268 51
Aluminum/CR	Part No.	268 05	268 06	268 09	268 19	268 17	268 18	268 13	268 14	268 15	268 16	-	-
Stainless Steel/FPM	Part No.	887 03	887 04	887 07	887 02	887 08	-	-	-	-	-	-	-

Centering Rings with Fine Filter (Stainless Steel 1.4301), O-Ring (FPM)

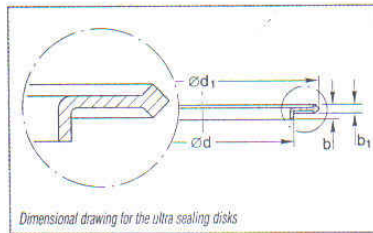


Dimensional drawing for the centering rings with fine filter

DN	ISO-K	63	100
b	mm	12	12
	in.	0.47	0.47
b ₁	mm	4	4
	in.	0.16	0.16
d	mm	96	128
	in.	3.78	5.04
d ₁	mm	70	102
	in.	2.76	4.02
d ₂	mm	62	94
	in.	2.44	3.7
Stainless steel	Part No.	887 20	887 21

Filter material: Stainless steel 1.4404, size of pores: 4 µm, separation grade: 1 µm particles to 98 %

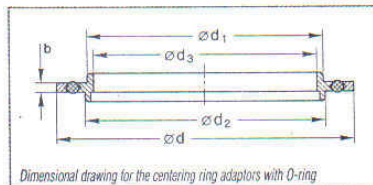
Ultra Sealing Disks (Aluminum 3.2315.70)



Dimensional drawing for the ultra sealing disks

DN	ISO-K / ISO-F	63	100	160	250
b	mm	4.5	4.5	4.5	4.5
	in.	0.18	0.18	0.18	0.18
b ₁	mm	2.6	2.6	2.6	2.6
	in.	0.10	0.10	0.10	0.10
d	mm	69.8	101.8	152.8	260.8
	in.	2.75	4.01	6.02	10.27
d ₁	mm	85.6	116.6	166.6	276.6
	in.	3.37	4.59	6.56	10.89
Aluminum	Part No.	886 24	886 25	886 26	886 27

Centering Ring Adaptors (Aluminum) with O-Ring (FPM), ISO-K to LF Standard



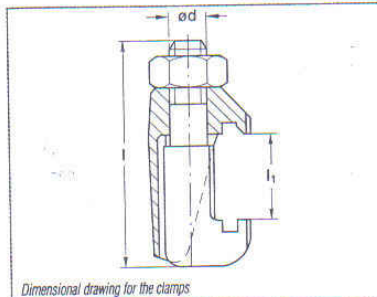
Dimensional drawing for the centering ring adaptors with O-ring

DN	ISO-K / LF	100 / 100	160 / 150	250 / 250
b	mm	4	4	4
	in.	0.16	0.16	0.16
d	mm	126	177	285
	in.	4.96	6.97	11.22
d ₁	mm	100	150	250
	in.	3.94	5.91	9.84
d ₂	mm	102	153	261
	in.	4.02	6.02	10.28
d ₃	mm	95	145	244
	in.	3.74	5.71	9.61
Aluminum/FPM	Part No.	105 25	105 35	105 45

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

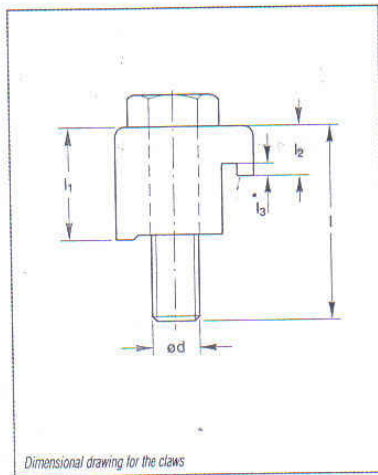
(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

Clamps for ISO-K



DN	ISO-K	63 - 250	63 - 250	320 - 400	500	630
Number of required clamps per connection		4	4	6	10	10
d	thread	M 10	M 10	M 12	M 12	M 12
l	mm	60	68	78	78	88
	in.	2.36	2.68	3.07	3.07	3.46
l ₁	mm	17 to 27	25 to 35	27 to 39	27 to 39	31 to 49
	in.	0.67 to 1.06	0.98 to 1.38	1.06 to 1.54	1.06 to 1.54	1.22 to 1.93
1 set = 4 clamps						
Galvanized steel 1.1181	Part No.	267 01	267 02	267 10	267 10	267 11
Stainless steel 1.4571	Part No.	887 99	-	887 50	887 50	887 51

Claws



Claws (Galvanized Steel 1.1181) for ISO-K

DN	ISO-K	63/100	160/250	320/500	630	
Number of required clamps per connection			4	4 / 6	6	10
d	thread		M 8	M 10	M 12	M 12
l	mm		35	35	50	55
	in.		1.38	1.38	1.97	2.17
l ₁	mm		22.5	23	36.5	41.5
	in.		0.89	0.91	1.44	1.63
l ₂	mm		8.6	9.1	15.9	16
	in.		0.34	0.36	0.63	0.63
l ₃	mm		2.5	2.5	2.5	2.5
	in.		0.10	0.10	0.10	0.10
1 set = 4 claws		Part No.	268 25	268 26	268 27	268 28

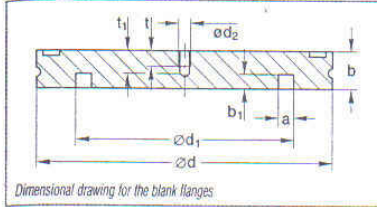
Claws for Sealing Groove (Galvanized Steel 1.1181) for ISO-K

DN	ISO-K	63/100	160/250	320/500	630	
d	thread	M 8	M 10	M 12	M 12	
l	mm	30	35	45	50	
	in.	1.18	1.38	1.77	1.97	
l ₁	mm	18.6	19	31	36.5	
	in.	0.73	0.75	1.22	1.44	
l ₂	mm	8.6	9.0	16.0	15.9	
	in.	0.34	0.35	0.63	0.63	
l ₃	mm	2.5	2.5	2.5	2.5	
	in.	0.10	0.10	0.10	0.10	
1 set = 4 claws		Part No.	268 76	268 77	268 78	268 27

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

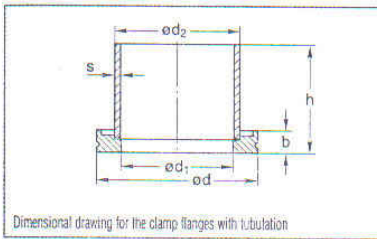
Blank Flanges (Nickel-Plated Steel 1.0037 / Stainless Steel 1.4301)



DN	ISO-K	63	100	160	200	250	320	400	500	630
a	mm	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	in.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
b	mm	12	12	12	12	12	17	17	17	22
	in.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.67	0.67	0.67	0.87
b ₁	mm	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	6.5	6.5	6.5	6.5
	in.	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.26	0.26	0.26	0.26
d	mm	95	130	180	240	290	370	450	550	690
	in.	3.74	5.12	7.09	9.45	11.42	14.57	17.72	21.65	27.17
d ₁	mm	70	102	153	213	261	318	400	501	651
	in.	2.76	4.02	6.02	8.39	10.28	12.52	15.75	19.72	25.63
d ₂	thread	M 8	M 8	M 8	M 8	M 8	M 8	M 8	M 8	M 8
t	mm	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	in.	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
t ₁	mm	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	in.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
Nickel-plated steel	Part No.	269 47	269 48	269 49	-	269 56	269 57	269 54	269 55	269 58
Stainless steel	Part No.	887 55	887 56	887 57	887 54	887 58	887 59	887 60	887 61	887 62

M 8 threaded bore from nominal size DN 500

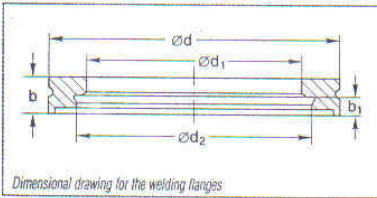
Clamp Flanges with Tubulation (Steel / Stainless Steel 1.4301)



DN	ISO-K	63	100	160	200	250	320	400	500	630
d	mm	95	130	180	240	290	370	450	550	690
	in.	3.74	5.12	7.09	9.45	11.42	14.57	17.72	21.65	27.17
d ₁	mm	70	102	153	213	261	318	400	501	651
	in.	2.76	4.02	6.02	8.39	10.28	12.52	15.75	19.72	25.63
d ₂	mm	76.1	108	159	219.1	267	324	406	508	660
	in.	3.00	4.25	6.26	8.63	10.51	12.76	15.98	20.00	25.98
h	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	in.	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94
s (steel)	mm	2.9	2.9	2.9	-	3	3	3	4	5
	in.	0.11	0.11	0.11	-	0.12	0.12	0.12	0.16	0.20
s (stainless steel)	mm	2.3	2	2	3	3	3	3	4	5
	in.	0.09	0.08	0.08	0.12	0.12	0.12	0.12	0.16	0.20
b	mm	12	12	12	12	12	17	17	17	22
	in.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.67	0.67	0.67	0.87
Steel	Part No.	269 04	269 05	269 06	-	269 17	269 18	269 14	269 15	269 16
Stainless steel	Part No.	886 40	886 41	886 42	886 43	887 18	887 19	886 46	886 47	886 48

C13

Welding Flanges

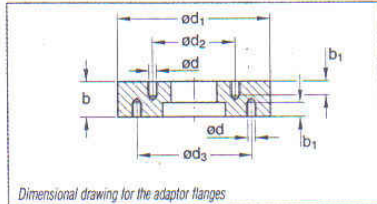


DN	ISO-K	63	100	160	200	250
b	mm	12	12	12	12	12
	in.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
b ₁	mm	6	6	6	6	6
	in.	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
d	mm	95	130	180	240	290
	in.	3.74	5.12	7.09	9.45	11.42
d ₁	mm	70	102	153	213	261
	in.	2.76	4.02	6.02	8.39	10.28
d ₂	mm	76.6	108.7	159.8	219.8	267.8
	in.	3.02	4.28	6.29	8.65	10.54
Steel 1.0031	Part No.	269 61	269 62	269 63	-	269 65
Stainless steel 1.4301	Part No.	886 61	886 62	886 63	886 64	886 65

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

Adaptor Flanges

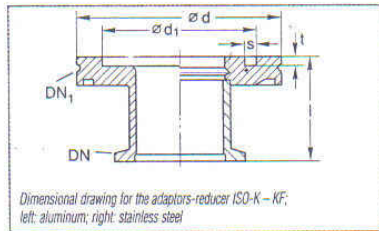


DN		Flange		Centering ring	Centering ring
		320 ISO-F / 350 ISO-F	350 ISO-F / 400 ISO-F	320 ISO-K	350 ISO-K
b	mm	30	35	-*)	-*)
	in.	1.18	1.38	-*)	-*)
b ₁	mm	18	18	18	18
	in.	0.71	0.71	0.71	0.71
d	thread	M 12	M 12	M 12	M 12
d ₁	mm	455	510	-*)	-*)
	in.	17.91	20.08	-*)	-*)
d ₂	mm	395	425	-*)	-*)
	in.	15.55	16.73	-*)	-*)
d ₃	mm	425	480	-*)	-*)
	in.	16.73	18.90	-*)	-*)
Nickel-plated steel 1.0037 Part No.		269 19	269 20	268 18	268 13

Bolts are not included! 24x M 12 x 40 mm (1.57 in.) bolts are required, 1 bolt (steel) Part No. 201 02 381

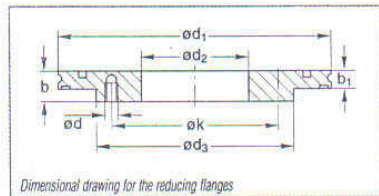
*) Fore figure and dimensions see centering rings in section "(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components"

Adaptors-Reducers ISO-K - KF



DN	ISO-K / KF	63 / 40	63 / 50	100 / 40
d	mm	95	95	130
	in.	3.74	3.74	5.12
d ₁	mm	70	70	102
	in.	2.76	2.76	4.02
l	mm	40	45	40
	in.	1.57	1.77	1.57
s	mm	5	5	5
	in.	0.2	0.2	0.2
t	mm	4.5	4.5	4.5
	in.	0.16	0.16	0.16
Weight	kg	0.5	0.6	0.8
	lbs	1.1	1.32	1.77
Stainless steel 1.4305 Part No.		887 40	887 41	887 42
Aluminum 3.2315.71 Part No.		269 40	269 41	-

Reducing Flanges (Stainless Steel 1.4301)

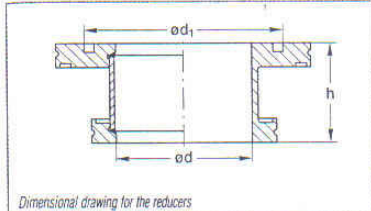


DN	ISO-K	160/63	160/100	200/100	200/160	250/160
b	mm	22	25	20	25	22
	in.	0.87	0.98	0.79	0.98	0.87
b ₁	mm	12	12	12	12	12
	in.	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
d	thread	M 8	M 8	M 8	M 10	M 10
d ₁	mm	180	180	240	240	290
	in.	7.09	7.09	9.49	9.49	11.42
d ₂	mm	130	165	165	225	225
	in.	5.12	6.50	6.50	8.86	8.86
d ₃	mm	70	102	102	153	153
	in.	2.76	4.02	4.02	6.02	6.02
k	mm	110	145	145	200	200
	in.	4.33	5.71	5.71	7.87	7.87
Stainless steel Part No.		886 14	886 15	886 17	886 16	886 50

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

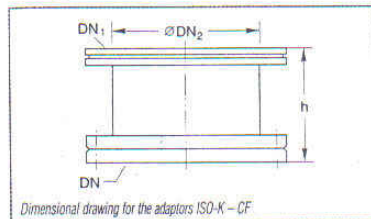
(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

Reducers (Stainless Steel 1.4305)



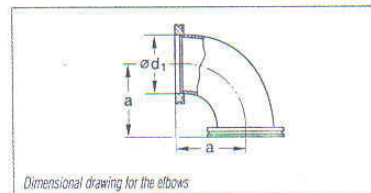
DN	ISO-K	100/63	250/200
d	mm	70	213
	in.	2.76	8.39
d ₁	mm	102	261
	in.	4.02	10.28
h	mm	50	50
	in.	1.97	1.97
Stainless steel	Part No.	887 89	887 93

Adaptors ISO-K – CF



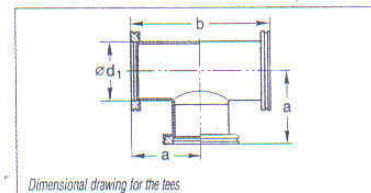
DN	CF	63	100	160
Outside diameter	in.	4 1/2"	6"	8"
DN ₁	ISO-K	63	100	160
DN ₂	mm	63	100	150
	in.	2.48	3.94	5.91
h	mm	90	90	90
	in.	3.54	3.54	3.54
Stainless steel DIN 1.4301	Part No.	837 01	837 02	837 03

Elbows (Stainless Steel 1.4301); from DN 160 ISO-K Pipe Bend



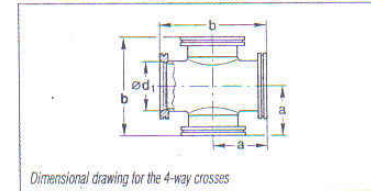
DN	ISO-K	63	100	160	250
a	mm	88	108	138	208
	in.	3.46	4.25	5.43	8.19
d ₁	mm	70	102	153	261
	in.	2.76	4.02	6.02	10.28
Weight	kg	1.1	2.2	5.9	9.9
	lbs	2.43	4.8	13.02	21.85
Conductance	l/s	208	470	1200	3700
Stainless steel	Part No.	887 25	887 26	887 27	887 28

Tees (Stainless Steel 1.4301)



DN	ISO-K	63	100	160	250
a	mm	88	108	138	208
	in.	3.46	4.25	5.43	8.19
b	mm	176	216	276	416
	in.	6.93	8.50	10.87	16.38
d ₁	mm	70	102	153	261
	in.	2.76	4.02	6.02	10.28
Weight	kg	1.6	3.2	7.6	17.0
	lbs	3.53	7.06	16.78	37.53
Stainless steel	Part No.	887 35	887 36	887 37	887 38

4-Way Crosses (Stainless Steel 1.4301)

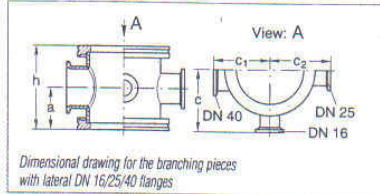


DN	ISO-K	63	100	160	250
a	mm	88	108	138	208
	in.	3.46	4.25	5.43	8.19
b	mm	176	216	276	416
	in.	6.93	8.50	10.87	16.38
d ₁	mm	70	102	153	261
	in.	2.76	4.02	6.02	10.28
Stainless steel	Part No.	887 45	887 46	887 47	887 48

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

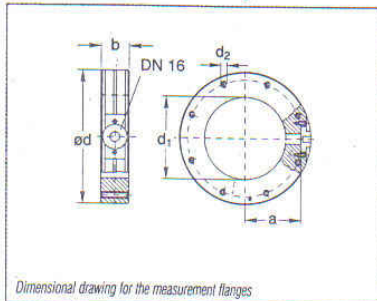
(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

Branching Pieces with Lateral DN 16/25/40 KF Flanges (Stainless Steel 1.4301)



DN	ISO-K	63	100	160
a	mm	44	50	50
	in.	1.73	1.97	1.97
h	mm	88	100	100
	in.	3.46	3.94	3.94
c	mm	66	82	107
	in.	2.60	3.23	4.21
c ₁	mm	59	77	105
	in.	2.32	3.03	4.13
c ₂	mm	64	80	107
	in.	2.52	3.15	4.21
Stainless steel	Part No.	886 71	886 72	886 73

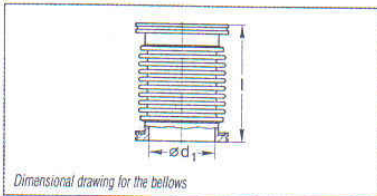
Measurement Flanges



DN	ISO-K	63	100	160
a	mm	52.3	71.3	102.3
	in.	2.06	2.81	4.03
b	mm	30	30	30
	in.	1.18	1.18	1.18
d	mm	130	165	225
	in.	5.12	6.50	8.86
d ₁	mm	70	102	153
	in.	2.76	4.02	6.02
d ₂	thread	M 8	M 8	M 10
Number of threaded holes		4	8	8
Stainless steel 1.4301	Part No.	286 60	286 61	286 62
Aluminum 3.2315.62	Part No.	-	272 61	272 62
Recommended centering ring	Part No.	887 03	887 04	887 07
Required claws kits	Part No. 286 25	2 kits	4 kits	-
Required claws kits	Part No. 286 26	-	-	4 kits

A connection requires: 2 centering rings (stainless steel 1.4301) with O-ring (FPM), see section "(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components"

Bellows (Stainless Steel 1.4571) with Flanges (Stainless Steel 1.4391)



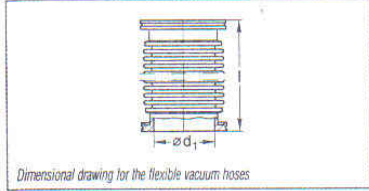
DN	ISO-K	63	100	160	250
d ₁	mm	70	102	153	261
	in.	2.76	4.02	6.02	10.78
l	mm	132	132	150	200
	in.	5.20	5.20	5.91	7.87
Weight	kg	1.0	3.9	6.2	9.3
	lbs	2.21	8.61	13.69	20.53
Max. extension, axial	mm	40	56	44	60
	in.	1.57	2.20	1.73	2.36
Compression	mm	20	28	22	30
	in.	0.79	1.10	0.87	1.18
Tension	mm	20	28	22	30
	in.	0.79	1.10	0.87	1.18
Max. bending angle	Degress ¹⁾	± 30°	± 30°	± 14°	± 13°
Lateral displacement	mm	7	9	3.5	4.5
	in.	0.28	0.35	0.14	0.18
Stainless steel	Part No.	887 70	887 71	887 72	887 68

¹⁾ When utilizing the maximum bend, no extension along the axial axis will be possible!

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

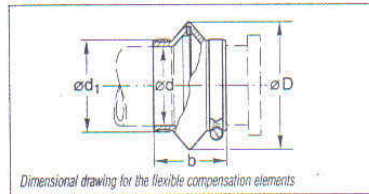
(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components

Flexible Vacuum Hoses (Stainless Steel 1.4571) with Flanges (Stainless Steel 1.4301)



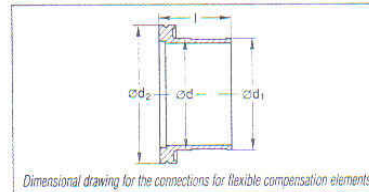
DN	ISO-K	63	63	63	63	100	100	100	100
d ₁	mm	70	70	70	70	102	102	102	102
	in.	2.76	2.76	2.76	2.76	2.76	4.02	4.02	4.02
l	mm	250	500	750	1000	250	500	750	1000
	in.	9.84	19.69	29.53	39.37	9.84	19.69	29.53	39.37
Max. bending radius									
with multiple bending	mm	250	250	250	250	370	370	370	370
	in.	9.84	9.84	9.84	9.84	14.57	14.57	14.57	14.57
with single bend	mm	160	160	160	160	240	240	240	240
	in.	8.30	8.30	8.30	8.30	9.45	9.45	9.45	9.45
Stainless steel	Part No.	868 37	867 97	868 34	868 07	868 38	867 98	868 35	868 08

Flexible Compensation Elements (CR)



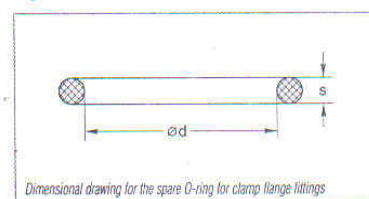
DN	ISO-K	63	100	160
D	mm	120	150	200
	in.	4.72	5.91	7.87
d	mm	75	106	155
	in.	2.95	4.17	6.10
d ₁	mm	85	116	165
	in.	3.35	4.57	6.50
b	mm	70	72	72
	in.	2.76	2.83	2.83
CR	Part No.	272 23	272 24	272 25

Connections for Flexible Compensation Elements (Aluminum 3.2315.71)



DN	ISO-K	63	100	160
d	mm	70	102	150
	in.	2.76	4.02	5.91
d ₁	mm	76	107	156
	in.	2.99	4.21	6.14
d ₂	mm	95	130	180
	in.	3.74	5.12	7.09
l	mm	51	56	56
	in.	2.01	2.20	2.20
Aluminum	Part No.	272 35	272 36	272 37

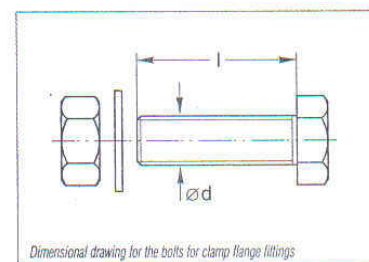
Spare O-Ring Gaskets for Clamp Flange Fittings



DN	ISO-K	63	100	160	200	250	320	400	500	630	800	1000
d	mm	75	107	158	208	253	329	405	506	658	808	1006
	in.	2.95	4.21	6.22	8.19	9.96	12.95	15.94	19.92	25.90	31.80	39.61
s	mm	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7
	in.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
CR	Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request
FPM	Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request

C13

Bolts for Clamp Flange Fittings



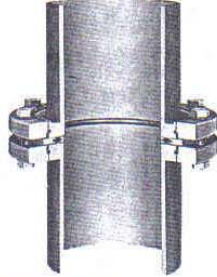
DN	ISO-K	63 - 100	160 - 250	320 - 500	630
Dimensions					
d	thread	M 8	M 10	M 12	M 12
	mm	40	50	70	80
l	mm	1.57	1.97	2.76	3.15
	in.	1.57	1.97	2.76	3.15
Quantity per set					
Bolts		8	12	16	20
Nuts		8	12	16	20
Washers		8	12	16	20
Set	Part No.	887 81	887 82	887 83	887 84

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-F and DIN 2501 Fixed Flange Fittings

ISO-F and DIN 2501 Fixed Flange Fittings, ND 6

Note: ND 6 states a dimension and does not refer to an operating pressure of 6 bar!

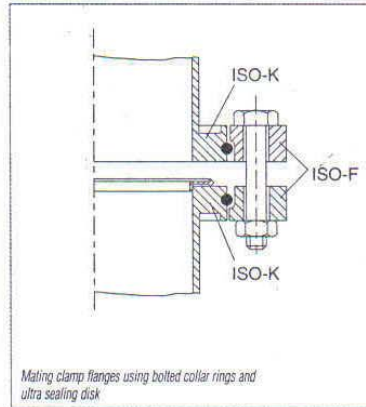


Mating clamp flanges with tubulation using collar rings and sealing disk

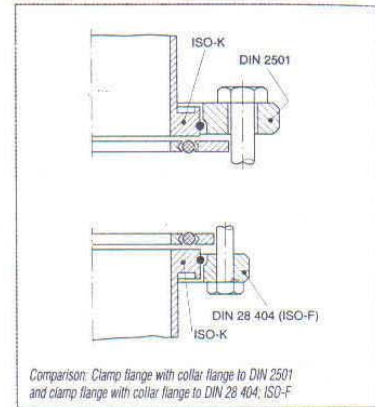
In addition to clamp flange connections, fixed welded flanges (ISO-F or to DIN 2501) are used in the area of vacuum engineering to interconnect valves, pumps and other components.

Advantages to the User

- ◆ A high vacuum seal is maintained also at large nominal width and high mechanical loads
- ◆ Evenly distributed sealing force through a large number of bolts
- ◆ Can be easily adapted to other flange systems
- ◆ Vacuum sealing disks consist of a CR O-ring seal with inner and outer aluminum ring
- ◆ Fixed flanges and collar flanges may also be constructed as all-metal seals by using ultra sealing disks



Mating clamp flanges using bolted collar rings and ultra sealing disk



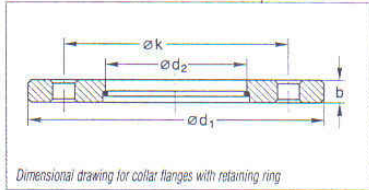
Comparison: Clamp flange with collar flange to DIN 2501 and clamp flange with collar flange to DIN 28 404, ISO-F

Collar Flange	Steel	Stainless Steel
Bolts and nuts	Galvanized 8.8 steel	1.4404
Retaining ring	Steel	1.4310

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

ISO-F Fixed Flange Fittings

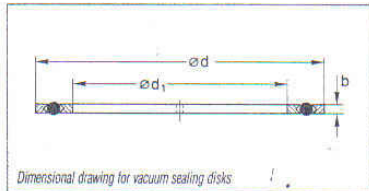
ISO-F Collar Flanges with Retaining Ring for use with Clamp Flange Fittings (Steel 1.0037)



Dimensional drawing for collar flanges with retaining ring

DN	ISO-F	63	100	160	200	250	320	400	500	630
d_1	mm	130	165	225	285	335	425	510	610	750
	in.	5.12	6.50	8.86	11.22	13.19	16.73	20.08	24.02	29.53
d_2	mm	95.6	130.6	180.9	240.9	290.9	370.8	451	551	691
	in.	3.76	5.14	7.12	9.48	11.45	14.60	17.76	21.69	27.2
k	mm	110	145	200	260	310	395	480	580	720
	in.	4.93	5.71	7.87	10.24	12.20	15.51	18.90	22.83	28.35
b	mm	12	12	16	16	16	20	20	20	24
	in.	0.47	0.47	0.63	0.63	0.63	0.79	0.79	0.79	0.79
Nickel-plated steel										
Part No.		267 67	267 70	267 71	267 68	267 72	267 76	267 74	267 75	267 77

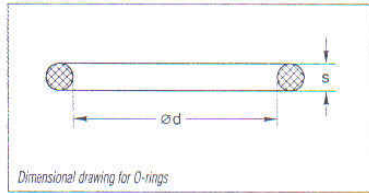
Vacuum Sealing Disks for ISO-F Flanges (Aluminum/CR)



Dimensional drawing for vacuum sealing disks

DN	ISO-F	63	100	160	250	320	400	500	630	800	1000
d	mm	98	132	185	295	375	460	560	701	870	1070
	in.	3.86	5.20	7.28	11.61	14.76	18.11	22.05	27.60	34.25	42.13
d_1	mm	73	107	160	270	330	415	515	656	825	1025
	in.	2.87	4.21	6.3	10.63	12.99	16.34	20.28	25.83	32.48	40.35
b	mm	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
	in.	0.16	0.16	0.16	0.16	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Al/CR	Part No.	171 09	171 10	171 11	171 12	171 19	171 14	171 15	171 16	171 17	171 18

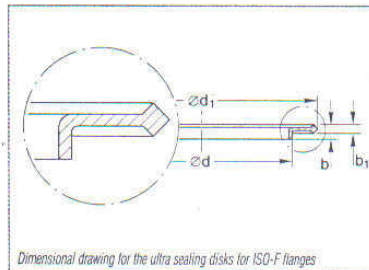
Spare O-Ring Gaskets ISO-F Flange Connection



Dimensional drawing for O-rings

DN	ISO-F	63	100	160	250	320	400	500	630	800	1000
d	mm	80	110	165	265	325	412	510	640	820	1023
	in.	3.15	4.33	6.50	10.43	12.75	16.22	20.08	25.20	32.28	40.28
s	mm	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8
	in.	0.20	0.20	0.20	0.20	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31
CR	Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request

Ultra Sealing Disks (Aluminum 3.2315.71) for ISO-F Flanges

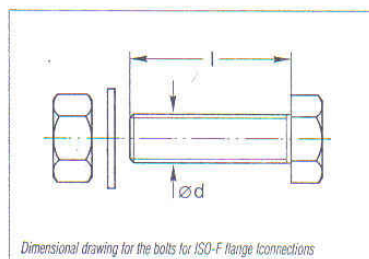


Dimensional drawing for the ultra sealing disks for ISO-F flanges

DN	ISO-K / ISO-F	63	100	160	250
b	mm	4.5	4.5	4.5	4.5
	in.	0.18	0.18	0.18	0.18
b_1	mm	2.6	2.6	2.6	2.6
	in.	0.10	0.10	0.10	0.10
d	mm	69.8	101.8	152.8	260.8
	in.	2.75	4.01	6.02	10.27
d_1	mm	85.6	116.6	166.6	276.6
	in.	3.37	4.59	6.56	10.89
Aluminum	Part No.	886 24	886 25	886 26	886 27



Bolts for ISO-F Flange Connection



Dimensional drawing for the bolts for ISO-F flange connections

DN	ISO-K	63 - 100	160 - 250	320 - 500	630	
Dimensions	d	thread	M 8	M 10	M 12	M 12
	l	mm	40	50	70	80
		in.	1.57	1.97	2.76	3.15
Quantity per set	Bolts		8	12	16	20
	Nuts		8	12	16	20
	Washers		8	12	16	20
	Set	Part No.	887 81	887 82	887 83	887 84

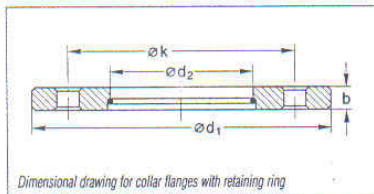
Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

DIN 2501 Fixed Flange Fittings

DIN 2501 Fixed Flange Fittings; Dimensions to DIN 2501, ND 6

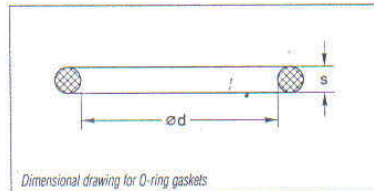
Note: ND 6 states a dimension and does not refer to an operating pressure of 6 bar!

Collar Flanges with Retaining Ring (Steel 1.0037)



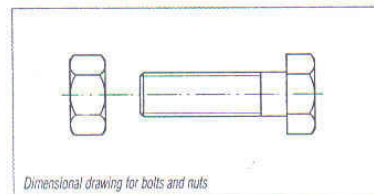
DN	DIN	63	100	160	250
d_1	mm	160	210	265	375
	in.	6.30	8.27	10.43	14.76
d_2	mm	95.6	130.6	180.9	290.9
	in.	3.76	5.14	7.12	11.45
k	mm	130	170	225	335
	in.	5.12	6.69	8.86	13.19
b	mm	12	15	15	15
	in.	0.47	0.59	0.59	0.59
Part No.		267 47	267 50	267 51	267 52

Spare O-Ring Gaskets for Vacuum Sealing Disks DIN 2501



DN	DIN	63	100	160	250
d	mm	80	110	165	272.4
	in.	3.15	4.23	6.50	10.72
s	mm	5	5	5	6.99
	in.	0.20	0.20	0.20	0.28
FPM	Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request

Bolts and Nuts for DIN Collar Flange



DN	DIN	63	100	160	250
Dimensions					
d	thread	M 12	M 16	M 16	M 15
l	mm	40	50	50	50
	in.	1.57	1.97	1.97	3.15
Number of bolts/nuts required		4	8	8	12
1 bolt (galvanized 8.8 steel)	Part No.	201 02 381	201 02 434	201 02 434	201 02 434
1 nut (galvanized 8.8 steel)	Part No.	211 01 115	211 01 117	211 01 117	211 01 117

For sealing ISO-K flanges see the centering rings described in the section "(ISO-K) Clamp Flange Fittings and Components".

Important: In the table of Section "General" the German designation for the type of steel is also stated in accordance with AISI.

Vacuum Greases and Oils

Vacuum Greases and Oils

Ramsay greases for lubricating ground joints and drain valve in fore-vacuum lines consist of special grades of paraffin jelly to which caoutchouc is added for attaining the specific consistence.

Ramsay grease, thick is used to lubricate ground joints. Usable down to 10^{-2} mbar (0.75×10^{-2} Torr).

Ramsay grease, soft is used to lubricate drain valves. Usable down to 10^{-2} mbar (0.75×10^{-2} Torr).

Gleitlen is a special grease used to lubricate stirrer shafts (KPG stirrers, among others) of all sizes in the laboratory. Usable down to 10^{-2} mbar (0.75×10^{-2} Torr).

Lithelen contains lithium compounds, and all components contributing to higher vapor pressures have been removed through high-vacuum pre-processing. It may be used within a wide temperature range (from 0 °C to 150 °C (32 °F to 302 °F)) and in all applications from atmospheric pressure down to 10^{-8} mbar (0.75×10^{-8} Torr).

DYNAFAT is used to lubricate gaskets.

Silicone high-vacuum grease Dow Corning contains compounds of a high molecular weight together with chain elements containing silicon and oxygen.

At temperatures over 220 °C (428 °F) the silicone grease will polymerise giving off gas. It may be used within a wide temperature range (from -40 °C to 180 °C (-40 °F to 356 °F)) and in all applications from atmospheric pressure down to 10^{-6} mbar (0.75×10^{-6} Torr).

For all lubricants in our line of products you may obtain Safety Data Sheets in accordance with 91/155/EWG from the Dept. Application Support in Cologne.

Overview Sealing Greases

Application Data	Ramsay grease, thick	Ramsay grease, soft	Gleitlen	LITHELEN	Silicone high-vacuum grease	DYNAFAT
Purpose	Greasing of ground joints and drain valves, usable down to pressures of 10^{-2} mbar (0.75×10^{-2} Torr)	Greasing of ground joints and drain valves, usable down to pressures of 10^{-2} mbar (0.75×10^{-2} Torr)	Lubrication of stirrer shafts (KPG stirrers)	Greasing of ground joints and drain valves at low pressures and high working temperatures	Greasing of ground joints and drain valves at low pressures and high working temperatures	Lubrication of gaskets
Technical Data	Ramsay grease, thick	Ramsay grease, soft	Gleitlen	LITHELEN	Silicone high-vacuum grease	DYNAFAT
Vapor pressure at 20 °C (68 °F) mbar	10^{-4} (0.75×10^{-4} Torr)	10^{-4} (0.75×10^{-4} Torr)	10^{-4} (0.75×10^{-4} Torr)	10^{-10} (0.75×10^{-10} Torr)	10^{-74} (0.75×10^{-4} Torr)	No information
Dripping point °C (°F)	> 56 (> 133)	> 56 (> 133)	> 50 (> 122)	> 210 (> 410)	1)	148 (298)
Max. working temperature °C (°F)	30 (86)	30 (86)	30 (86)	150 (302)	200 (392)	110 (230)
Ordering Information	Ramsay grease, thick	Ramsay grease, soft	Gleitlen	LITHELEN	Silicone high-vacuum grease	DYNAFAT
Tin 50 g	Part No. 177 32	Part No. 177 42	Part No. 176 38	-	-	-
Tube 50 g	-	-	-	Part No. 176 44	Part No. 210 502	-
Tube 100 g	-	-	-	-	-	Part No. 210 500



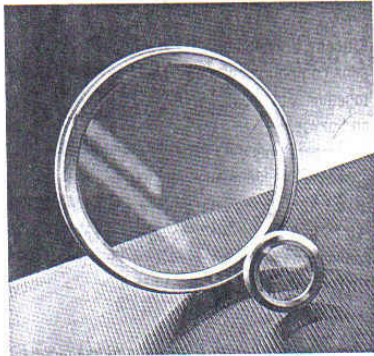
Overview Oils

Application Data	DIFFELEN normal
Purpose	Rotary feedthroughs
Technical Data	DIFFELEN normal
Vapor pressure at 20 °C (68 °F) mbar	2×10^{-9} (1.5×10^{-9} Torr)
Max. working temperature °C (°F)	120 (33.8)
Ordering Information	DIFFELEN normal
Bottle 500 ml (0.53 qt)	Part No. 176 73

1) over 220 °C (428 °F) polymerisation

Observation Windows

Observation Windows for Vacuum Systems

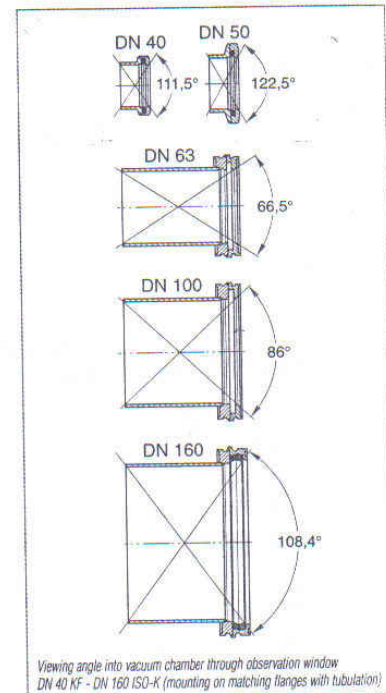
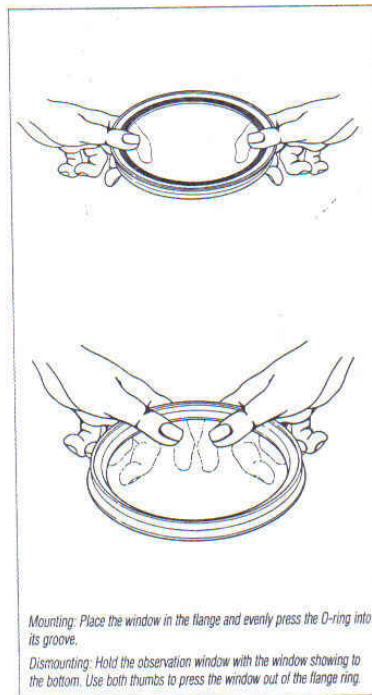


Observation of the phenomena in the vacuum chamber is very important for many vacuum processes. Measurements and monitoring can often be accomplished only by means of external instruments used under normal atmospheric pressure conditions.

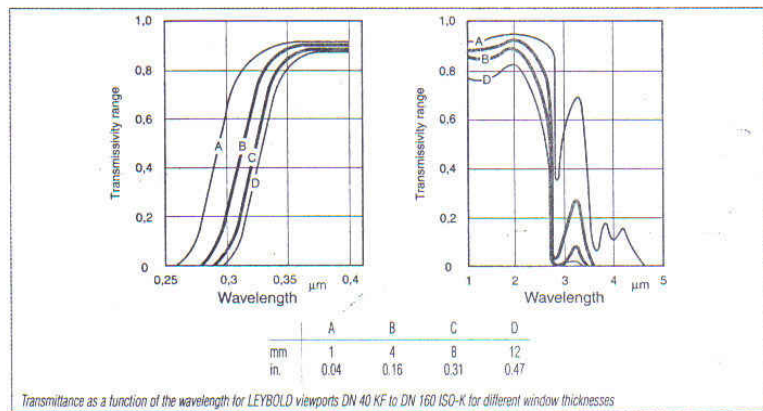
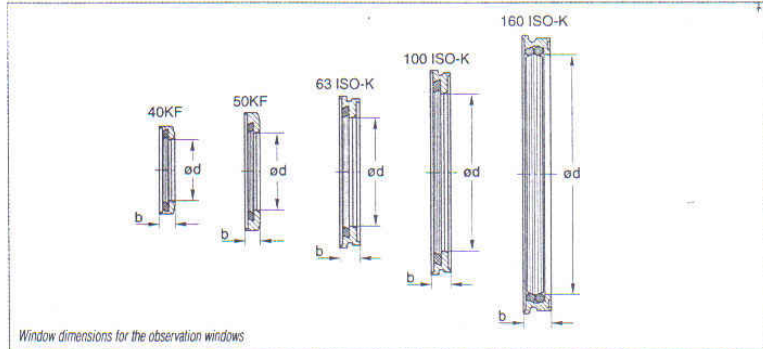
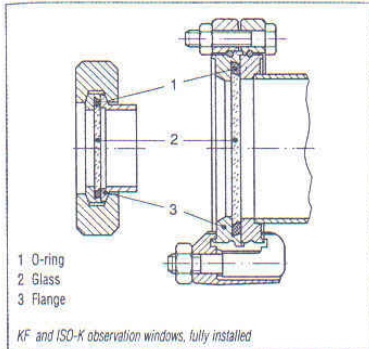
This calls for highly transparent, rugged observation windows featuring a wide angle view.

Advantages to the User

- ◆ Flat design
- ◆ Easy to fit and remove
- ◆ Easy to clean
- ◆ Wide viewing angle
- ◆ Can be baked out up to 150 °C (302 °F)
- ◆ May be combined with KF and ISO-K components
- ◆ No special mounting components are required
- ◆ The FPM O-ring seals against the atmosphere
- ◆ Each observation window is subjected to a leak test (thereby ensuring safe operation!)



Observation Windows



Technical Data

DN		40 KF	50 KF	63 ISO-K	100 ISO-K	160 ISO-K
Thickness of glass window	mm	4	4	4	5	11
	in.	0.16	0.16	0.16	0.20	0.43
Diameter	mm	44	53	75.2	108.8	159
	in.	1.73	2.09	2.96	4.28	6.26
b	mm	10	10	13.5	13.5	18.5
	in.	0.39	0.39	0.53	0.53	0.73
d	mm	40	50	70	102	152
	in.	1.57	1.97	2.76	4.02	5.98
Viewing angle	°	112	123	66	86	108
Max. pressure				≤ 1000 mbar	≤ 1000 mbar	≤ 1500 mbar
				≤ 750 Torr	≤ 750 Torr	≤ 750 Torr

The glass used is a borosilicate glass with a refractive index of $n = 1.472$
 Transmissivity in the range from 0.25 to 5 μm see figures
 Thermal expansion coefficient $3.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (20 to 150 (68 °F to 302 °F))
 Dielectric constant (permittivity at 25 °C (77 °F)) 5.0 to 50 Hz, 4.7 at 10 kHz
 Flange material Stainless steel 1.4301
 Glass material Borosilicate
 O-ring material FPM

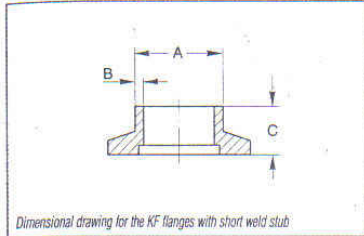
Ordering Information

DN	40 KF	50 KF	63 ISO-K	100 ISO-K	160 ISO-K
Part No.	upon request	upon request	upon request	upon request	upon request

ISO-KF Flange Fittings and Components

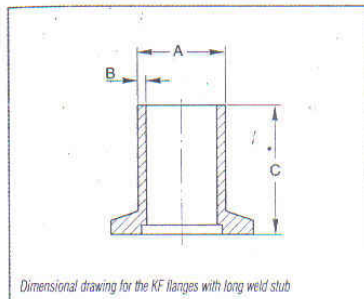
Version for the North and South American Continents

KF Flanges with Short Weld Stub, Standard-Inch Diameters



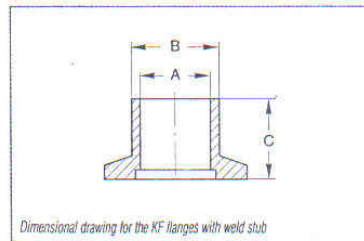
DN	KF	16	25	40	50
∅ A	mm	19	25.4	38.1	50.8
	in.	0.75	1.00	1.50	2.00
B	mm	1.7	1.7	2.1	2.1
	in.	0.065	0.065	0.083	0.083
C	mm	12.7	12.7	19.0	19.0
	in.	0.50	0.50	0.75	0.75
Tube fitting O. D. size		3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "
Stainless steel	Part No.	899 611	899 612	899 614	899 615

KF Flanges with Long Weld Stub, Standard-Inch Diameters



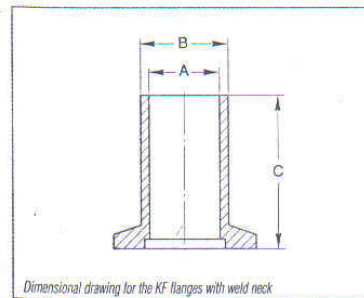
DN	KF	16	25	40	50
∅ A	mm	19	25.4	38.1	50.8
	in.	0.75	1.00	1.50	2.00
B	mm	1.7	1.7	2.1	2.1
	in.	0.065	0.065	0.083	0.083
C	mm	40.0	40.0	40.0	40.0
	in.	1.575	1.575	1.575	1.575
Tube fitting O. D. size		3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "
Stainless steel	Part No.	899 621	899 622	899 624	899 625

KF Flanges with Weld Stub, Metric Diameters



DN	KF	16	25	40	50
∅ A	mm	16	25	40	50
	in.	0.630	0.984	1.575	1.968
∅ B	mm	20	28	45	55
	in.	0.787	1.102	1.772	1.165
C	mm	16	19	25	25
	in.	0.630	0.750	0.984	0.984
Stainless steel	Part No.	884 21	884 22	884 23	883 85

KF Flanges with Weld Neck, Metric Diameters



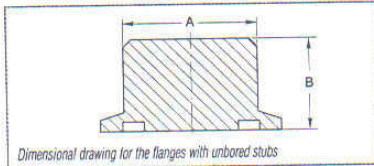
DN	KF	16	25	40
∅ A	mm	16	25	40
	in.	0.630	0.984	1.575
∅ B	mm	20	28	45
	in.	0.787	1.102	1.772
C	mm	57	57	57
	in.	2.250	2.250	2.250
Stainless steel	Part No.	884 31	884 32	884 33

Flanges, Flange and Fittings

ISO-KF Flange Fittings and Components

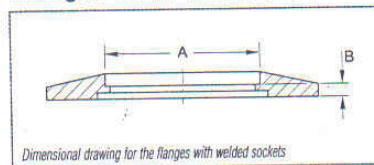
Version for the North and South American Continents

Flanges with Unbored Stub



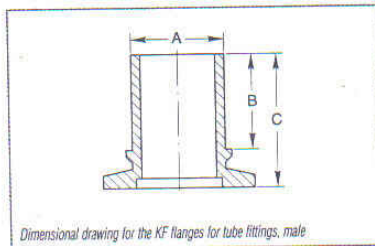
DN	KF	16	25	40	
∅ A	mm	19	25.4	38	
	in.	0.75	1.00	1.50	
B	mm	25.4	25.4	25.4	
	in.	1.00	1.00	1.00	
Stainless steel		Part No.	899 660	899 662	899 662

Flanges with Welded Socket



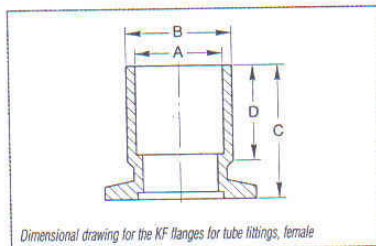
DN	KF	16	25	40	50	
∅ A	mm	17.3	26.2	41.1	52.1	
	in.	0.68	1.03	1.62	2.05	
B	mm	3.0	3.0	3.0	3.0	
	in.	0.12	0.12	0.12	0.12	
Tube fitting O. D. size		3/4 "	1 "	1 1/2 "	2 "	
Stainless steel		Part No.	899 631	899 632	899 634	899 635

KF Flanges for Tube Fittings, Male



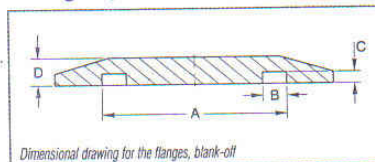
DN	KF	16	25	40	40	
∅ A	mm	19.0	29.0	44.5	41.0	
	in.	0.750	1.125	1.750	1.625	
B	mm	17.5	29.0	29.0	29.0	
	in.	0.688	1.125	1.125	1.125	
C	mm	29.0	35.0	46.0	46.0	
	in.	1.125	1.375	1.812	1.812	
Tube fitting I. D. size		3/4 "	1 1/8 "	1 3/4 "	1 5/8 "	
Stainless steel		Part No.	910-280-119	910-280-120	910-280-126	910-280-121

KF Flanges for Tube Fittings, Female



DN	KF	16	25	40	40	
∅ A	mm	19.0	29.0	54.0	41.0	
	in.	0.754	1.130	2.130	1.630	
∅ B	mm	22.0	32.0	57.0	44.5	
	in.	0.875	1.250	2.240	1.750	
C	mm	25.4	35.0	35.0	35.0	
	in.	1.000	1.375	1.375	1.375	
D	mm	13.0	17.0	16.0	19.0	
	in.	0.500	0.672	0.625	0.750	
Tube fitting O. D. size		3/4 "	1 1/8 "	2 1/8 "	1 5/8 "	
Stainless steel		Part No.	910-280-122	910-280-123	910-280-124	910-280-125

Flanges, Blank-Off

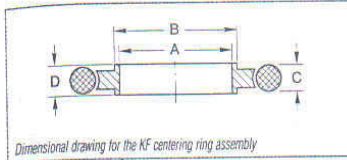


DN	KF	16	25	40	50	
∅ A	mm	17.0	26.0	41.0	52.0	
	in.	0.677	1.031	1.622	2.055	
B	mm	4.0	3.5	5.0	2.5	
	in.	0.157	0.138	0.197	0.098	
C	mm	2.5	2.5	2.5	2.5	
	in.	0.098	0.098	0.098	0.098	
D	mm	5.0	5.0	5.0	5.0	
	in.	0.197	0.197	0.197	0.197	
Aluminum		Part No.	184 46	184 47	184 48	-
Stainless steel		Part No.	884 36	884 37	884 38	884 45

ISO-KF Flange Fittings and Components

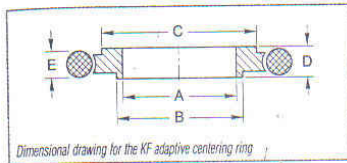
Version for the North and South American Continents

Centering Ring Assembly



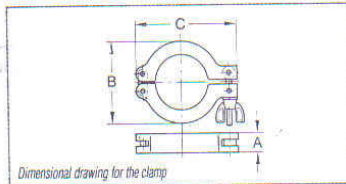
DN	KF	16	25	40	50	
∅ A	mm	16	25	40	50	
	in.	0.630	0.984	1.575	1.976	
∅ B	mm	17	26	41	52	
	in.	0.669	1.024	1.614	2.047	
C	mm	4	4	4	4	
	in.	0.154	0.154	0.154	0.154	
D	mm	8	8	8	8	
	in.	0.315	0.315	0.315	0.315	
Stainless steel with VITON O-Ring		Part No.	883 46	883 47	883 48	883 25

Adaptive Centering Ring



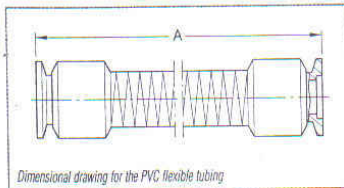
DN	KF	10/16	20/25	32/40	
∅ A	mm	10	20	32	
	in.	0.394	0.787	1.260	
∅ B	mm	12	22	34	
	in.	0.472	0.866	1.338	
∅ C	mm	17	26	41	
	in.	0.669	1.024	1.614	
D	mm	8	8	8	
	in.	0.315	0.315	0.315	
E	mm	4	4	4	
	in.	0.156	0.156	0.156	
Stainless steel with VITON O-Ring		Part No.	883 56	883 57	883 58

Clamp



DN	KF	10/16	25	40	50	
A	mm	16	16	16	25	
	in.	0.630	0.630	0.630	0.984	
B	mm	44	55	70	95	
	in.	1.732	2.165	2.756	3.740	
C	mm	62	73	90	123	
	in.	2.441	2.874	3.543	4.843	
Aluminum		Part No.	230-60-101	230-60-102	230-60-103	183 45

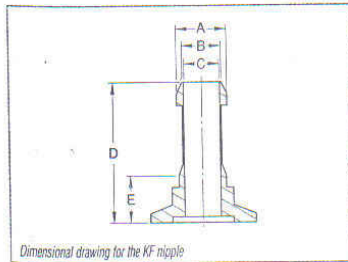
PVC Flexible Tubing



DN	KF	16	25	40
A	mm	500	500	500
	in.	19.685	19.685	19.685
20 in.	Part No.	185 76	185 77	185 78
A	mm	1000	1000	1000
	in.	39.370	39.370	39.370
40 in.	Part No.	185 96	185 97	185 98

Not for use in overpressure applications

KF Nipple, American Standard



DN	KF	16	16	25	
∅ A	mm	9.5	16.1	16.1	
	in.	0.375	0.635	0.635	
∅ B	mm	7.6	14.3	14.3	
	in.	0.300	0.563	0.563	
∅ C	mm	5.6	11.9	11.9	
	in.	0.219	0.469	0.469	
D	mm	40	40	40	
	in.	1.575	1.575	1.575	
E	mm	12.7	12.7	12.7	
	in.	0.500	0.500	0.500	
Tubing size		1/4 "	1/2 "	1/2 "	
Aluminum		Part No.	899 674	899 675	899 676

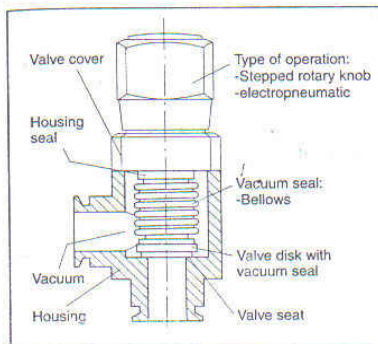
**Anexo D: Válvulas y Compuertas para Vacío [LEYBOLD, 2001-
2002]**



The LEYBOLD Valve Program

The long-standing experience of LEYBOLD in the area of vacuum engineering is reflected in the selection and the design of the valves and vacuum protection components for a wide variety of applications. The range of products is such that a reliable solution can be offered for every vacuum engineering application. Many years of service and the reliability of the valves is ensured by design. LEYBOLD vacuum valves are well-proven in many widely varying areas of research and industry.

The Design of a Vacuum Valve



Scope of the Range of Valves

The range of LEYBOLD valves comprises:

- ◆ Right-angle and straight-through valves (no slanting valves) with a nominal width of DN 16 to DN 40 with KF flanges
- ◆ Right-angle valves with a nominal width of DN 63 to DN 630 with ISO-K flanges
- ◆ Right-angle valves with a nominal width of DN 800 to DN 1000 with ISO-F flanges
- ◆ Gate valves with a nominal width of DN 16 to DN 250 with various flanges
- ◆ Ball valves
- ◆ Special valves

It is the aim of LEYBOLD to meet, through the offered range of isolation components and valves, the customers requirements regarding the design of such components. For this reason all valves are available with different driving systems.

With the exception of the special valves you may select between a stepped rotary knob manual drive, an electropneumatic drive or an electromagnetic drive system.

Right-angle valves DN 16 to DN 40 KF as well as DN 63 to DN 160 ISO-K are either available with an aluminium or stainless steel body (the latter up to DN 100 ISO-K only).

The special characteristics of the application in each case result in special requirements concerning features of the valves, for example:

- ◆ Coating:
 - Short switching cycles (e.g. 1.5 s)
 - Very high number of opening and switching cycles (e.g. over 10 million cycles)
- ◆ Analytical engineering:
 - High conductance (similar to the corresponding flange components, like bends, for example)
 - High integral leak tightness for the valves (leak rates below 10^{-9} mbar l/s)
- ◆ Lamps and tubes manufacture:
 - Temperature resistant up to 80 °C, for example
 - Permissible ambient temperatures, 50 °C max.
- ◆ Accelerator technology:
 - Materials capable of resisting radiation, high temperatures and corrosion at the same time
- ◆ Metallurgy and furnace manufacture:
 - Rugged and insensitive to contamination
- ◆ Chemistry
 - Choice of materials in contact with the medium for the valve body

All applications have the following requirements in common:

- ◆ Lowest possible vibration levels during actuation
- ◆ Compact design, low weight
- ◆ Highly visible, unambiguous position indicator
- ◆ For use within the pressure range from 10^{-8} to 2500 mbar, if not stated otherwise
- ◆ Fully operational within the entire specified pressure range

LEYBOLD valves meet these requirements, unless otherwise stated by the technical data.

Quality Assurance

The various markets, like Analytical or Coating, for example are very demanding regarding certain important features for the valves which are to be used in the new generation of instruments currently under development. Demanded are, among other things, high reliability during the entire service life, high integral leak tightness, a high number of opening/closing cycles as well as a fast response.

The valves from LEYBOLD meet all these demanding requirements!

Flange System and Designations

The designation DN 35 CF for UHV flanges has changed to DN 40 CF without changing the dimensions.

For further information on flange connections and flange components please refer to Product Section C13 "Vacuum Fittings and Feedthroughs" as well as C15 "Ultra-high Vacuum Components".

Flange Designations

The flange designations used in this Product Section are in line with the international standards and the nomenclature used in practice:

Flange Type	Standard	Designation with standardized nominal width* (DN)
Small flanges	ISO 2861/1 DIN 28 403	"KF" e.g. DN 40 KF
Clamp flanges	ISO 1609 DIN 28 404	"ISO-K" e.g. DN 100 ISO-K
Fixed flanges/ collar flanges with retaining ring	ISO 1609 DIN 28 404	"ISO-F" "F" for fixed flange e.g. DN 800 ISO-F

* The standardized nominal width (DN) corresponds approximately to the inside diameter, but need not necessarily be identical to the inside diameter.



General

Advantages to the User

- ◆ Compact design
- ◆ Integral leak rate less than 10^{-8} mbar l x s⁻¹
- ◆ FPM sealed
- ◆ For pressures up to 1500 mbar
- ◆ Seal in both directions ¹⁾
- ◆ Principal dimensions comparable to LEYBOLD flange components of the same nominal width
- ◆ Reliable operation ensured regardless of the valve's orientation
- ◆ Optical valve position indicator as standard
- ◆ Electrical valve position indicator as standard
- ◆ Operation of electromagnetic KF valves off supply voltages ranging from 100 to 230 V AC
- ◆ Owing to the bellows seal against the atmosphere, the inside chamber of the valves in contact with the medium is absolutely free of lubricants

All further technical data as well possible deviations from the general specifications stated here can be found along with the descriptions for the individual valve types.

For various applications and special design requirements LEYBOLD offers a range of special valves:

- ◆ SECUVAC vacuum safety valves (DN 16 KF to DN 100 ISO-K)
- ◆ Venting valves / power failure venting valves
- ◆ Vacuum locks / sealing valves
- ◆ Variable leak valves
- ◆ Ball valves (straight-through valve)
- ◆ Right-angle valves for mobile systems which comply with the American standard of the Department of Transportation (DOT)

These valves are ideal additions to the range of KF and ISO-K valves.

Accessories

All connecting components like centering rings, clamps or clamping rings needed to connect the valves must be ordered separately (see Product Section C13 "Vacuum Fittings and Feedthroughs").

Materials

The valve bodies and the inside parts are made of selected, vacuum compatible materials, like wrought aluminum or cast stainless steel.

The raw components are subjected to a 100% test before they are further processed.

The materials which are used are described in the tables at the end of the section "General".

Gaskets

Shown in the table at the end of the section "General" are the types of gasket used in the valves together with their brief or chemical designations and their thermal ratings.

Other Materials

Plastic:	Polyamide 6 (PA 6)
Grey cast iron:	GG 20 (0.6020)
Brass:	Ms 58
Brass (nickel-plated):	CuZn39Pb3
Nimonic	
Bronze	
Spring steel	

¹⁾ High vacuum systems are very demanding as to the leak tightness of the vacuum components used. For this reason each individual LEYBOLD valve is subjected to a helium leak test before delivery. The valves are only considered as leak tight, if a leak rate of less than 10^{-9} mbar x l x s⁻¹ can be measured for the body and the valve seat. In the case of our high vacuum valves with KF and ISO-K flanges a leak rate of less than 10^{-9} mbar x l x s⁻¹ is maintained also during actuation. This means that in the case of a gas flow of the mentioned order of magnitude the pressure would increase only by 3 mbar in a vessel of 1 liter and in 100 years.

General

Aluminum Alloys			Stainless Steels			Standard Steels	
Material No. DIN	AA	Brief Designation DIN	Material No. DIN	AISI	Brief Designation DIN	Material No. DIN	Brief Designation DIN
3.0615	—	AlMgSiPbF28	1.4034	420	X 46 Cr 13	1.0388	St4/St14
3.2153	—	G AISi7Cu3	1.4301	304	X5 CrNi 18 10	1.0425	H II
3.2315	6081	AlMgSi1F28	1.4305	303	X8 CrNiS 18 9		
3.2341	—	G AISi5Mg wa	1.4306	304 L	X2 CrNi 18 10		
3.2371	—	G AISi7Mg wa	1.4308	—	G-X6 CrNi 18 10		
3.2373	—	G AISi9Mg	1.4310	301	X10 CrNi 17 7		
3.2381	—	G AISi10Mg wa	1.4435	316 L	X2 CrNiMo 18 14 3		
3.3527	—	AlMg2Mn0,8F20	1.4541	321	X6 CrNiTi 18 10		
			1.4571	316 Ti	X6 CrNiMoTi 17 12 2		

Materials used for the Gaskets

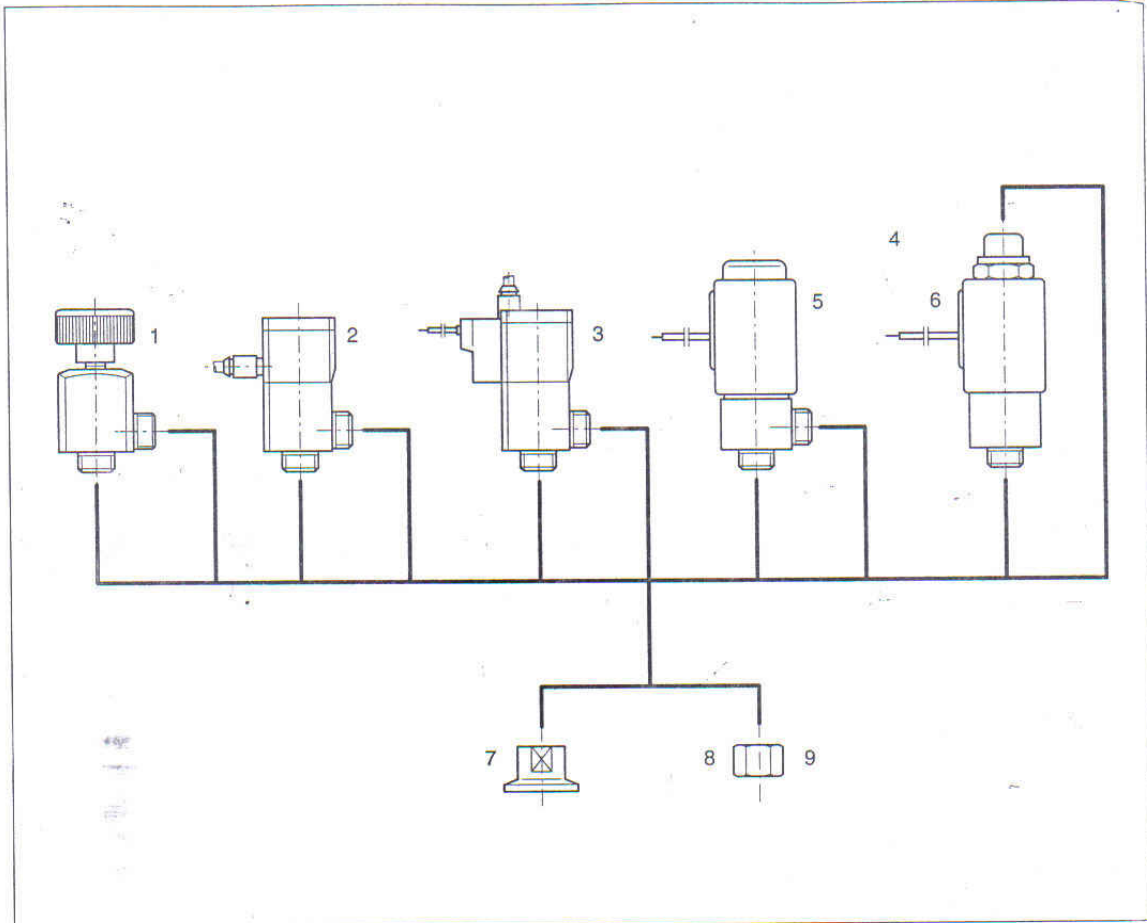
Brief Designation	Chemical Designation	Typical Trade Name	Degassing Temperature
FPM	Fluor caoutchouc	Viton	up to 150 °C
NBR	Acrylonitrile-butadiene rubber	Perbunan	up to 80 °C
PTFE	Polytetrafluor ethylene	Teflon	up to 250 °C
EPDM	Ethylene-propylenedien caoutchouc	—	up to 150 °C

Abbreviations used in the valve designations

Abbreviation	Valve type
EMD	Solenoid straight-through valve
EME	Solenoid right-angle valve
EPD	Electro-pneumatic straight-through valve
EPE	Electro-pneumatic right-angle valve
MAN	Manual operation
PD	Pneumatic straight-through valve
PE	Pneumatic right-angle valve

C14

Overview



LEYBOLD small valves micro are available with any of four drive systems, two types of body and three adapters.

Under normal conditions all micro valves are always available from stock!

Types of drive

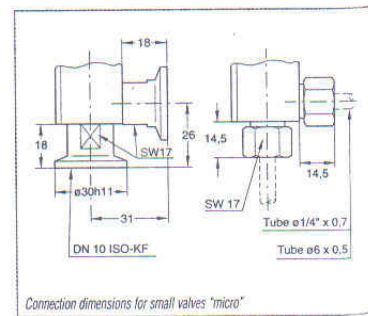
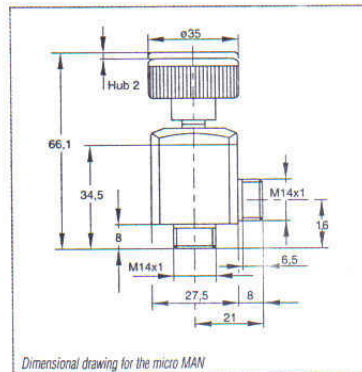
- ◆ Manual (1)
- ◆ Pneumatic (2)
- ◆ Electropneumatic (3)
- ◆ Electromagnetic (4)

Types of valve body

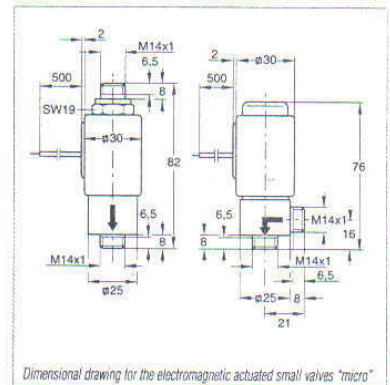
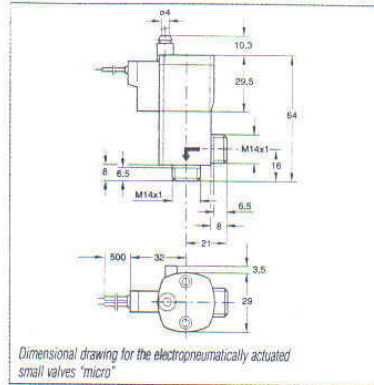
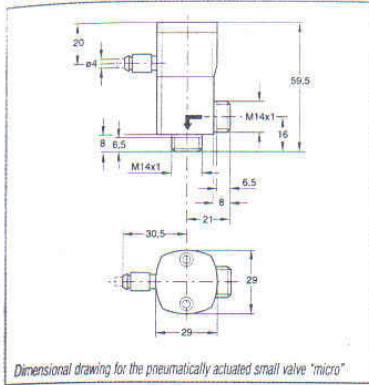
- ◆ Right-angle valve (5)
 - ◆ Straight-through valve (6)
- as well as adapter
- ◆ DN 10 KF flange (7)
 - ◆ 1/4" tube (8)
 - ◆ 6 mm tube (9)

Technical Information

micro valves are supplied without adaptor. The adaptors must be ordered additionally.



Right-Angle and Straight-Through Valves, Bellows-Sealed, Various Drives



Advantages to the User

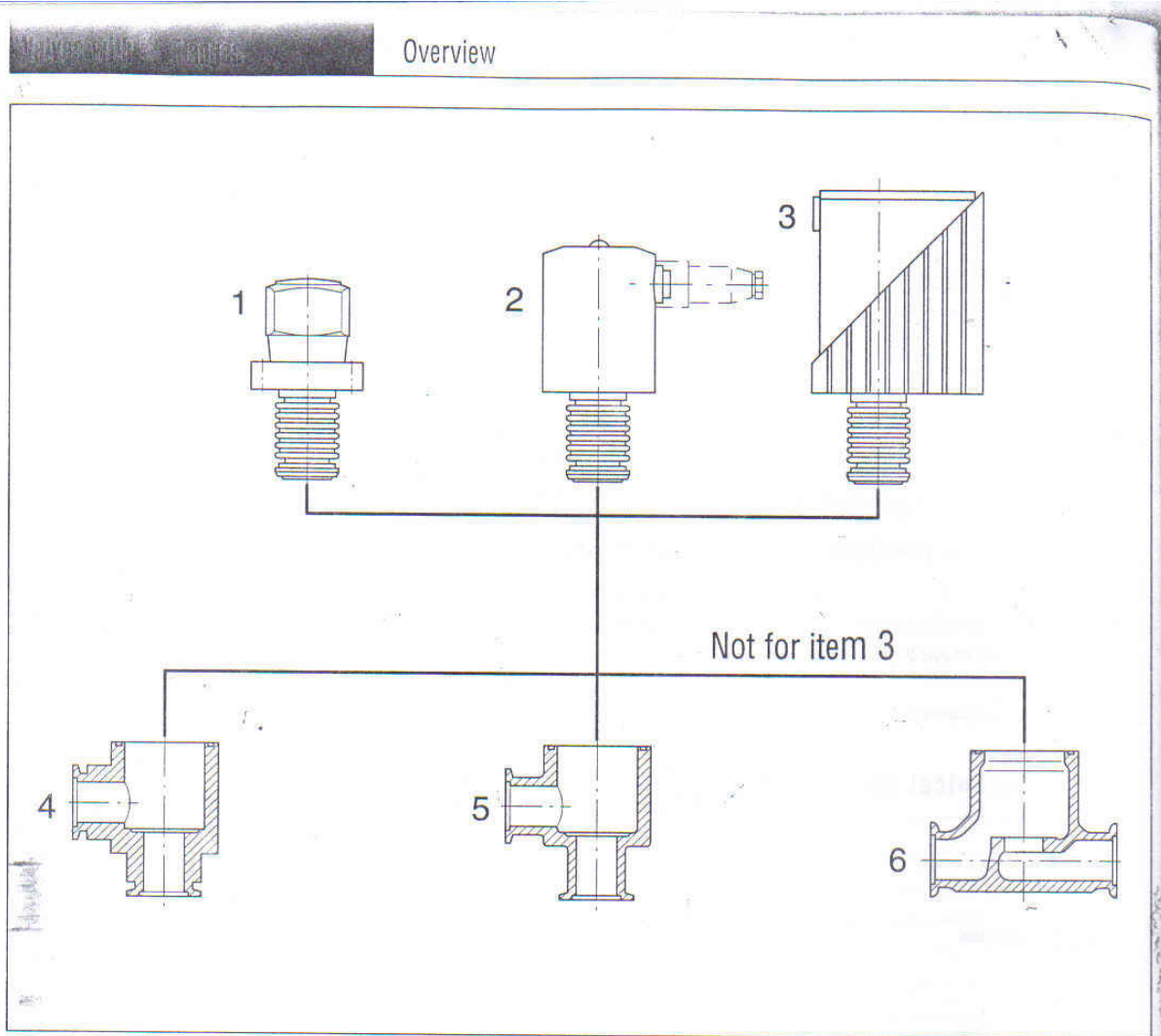
- ◆ Small size
- ◆ High conductance in the molecular flow range
- ◆ Long service life of over 2 million switching cycles
- ◆ High switching frequency

Typical Applications

- ◆ Gas handling systems in production machines
- ◆ Latest generation analytical equipment

Technical Data		Small Valve "micro"			
		Manual	Electropneumatic	Pneumatic	Electromagnetic
Nominal width	mm		5		
Integral leak rate	mbar x l/s		10 ⁻⁹		
Switching cycles		-	5 Mio.		> 2 Mio.
Max. pressure differential	bar abs.	4	3		1
Closure time	ms	-	35		7
Opening time	ms	-	35		30
Max. switching frequency	min ⁻¹	-	150		300
Conductance, molecular	l/s	0.4	0.4		0.3
Supply voltage	VDC	-	24 (mit Steuerventil)		-
Max. Leistung	W	-	1		10
Materials					
Valve body: Stainless steel (1.4301); Inside section: stainless steel (1.4301, 1.4105); Gaskets: O-rings made of FPM					

Ordering Information		Small Valve "micro"			
		Manual	Electropneumatic	Pneumatic	Electromagnetic
Right-angle valves		Type			
Manual	MAN	Part No. 284 48	-	-	-
Without pilot valve normally closed	PE	-	-	Part No. 284 40	-
With pilot valves normally closed	EPE	-	Part No. 284 41	-	-
With pilot valve normally open	EPE	-	Part No. 284 42	-	-
With pilot valve normally closed, with flanges	PE DN 10 KF	-	-	Part No. 284 47	-
Electromagnetic, normally closed	EME	-	-	-	Part No. 284 44
Straight-through valves					
Electromagnetic, normally closed	EMD	-	-	-	Part No. 284 45
Electromagnetic, normally open	EMD	-	-	-	Part No. 284 46
Adapter (1 piece)					
Flange DN 10 KF			Part No. 284 50		
Tube 1/4"			Part No. 284 51		
Tube 6 mm			Part No. 284 52		



LEYBOLD KF valves are available with any of three drive systems and three types of body having a nominal width of DN 16, 25 and 40 KF.

Under normal conditions all KF valves are always available from stock!

Types of drive

- ◆ Stepped rotary knob (1) with bellows seal
- ◆ Electropneumatic with bellows seal (2)
- ◆ Solenoid (3)

Types of valve body

- ◆ Right-angle valve, aluminum body (4)
- ◆ Right-angle valve, stainless steel body (5)
- ◆ Straight-through valve, stainless steel body (6)

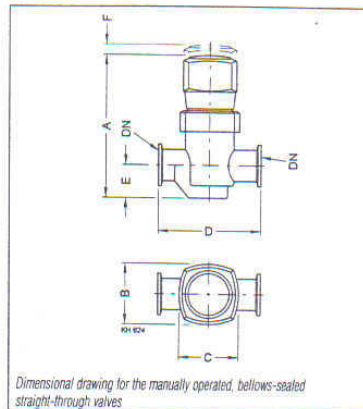
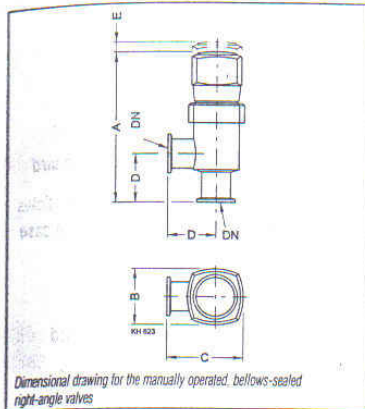
Technical Information

KF valves with an electropneumatic drive are supplied with pilot valve and with solenoid coil as well as visual and electrical valve position indicators.

Connection Pictograms

- ⊕ Position indicator connection
- ⊙ Compressed air connection
- ⊖ Power connection
- Position indicator

Right-Angle and Straight-Through Valves, Bellows-Sealed, Manually



Advantages to the User

Valves with Rotary Knob

Isolation component with handy and easy to operate four position rotary knob

- ◆ Permits careful venting of systems
- ◆ Suited as a manually operated variable leak valve to roughly control gas flows
- ◆ Leak tight in both directions up to a pressure of 2.0 etc. 1.5 bar and easy to open

Dimensions for the Right-Angle Valves

DN	KF	16	25	40
A	mm	118.3	154.5	173.8
B	mm	44	58	82
C	mm	62	79	106
D	mm	40	50	65
E	mm	5	10	12

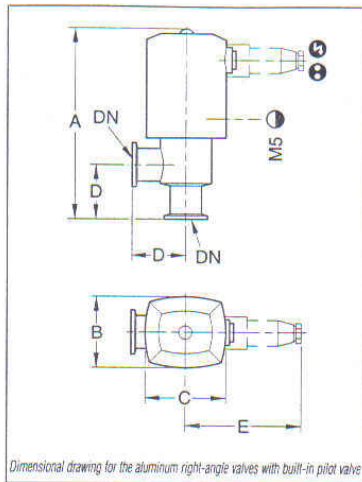
Dimensions for the Straight-Through Valves

DN	KF	16	25	40
A	mm	100.3	136	154.3
B	mm	44	58	82
C	mm	44	58	82
D	mm	80	100	130
E	mm	22	31.5	44.5
F	mm	5	10	12

Technical Data

		DN 16 KF Aluminum / Stainless		DN 25 KF Aluminum / Stainless		DN 40 KF Aluminum / Stainless	
Right-Angle Valves							
Service life	cycles	10 Million					
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	4.5	4.5	16	16	40	40
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$	$< 1 \times 10^{-9}$					
Pressure, absolute, min. / max.	mbar / bar	$10^{-8} / 6$					
Differential pressure, closing and opening direction	bar	2	2	2	2	2	1.5
Opening against differential pressure	bar	2	2	3	3	2	2
Degassing temperature at the housing	°C	80	150	80	150	80	150
drive, pilot valve seal	°C	50	50	50	50	50	50
Seal		FPM	FPM	FPM	FPM	FPM	FPM
Weight	kg	0.30	0.40	0.43	0.75	0.48	0.85
Straight-Through Valves							
Service life	cycles	10 Million					
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	-	2.5	-	8	-	20
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$	-	$< 1 \times 10^{-9}$	-	$< 1 \times 10^{-9}$	-	$< 1 \cdot 10^{-9}$
Pressure, absolute, min. / max.	mbar / bar	-	$10^{-8} / 6$	-	$10^{-8} / 6$	-	$10^{-8} / 6$
Differential pressure, closing and opening direction	bar	-	2	-	2	-	2/1.5
Opening against differential pressure	bar	-	2	-	3	-	4
Degassing temperature at the housing	°C	-	150	-	150	-	150
drive, pilot valve seal	°C	-	50	-	50	-	50
Seal		-	FPM	-	FPM	-	FPM
Weight	kg	-	0.55	-	1.35	-	1.4
Ordering Information							
		DN 16 KF Aluminum / Stainless		DN 25 KF Aluminum / Stainless		DN 40 KF Aluminum / Stainless	
Right-Angle Valves, rotary knob							
Aluminum body		Part No. 285 30		Part No. 285 31		Part No. 285 32	
Stainless steel body		Part No. 286 30		Part No. 286 31		Part No. 286 32	
Straight-Through Valves, rotary knob							
Stainless steel body		Part No. 286 00		Part No. 286 01		Part No. 286 02	

Right-Angle Valves, Bellows-Sealed, Electropneumatically Operated



Dimensions

DN	KF	16	25	40
A	mm	154	176	196.5
B	mm	51	63	83
C	mm	60	74	98
D	mm	40	50	65
E	mm	100	108	120
Ø	mm	Ø 4	Ø 4	Ø 4

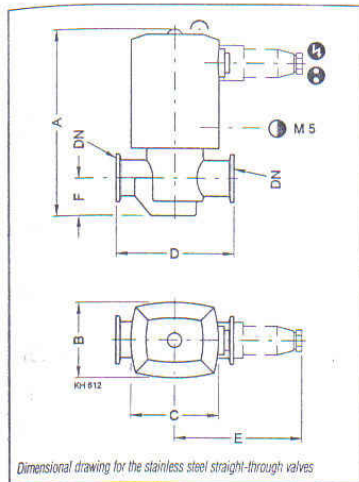
Advantages to the User

- ◆ Quiet opening and closing action with very little vibration
- ◆ Short opening and closing times
- ◆ Optical valve position indicator as standard
- ◆ Very low leak rate and insensitive to particles owing to bellows seal. Always closed in case the compressed air supply fails
- ◆ Electric position indicator is standard
- ◆ With and without pilot valve as standard
- ◆ Standard electrical and compressed air connections
- ◆ The valves are closed by the restoring force of a spring

Technical Data		DN 16 KF Aluminum / Stainless		DN 25 KF Aluminum / Stainless		DN 40 KF Aluminum / Stainless	
Service life	cycles			10 Million			
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	4.5		16		40	
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$			$< 1 \times 10^{-9}$			
Pressure, absolute, min. / max.	mbar / bar	$10^{-8} / 4$		$10^{-8} / 4$		$10^{-8} / 2.5$	
Differential pressure, closing and opening direction	bar	4 / 2		4 / 2		2 / 2.5	
Opening against differential pressure	bar	4		4		2	
Degassing temperature at the housing	°C			80 / 150			
Degassing temperature drive, pilot valve seal	°C			50			
Seal				FPM			
Closing time	ms	200		290		500	
Opening time	ms	100		110		250	
Electrical position indicator, load capacity	V AC / A V DC / A			250 / 0.125 50 / 0.25			
Compressed air, overpressure	bar			3 to 7			
Air cylinder, volume	cm^3	5.5		12.1		26.2	
Compressed air connection	mm			4 and 6			
Weight, with pilot valve	kg	0.3	0.4	0.44	0.75	0.9	1.6

Ordering Information	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Right-angle valves, bellows sealed, Electropneumatic drive, without pilot valve			
aluminum body	Part No. 287 15	Part No. 287 16	Part No. 287 17
stainless steel body	Part No. 288 15	Part No. 288 16	Part No. 288 17
Right-angle valves, bellows sealed, Electropneumatic drive, with pilot valve			
24 V DC aluminum body	Part No. 287 45	Part No. 287 46	Part No. 287 47
24 V DC stainless steel body	Part No. 288 45	Part No. 288 46	Part No. 288 47
24 V AC aluminum body	Part No. 287 28	Part No. 287 29	Part No. 287 30
24 V AC stainless steel body	Part No. 288 28	Part No. 288 29	Part No. 288 30
100 - 115 V AC aluminum body	Part No. 287 55	Part No. 287 56	Part No. 287 57
100 - 115 V AC stainless steel body	Part No. 288 55	Part No. 288 56	Part No. 288 57
200 - 240 V AC aluminum body	Part No. 287 75	Part No. 287 76	Part No. 287 77
200 - 240 V AC stainless steel body	Part No. 288 75	Part No. 288 76	Part No. 288 77

Straight-Through Valves, Bellows-Sealed, Electropneumatically Operated



Dimensions				
DN	KF	16	25	40
A	mm	139.5	157.5	177
B	mm	51	63	83
C	mm	60	74	98
D	mm	80	100	130
E	mm	100	108	120
F	mm	22	31.5	45.5
⊙	mm	∅ 4	∅ 4	∅ 4

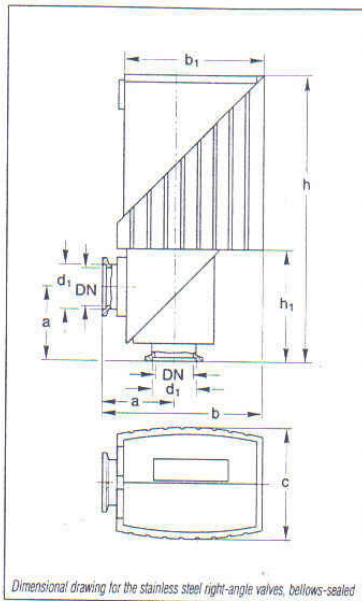
Advantages to the User

- ◆ Quiet opening and closing action with very little vibration
- ◆ Short opening and closing times
- ◆ Optical valve position indicator as standard
- ◆ Very low leak rate and insensitive to particles owing to bellows seal – thus always closed in case the compressed air supply fails
- ◆ Electric position indicator is standard
- ◆ With and without pilot valve as standard
- ◆ Standard electrical and compressed air connections
- ◆ The valves are closed by the restoring force of a spring

Technical Data		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Service life	cycles		10 Million	
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	2.5	8	20
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$		$< 1 \times 10^{-9}$	
Pressure, absolute, min. / max.	mbar / bar	$10^{-8} / 4$	$10^{-8} / 4$	$10^{-8} / 2.5$
Differential pressure, closing and opening direction	bar	4 / 2	4 / 2	2 / 1.5
Opening against differential pressure	bar	4	4	2
Degassing temperature at the housing	°C		150	
Degassing temperature drive, pilot valve seal	°C		50	
Seal			FPM	
Closing time	ms	200	290	500
Opening time	ms	100	110	250
Electrical position indicator, load capacity	V AC / A V DC / A		250 / 0.125 50 / 0.25	
Compressed air, overpressure	bar		3 to 7	
Air cylinder, volume	cm^3	5.5	12.1	26.2
Compressed air connection	mm		4 and 6	
Weight, with pilot valve	kg	0.54	0.73	1.5

Ordering Information	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Straight-through valve, bellows sealed, Electropneumatic drive, without pilot valve, stainless steel body	Part No. 289 15	Part No. 289 16	Part No. 289 17
Straight-through valve, bellows sealed, Electropneumatic drive, with pilot valve, stainless steel body			
24 V DC	Part No. 289 45	Part No. 289 46	Part No. 289 47
24 V AC	Part No. 289 28	Part No. 289 29	Part No. 289 30
100 - 115 V AC	Part No. 289 55	Part No. 289 56	Part No. 289 57
200 - 240 V AC	Part No. 289 35	Part No. 289 36	Part No. 289 37

Right-Angle Valves, Bellows-Sealed, Electromagnetically Operated



Dimensional drawing for the stainless steel right-angle valves, bellows-sealed

Electromagnetic valves are particularly well-suited for vacuum systems in which the valves need to be remotely controlled and where compressed air is not readily available.

Advantages to the User

- ◆ Selectable operating mode:
 - Remote control via programmable control or personal computer
 - direct operation by switching the supply voltage on and off
- ◆ Well visible, unambiguous optical position indicator: open (green LED) and closed (red LED)
- ◆ Integrated electrically floating position indicator (opto-coupler for 24 V DC)
- ◆ Optical overload indicator (red flashing LED)
- ◆ Spring action closure, thus closed when the power fails
- ◆ Low operating temperature
- ◆ Inverting operation of the remote control logic

Dimensions				
DN	KF	16	25	40
DN	mm	14.5	23.2	38.5
d ₁	mm	18.5	27.5	42.5
a	mm	40	50	65
b	mm	96	111	138
b ₁	mm	84.5	96.5	119.5
c	mm	59	75	96
h	mm	160	194	230
h ₁	mm	58	76	98
Travel	mm	4	6.25	10

Technical Data

		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Service life	cycles		2 Million	
Conductance	$l \times s^{-1}$	3	12	32
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$		$< 1 \times 10^{-9}$	
Operating pressure range	mbar		10^{-9} to 1300	
Differential pressure, closing and opening direction	bar		1.3	
Opening against differential pressure	bar		1.3	
Opening/closing time	ms	100/100	120/240	230/700
Temperature range	°C		0 to 50	
Switching frequency at ambient temperature	1/min		30, 20	
	°C		40, 50	
Switch-off delay	ms	50	170	500
Rating for the valve position indicator	V DC / mA		15-30 / 100	
Power consumption, max.	W		400	
Installation orientation			any	
Actuation and holding current	A	5.2 / 0.7	5.3 / 0.7	4.8 / 0.7
Supply voltage / Frequency	V AC / Hz		100-230. +8 %/-15 %; 50/60 Hz	
Protection	IP		54	
Weight				
aluminum body	kg	1.3	2.2	4
stainless steel bod	kg	1.45	2.9	5.4
Materials		Valve body: aluminum alloy (G AISi7Mg06) or stainless steel (1.4308); Inside section: stainless steel (1.4301/1.4541); Gaskets: O-rings made of FPM; Lid: high-quality plastic, temperature-resistant to 80 °C		

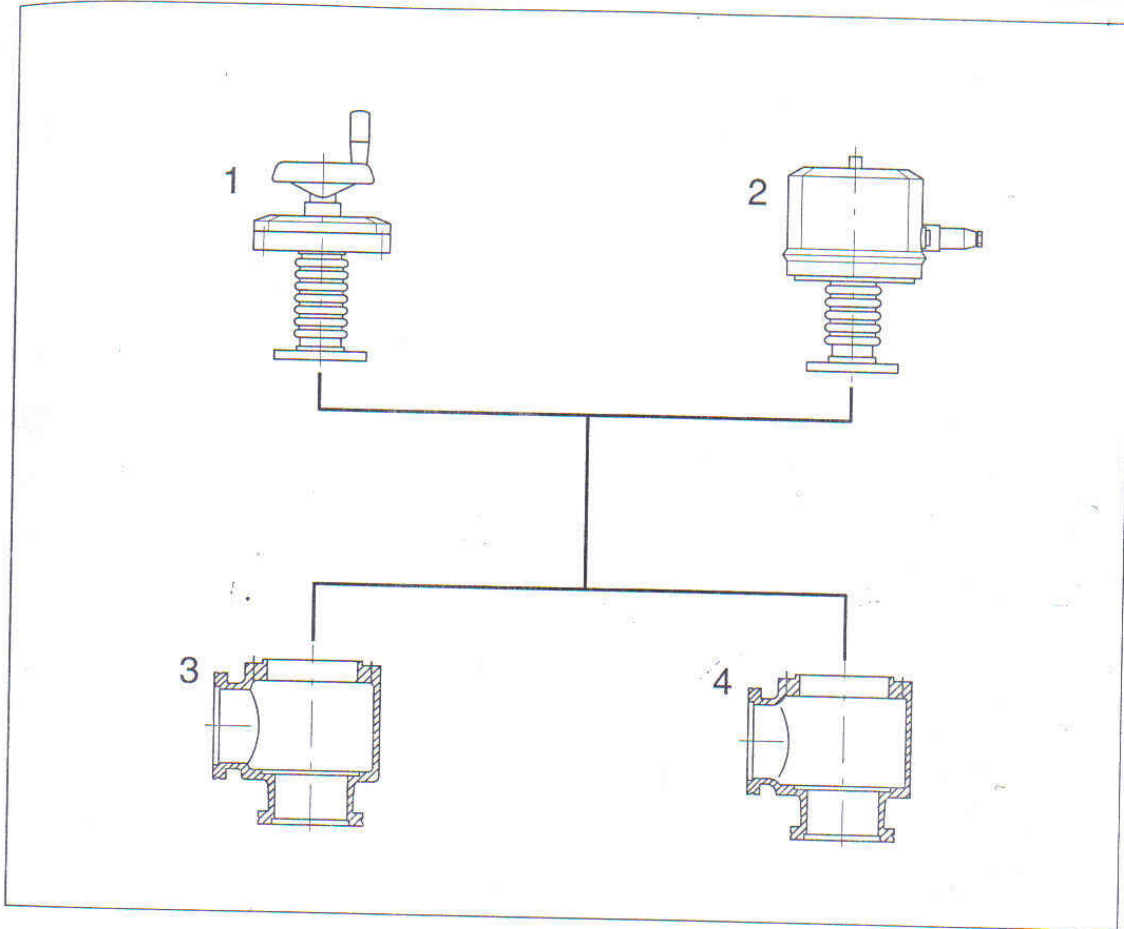
Ordering Information

	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Right-angle valve, bellows-sealed, electromagnetic actuator, microprocessor controlled			
aluminum body	Part No. 287 65	Part No. 287 66	Part No. 287 67
stainless steel body	Part No. 288 65	Part No. 288 66	Part No. 288 67

C14.12

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

Overview



LEYBOLD valves with ISO-K flanges are available with any of two drives and either of two bodies.

Types of drive

- ◆ Handwheel (1)
- ◆ Electropneumatic drive, bellows-sealed (2)

Body types

- ◆ Right-angle valve with aluminum body (3)
- ◆ Right-angle valve with stainless steel body (4)

From DN 63 ISO-K only right-angle valves are available.

Nominal widths DN 63 ISO-K and DN 100 ISO-K are available in aluminium and stainless steel, DN 160 ISO-K in aluminium only.

Advantages to the User

- ◆ Full exchangeability of the subassemblies
- ◆ Three types of drive
- ◆ Two body options
- ◆ Standard nominal widths to DIN 28 404 and ISO 1609
- ◆ Simplified stocking of spare parts

Technical Information

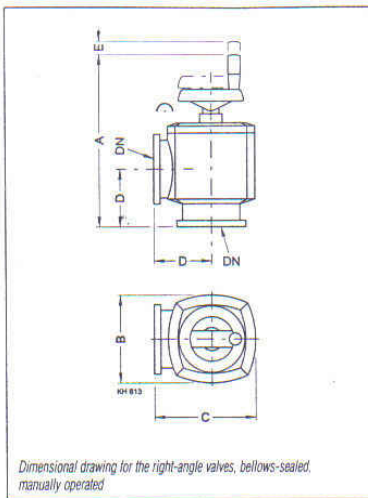
ISO-K valves with an electropneumatic drive are supplied with pilot valve and with solenoid coil.



Connection Pictograms

- ⊕ Position indicator connection
- ⊙ Compressed air connection
- ⊖ Power connection
- ⊘ Position indicator

Right-Angle Valves, Bellows-Sealed, Manually Operated



Dimensions			
DN	ISO-K	63	100
A	mm	266	320
B	mm	124	164
C	mm	150	190
D	mm	88	108
E	mm	20	25

These universal valves are ideal especially for smaller systems, where remote control is not essential. They may be also installed in larger systems, where backing pumps or condensate separators or similar units are to be cut off at longer intervals for maintenance purposes by maintenance personnel.

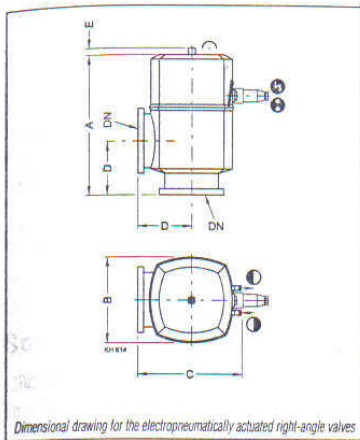
Advantages to the User

- ◆ Gentle venting of systems
- ◆ Seal in both directions up to a pressure difference of 1.5 bar
- ◆ Easy manual operation, for an effortless vacuum-tight seal
- ◆ May also be used as a variable leak valve to roughly control gas flows

Technical Data		DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K
Service life	cycles	> 1.5 Million	
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	140	330
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$	1×10^{-9}	
Pressure, absolute, min. / max.	mbar / bar	$10^{-8} / 4$	
Differential pressure, closing and opening direction	bar	1.5	
Opening against differential pressure	bar	1.5	
Degassing temperature at the housing	°C	150	
drive, pilot valve seal	°C	60	
Seal		FPM	
Weight			
aluminum body	kg	3.6	6.1
stainless steel body	kg	6.5	11.1
Materials		Valve body: aluminum alloy (3.2381) or stainless steel (1.4305); Inside section: stainless steel (1.4541/1.4301); Lid: grey cast iron (GG 20); Gaskets: O-rings made of FPM;	

Ordering Information	DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K
Right-angle valve, bellows-sealed, manually operated		
aluminum body	Part No. 107 80	Part No. 107 81
stainless steel body	Part No. 107 83	Part No. 107 84

Right-Angle Valves, Bellows-Sealed, Electropneumatically Operated



Dimensions				
DN	ISO-K	63	100	160
A	mm	250	282	366
B	mm	130	170	221
C	mm	168	208	264
D	mm	88	108	138
E	mm	14	14	14
⊕	mm	+6	+6	+6

Electropneumatically actuated right-angle valves are used in automated vacuum systems which need to be controlled electrically.

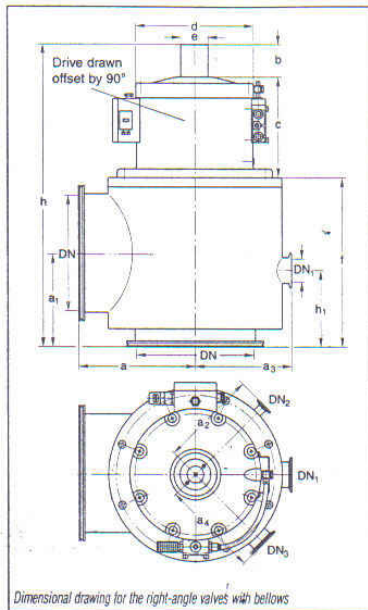
Advantages to the User

- ◆ Pneumatic or electropneumatic opening and closing
- ◆ Short opening and closing times
- ◆ Optical position indicator
- ◆ Electric position indicator
- ◆ With and without pilot valve for IP 54 protection as standard.
- ◆ The valves are closed by the restoring force of a spring

Technical Data		DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K	DN 160 ISO-K
Service life, cycles	Million		1,5	
Conductance for molecular flow	$l \times s^{-1}$	140	330	800
Leak rate	$mbar \times l \times s^{-1}$		1×10^{-9}	
Pressure, absolute, min./max.	mbar/bar		$1 \times 10^{-8} / 4$	
Differential pressure, closing and opening direction	bar		1.5	
Opening against differential pressure	bar		1.5	
Degassing temperature at the housing	°C		150	
Degassing temperature drive, pilot valve	°C		60	
Seal			FPM	
Closing time	ms	250	300	550
Opening time	ms	300	450	450
Position indicator, rating	VAC/A VDC/A	250/0.125	250/0.125 50/0.25	-
Compressed air, overpressure	bar		4 to 8	
Compressed air volume	cm ³	75	195	570
Compressed air connection	mm		6	
Weight with pilot valve				
Aluminium housing	kg	4	6.7	11.4
Stainless steel housing	kg	6.8	11.7	-

Ordering Information		DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K	DN 160 ISO-K
Right-angle valve, bellows-sealed, electropneumatic drive, without solenoid coil				
Aluminium housing		Part No. 107 90	Part No. 107 91	Part No. 107 92
Stainless steel housing		Part No. 107 93	Part No. 107 94	-
Valve with pilot valve 24 VDC	Aluminium housing	Part No. 108 00	Part No. 108 01	Part No. 108 02
	Stainless steel housing	Part No. 108 10	Part No. 108 11	-
Valve with pilot valve 24 VAC	Aluminium housing	Part No. 108 03	Part No. 108 04	Part No. 108 05
	Stainless steel housing	Part No. 108 13	Part No. 108 14	-
Valve with pilot valve 100 - 115 VAC	Aluminium housing	Part No. 108 20	Part No. 108 21	Part No. 108 22
	Stainless steel housing	Part No. 108 30	Part No. 108 31	-
Valve with pilot valve 200 - 240 VAC	Aluminium housing	Part No. 108 25	Part No. 108 26	Part No. 108 27
	Stainless steel housing	Part No. 108 35	Part No. 108 36	-

Right-Angle Valves, Bellows-Sealed, Electropneumatically Operated



Dimensions		DN	250 ISO-K	320 ISO-K	400 ISO-K	500 ISO-K	630 ISO-K
DN	mm		261	318	400	501	651
h, approx.	mm		650	753	843	965	1231
a	mm		250	275	350	370	570
a ₁	mm		200	250	300	330	500
a ₂ , a ₄	mm		208	244	312	332	496
a ₃	mm		205	318	365	405	568
h ₁	mm		163	173	212	168	317
DN ₁ , for bypass 1	50 KF	63 ISO-K	63 ISO-K	100 ISO-K	160 ISO-K		
DN ₂ , for bypass 2	40 KF	40 KF	40 KF	40 KF	40 KF		
DN ₃ , for meas. conn.	16 KF	16 KF	16 KF	16 KF	16 KF		
b	mm		69.5	69.5	69.5	69.5	69.5
c	mm		218	218	218	243	273
d	mm		250	250	250	250	250
e	mm		58	58	58	58	58
f	mm		363	465.5	555.5	652.5	888
Travel	mm		62.5	80	100	125	155
Travel/DN*	mm		1/4	1/4	1/4	1/4	1/4

* For example travel = 1/4 DN

Right-angle valves of this size are used, for example in metallurgy, large coaters, in the area of space simulation.

Advantages to the User

- ◆ No vibrations when the valve open or closes
- ◆ Low leak rate ($< 10^{-9}$ mbar x l x s⁻¹) – drive system basically insensitive to particles
- ◆ Non-contact valve position indicator for reliable indication of the valve's position (open/closed) (optional)
- ◆ Wide range of different solenoid coils for all commonly used control voltages
- ◆ Additional flange for bypass lines and for connecting vacuum gauges (see Product Section C16 "Total Pressure Gauges")

Technical Data

DN 250 ISO-K DN 320 ISO-K DN 400 ISO-K DN 500 ISO-K DN 630 ISO-K

Service life	cycles	1 x 10 ⁶	1 x 10 ⁶	8 x 10 ⁵	8 x 10 ⁵	6 x 10 ⁵
Conductance at molecular flow	l x s ⁻¹	2700	5100	7700	12000	20000
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹			1 · 10 ⁻⁹		
Opening/closing time, at 6 bar compr. air pressure	s	6/6	7/7	8/8	9/9	11/11
Compressed air connection	bar			4 to 8		
Hose diameter	mm			6 x 1		
Compressed air cylinder, volume	cm ³	2100	2700	3300	4200	5200
Max. ambient temperature	°C		40			
Weight	kg	66	128	148	180	310
Supply voltage	V	Various voltages are possible; see Accessoires				

Materials

Body, disk: stainless steel;
 Drive/compressed air cylinder: aluminum/cast aluminum (3.2153);
 Piston rod, intermediate flange: stainless steel (1.4305);
 Gaskets: FPM, Lid: aluminum (3.2341); Hood: plastic (PA 6)

Ordering Information

DN 250 ISO-K DN 320 ISO-K DN 400 ISO-K DN 500 ISO-K DN 630 ISO-K

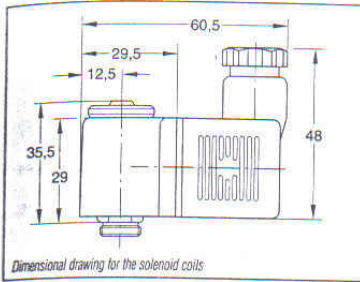
Right-angle valve, bellows-sealed, electropneumatic drive, without solenoid coil, stainless steel body	Part No. 281 84	Part No. 281 04	Part No. 281 05	Part No. 281 06	Part No. 281 07
Solenoid coil for various supply voltages	X	X	X	X	X
Valve Position Indicator (micro switch)			Part No. 287 85		
Interference suppression kit for			Part No. 287 84		
24 V DC/AC			Part No. 287 82		
110 V AC			Part No. 287 83		
230 V AC					

X = Part Nos. see section "Accessories for the Electropneumatically Operated Valves with ISO-K und ISO-F Flanges"

C14.16

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

Accessories for the Electropneumatically Operated Valves



Solenoid Coils

LEYBOLD offers a wide range of solenoid coils to adapt the electropneumatically actuated valves to all commonly used control voltages.

Advantages to the User

- ◆ Easy to fit (plug on and tighten with a knurled screw)
- ◆ The solenoid coils fit all electropneumatically actuated valves

Technical Data

	V	Solenoid Coils for Pilot Valves			
		V DC	V AC	V DC (EX)	V AC (EX)
Voltage	V	12/24 DC	24/110/ 230 AC 50/60 Hz	24 DC	230 AC 50/60 Hz
Permissible voltage variation	%	± 10	± 10 at nominal frequency	± 10	± 10 at nominal frequency
Permissible frequency variation	%	-	± 10 at nominal frequency	-	± 5 at nominal frequency
Power consumption at nominal operating voltage	W	4.1 at 12 V 4.5 at 24 V	Actuate: 7.5 VA Hold: 6.0 VA	4.5	7.5 VA
Operating time				100 %	
Type of protection to DIN VDE 0470 T1	IP			65	
Hose connection		Pg 9	Pg 9		5m long attached line
Class of insulation material to VDE 0580				F	
Type of protection to VDE 0170/0171				EEx m II T5	EEx m II T5
Test mark	VDE	VDE		VDE/PTB-No. Ex-91.C.2030X EEx m II T5	
Max. response time	ms	10	10	20	20
Weight	kg	0.065	0.055	0.175	0.170
Torque for the knurled screw, min./max.	Ncm	100/150	100/150	100/150	100/150

Ordering Information

230 V AC/50-60 Hz	Part No. 280 77
110-120 V/50-60 Hz	Part No. 280 78
24 V AC/50-60 Hz	Part No. 280 79
24 V DC	Part No. 280 80
12 V DC	Part No. 280 81
230 V AC/50 Hz, ex. protection, including 5 m long cable	Part No. 280 82
24 V DC, ex. protection, including 5 m long cable	Part No. 280 83

**Solenoid Coils for Pilot Valves
 DN 250 ISO-K to 630 ISO-K**

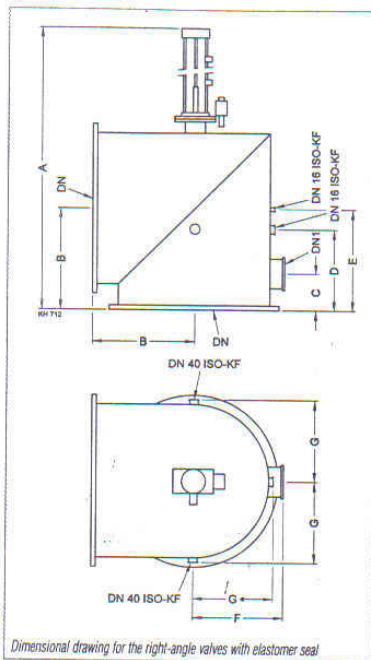
Ordering Information

Pilot valve for DN 250 ISO-K to DN 630 ISO-F	Part No. 200 07 927
Interference suppression kit for 24 V DC/AC	Part No. 287 84
110 V AC	Part No. 287 82
230 V AC	Part No. 287 83

**Pilot Valves
 without coil (replacements)**



Right-Angle Valves, Elastomer-Sealed, Electropneumatically Operated



Dimensions			
DN	ISO-F	800	1000
DN ₁	mm	160 ISO-K	160 ISO-K
A	mm	1823	2240
B	mm	550	650
C	mm	200	200
D	mm	440	440
E	mm	550	560
F	mm	490	620
G	mm	435	575

Right-angle valves of this size are used, for example in metallurgy, large coaters or in the area of space simulation.

Advantages to the User

- ◆ No vibrations when the valve open or closes
- ◆ Low leak rate ($< 10^{-9}$ mbar x l x s⁻¹) – drive system basically insensitive to particles
- ◆ Non-contact valve position indicator for reliable indication of the valve's position (open/closed) (optional)
- ◆ Wide range of different solenoid coils for all commonly used control voltages
- ◆ Bypass lines for controlling high vacuum pump systems
- ◆ Additional flange for bypass lines and for connecting vacuum gauges (see Product Section C16 "Total Pressure Gauges")

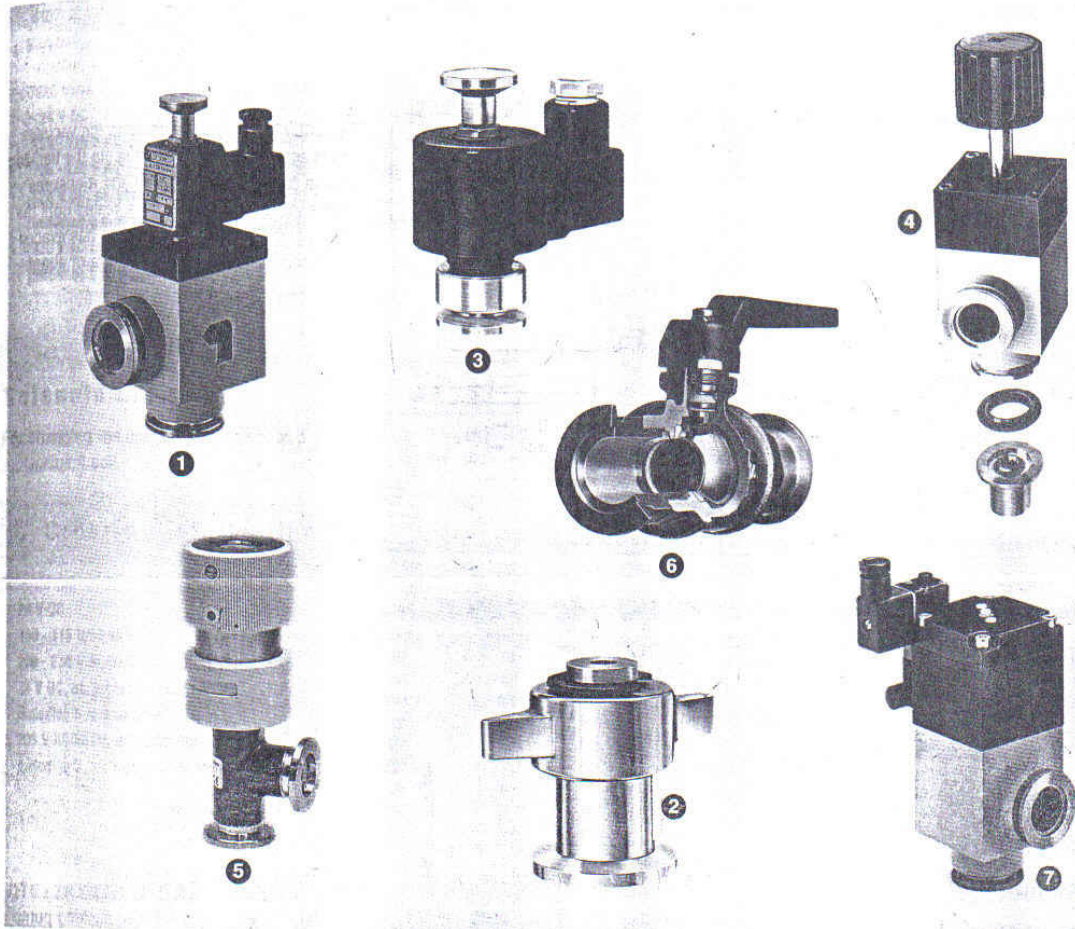
Technische Daten

		DN 800 ISO-F	DN 1000 ISO-F
Service life	cycles	20 000	20 000
Conductance at molecular flow	l x s ⁻¹	40 000	62 000
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹		$< 1 \times 10^{-9}$
Opening/closing time, approx.	s	8/8	10/10
Compressed air, overpressure	bar		5.5 to 8
Cylinder volume	cm ³	8 100	9 800
Max. ambient temperature	°C		40
Weight	kg	430	520
Materials		Body: stainless steel; Disk: stainless steel, Drive/compressed air cylinder: aluminum/cast aluminum (3.2153); Piston rod: stainless steel (1.4305); Gaskets: FPM	

Ordering Information

	DN 800 ISO-F	DN 1000 ISO-F
Right-angle valve, elastomer-sealed, electropneumatic drive, steel body	Part No. 215 825	Part No. 215 830

Overview



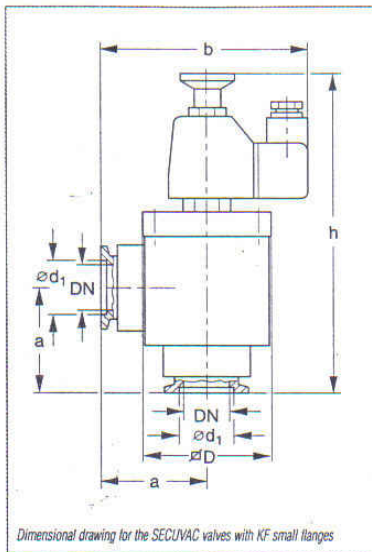
LEYBOLD offers a range of special valves for a variety of different applications and to meet special design requirements of customers.

Among these are:

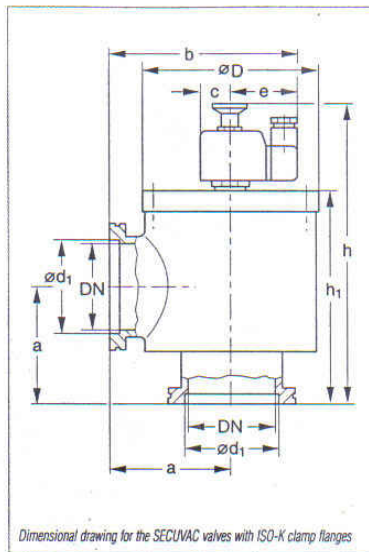
- ◆ SECUVAC vacuum safety valves ① (DN 16 KF to DN 100 ISO-K)
- ◆ Venting valves ② / power failure venting valves ③
- ◆ Vacuum locks / sealing valves ④
- ◆ Variable leak valves ⑤
- ◆ Ball valves ⑥
- ◆ Right-angle valves for mobile systems in accordance with the American standard of the Department of Transportation (DOT) ⑦

These valves ideally supplement our range of KF- and ISO-K valves.

SECUVAC Vacuum Safety Valves



Dimensional drawing for the SECUVAC valves with KF small flanges



Dimensional drawing for the SECUVAC valves with ISO-K clamp flanges

These electromagnetic right-angle valves were specially developed for use with rotary vacuum pumps which are not equipped with a built-in anti-suckback valve.

The SECUVAC safety valve protects the vacuum system against unplanned venting via the backing pump in case of a power failure and it ensures that the vacuum system remains sealed until the backing pump, after it has restarted, has evacuated the connecting lines to a pressure of about 200 mbar.

Dimensions – SECUVAC valves with KF small flanges

	DN	16 KF	25 KF	40 KF
a	mm	40	50	65
b	mm	100	110	125
D	mm	36	60	80
d ₁	mm	17,4	26,4	41,4
h	mm	156	152	176

Dimensions – SECUVAC valves with ISO-K clamp flanges

	DN	63 ISO-K	100 ISO-K
DN = d	mm	68	100
a	mm	88	108
b	mm	148	168
c	mm	22	22
D	mm	128	172
d ₁	mm	70	102
e	mm	50	50
h	mm	226	265
h ₁	mm	161	201

Advantages to the User

Two valve functions in one:

- ♦ Fast-closing high vacuum isolation valve for separating the vacuum chamber or a vapor jet pump (a diffusion pump, for example) from the backing pump.
- ♦ Venting valve for venting of the valve's chamber and thus the pump (backing pump)

- ♦ Immediate closing action upon power failure
- ♦ Opening action only after the intake line has been evacuated
- ♦ Delayed isolation of the vacuum chamber and venting the vacuum pump (negligible "gulp")

Typical Applications

- ♦ Safety isolation valve between backing pump and vacuum chamber or vapour jet pumps (protection of the vacuum chamber against venting in the event of a power failure)

Technical Data		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF	DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K
Conductance at molecular flow	$l \times s^{-1}$	2.8	11	30.5	126	300
Current consumption	DC W		12			12
	AC VA		30/22			30/22
Leak tightness, body	$mbar \times l \times s^{-1}$		$< 1 \times 10^{-9}$			$< 1 \times 10^{-9}$
Leak tightness, valve seat	$mbar \times l \times s^{-1}$		$< 1 \times 10^{-5}$			$< 1 \times 10^{-5}$
Installation orientation			any			any
Differential pressure	mbar		200			200
Temperature	°C		5 to 40			5 to 40
without solenoid coil	°C		150			150
Protection	IP		65			65
Weight	kg	0.42	0.8	1.3	2.85	4.8
Materials		Valve body: aluminum; Gaskets FPM			Valve body: aluminum; Gaskets: FPM	

C14.20

LEYBOLD VACUUM PRODUCTS AND REFERENCE BOOK 2001/2002

SECUVAC Vacuum Safety Valves

Ordering Information	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF	DN 63 ISO-K	DN 100 ISO-K
SECUVAC valve					
24 V DC	Part No. 105 20	Part No. 105 30	Part No. 105 50	Part No. 105 60	Part No. 105 70
100 - 115 V AC	Part No. 105 21	Part No. 105 31	Part No. 105 51	Part No. 105 61	Part No. 105 71
200 - 230 V AC	Part No. 105 22	Part No. 105 32	Part No. 105 52	Part No. 105 62	Part No. 105 72
24 V DC, ex. protection (EEx e II T4), including 5 m long cable	Part No. 105 23	Part No. 105 33	Part No. 105 53	Part No. 105 63	Part No. 105 73
230 V AC Ex, ex. protection (EEx e II T4), including 5 m long cable	Part No. 105 24	Part No. 105 34	Part No. 105 54	Part No. 105 64	Part No. 105 74

Solenoid Coils

For changing the operating voltage or as a replacement coil.

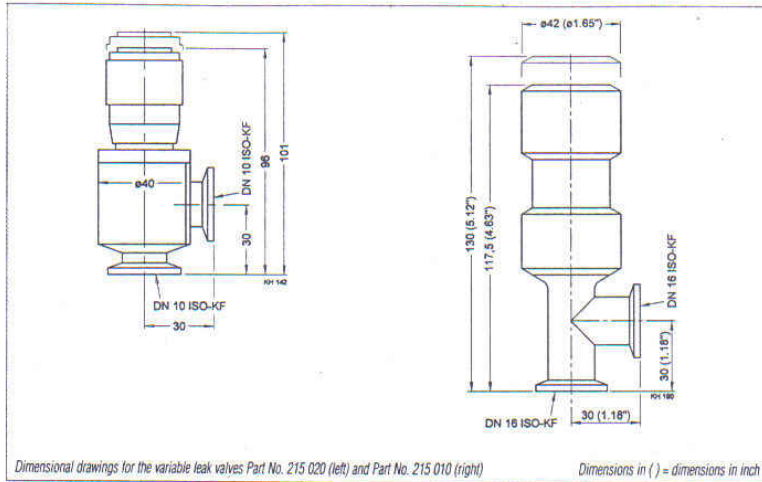
Ordering Information	Solenoid Coil for SECUVAC Valves
Solenoid coil	
24 V DC	Part No. 104 73
100 - 115 V/50-60 Hz	Part No. 104 74
200 - 230 V AC/50-60 Hz	Part No. 104 72
24 V DC, ex. protection (EEx e II T4), including 5 m long cable	Part No. 104 78
230 V AC/50 Hz, ex. protection (EEx e II T4), including 5 m long cable	Part No. 104 75

Interference Suppression Kit

As an option for the solenoid coil, an interference suppression kit is offered which reliably prevents any interferences from affecting other equipment operating in the vicinity.

Ordering Information	Interference Suppression Kit
Interference suppression kit	
24 V DC	Part No. 104 96
110 - 230 V AC	Part No. 104 95

Variable Leak Valves with and without Isolation Valve



With variable leak valves precisely defined quantities of gas may be admitted within a controllable period of time into evacuated vessels.

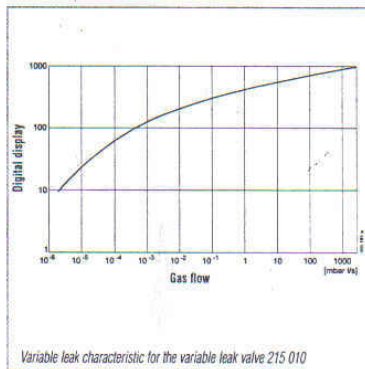
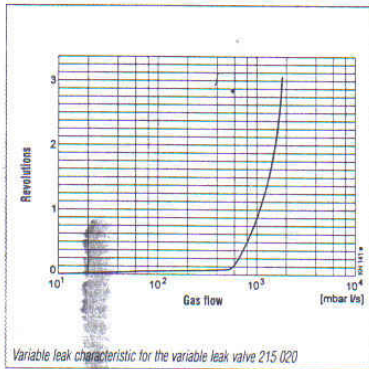
Variable leak valves with a isolation valve permit an interruption of the gas supply without changing the gas admission rate setting.

Applications

- ◆ Gas admission rates of 1000 to 5×10^{-6} $\text{mbar} \times \text{l} \times \text{s}^{-1}$ allow variable leak valves to be used in almost all applications
- ◆ Through the integrated digital display, the opening point may be accurately set at any time or a certain gas flow may be defined
- ◆ Blocking valve

Technical Note

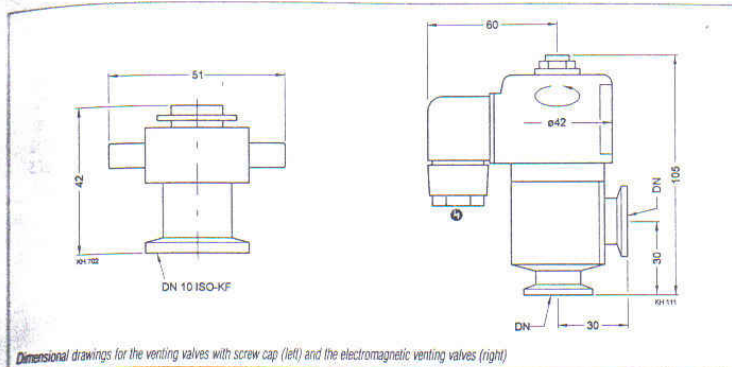
When using helium as the process gas, it must be taken into account that the needle sleeve made of modified PTFE is to a certain extent permeable to helium.



Technical Data

		DN 10 ISO-KF	DN 16 ISO-KF
Gas flow controllable	$\text{mbar} \times \text{l} \times \text{s}^{-1}$	40 - 1700	$5 \cdot 10^{-6}$ - 1000
Tightness	$\text{mbar} \times \text{l} \times \text{s}^{-1}$	1×10^{-9}	1×10^{-9}
Differenzial pressure	bar	3	2.5
Dead volume	cm^3	-	0.032
Operating temperature	$^{\circ}\text{C}$	-	80
Bakeout temperature, flanges	$^{\circ}\text{C}$	100	150
Housing, needle, filter		aluminium	stainless steel
Needle sleeve		-	fluoroplastomer
Seal		FPM	FPM
Weight	kg	0.2	0.4
Ordering Information		DN 10 ISO-KF	DN 16 ISO-KF
Variable leak valve			
without isolation valve		Part No. 215 020	-
with isolation valve		-	Part No. 215 010

Venting Valves



Dimensional drawings for the venting valves with screw cap (left) and the electromagnetic venting valves (right)

Venting valves are used to vent small vacuum systems and are closed when no power is applied.

Advantages to the User

Venting valve with screw cap, manual operation

- ◆ Simple opening and closing of the valve by loosening or tightening the screw cap

Venting valve, electromagnetically actuated

- ◆ Open when power is applied, closed with no power
- ◆ Seals on one side against atmospheric pressure
- ◆ Protected against dirt by a filter

Technical Data

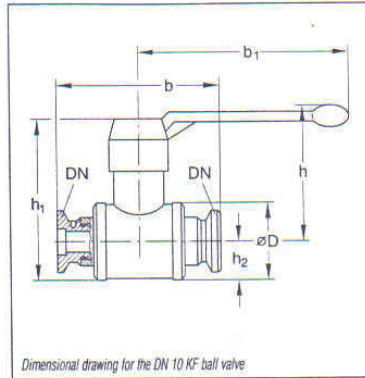
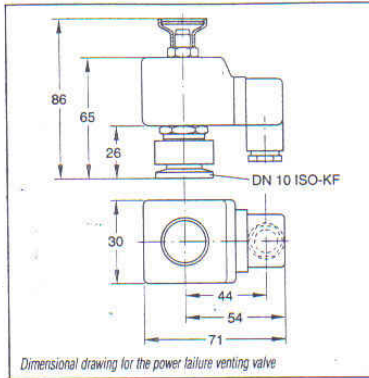
		DN 10 KF	
		Manual	Electric
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁹	< 1 x 10 ⁻⁹
Mains connection	V / Hz	-	230 / 50 / 60
	V / Hz	-	115 / 50 / 60
	V DC	-	24
Power consumption, actuation/holding	VA	-	35 / 15
Differential pressure in closing / opening direction	bar	-	10 / 1
Can be opened to a pressure difference of	bar	-	2
Service life	cycles	-	1.5 million
Switching frequency	1/min	-	50
Opening/closing time		-	60 / 45
Conductance for molecular flow	l x s ⁻¹	-	1
Weight	kg	0.15	0.46
Dimensions (W x H x D)	mm	51 x 42 x 30	105 x 120 x 42
Materials			
Valve body		Aluminum (3.0615) Stainless steel (1.4301)	Aluminum
Inside section		Aluminum (3.0615) Stainless steel (1.4301)	-
Gasket		FPM	FPM
Screw cap		Brass (nickel-plated)	-

Ordering Information

		DN 10 KF	
		Manual	Electric
Venting valve with screw cap			
Aluminium		Part No. 173 24	-
Stainless steel		Part No. 173 37	-
Venting valve, electromagnetic			
24 V DC		-	Part No. 215 021
115 V AC		-	Part No. 215 023
230 V AC		-	Part No. 215 024
Centering ring with sintered metal filter, DN 10 KF		-	Part No. 883 50



Power Failure Venting Valves and Ball Valves



Dimensions - Ball Valves

DN	10 KF	16 KF	25 KF	40 KF
b	75	100	130	160
b ₁	80	80	110	138
h	55	55	62	90
h ₁	55	58	80	110
h ₂	15	15	20	27.5
D	26	30	42	60

Power Failure Venting Valves

Power failure venting valves are open when no power is applied and are used for automatic venting of pumps, systems or vacuum chambers in the event of a power failure.

Advantages to the User

- ◆ Can be installed in any orientation
- ◆ Protection against being contaminated by filtering of the passing air (see information for the DN 10 KF centering ring with sintered metal filter in Product Section C13 "Flange Components and Feedthroughs")
- ◆ Easy to install
- ◆ Simple filter exchange

Ball Valves

Ball valves are rugged and cost-effective straight-through valves of small size, which are opened or closed simply by operating a lever. The valve position (OPEN/CLOSED) can be determined from the lever's position. The lever may be detached.

Ball valves are provided with lubricated gaskets and when open they permit an unobstructed passage.

Advantages to the User

- ◆ Leak tight on both sides against the atmosphere; can be opened against atmospheric pressure

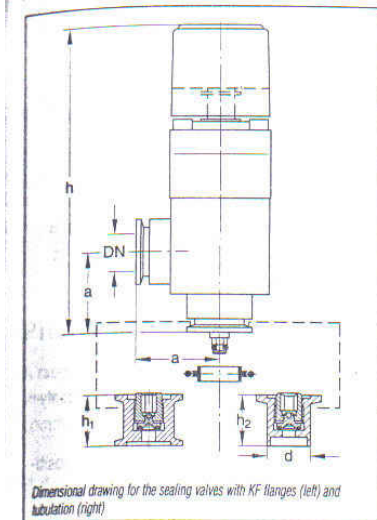
Technical Data		DN 10 KF Power Failure Venting Valve Plastic
Leak tightness	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁷
Venting time for a 50 l vessel	s	50
Mains connection ¹⁾		230 V AC 50-60 Hz, 24 V DC
Max. switching frequency	min ⁻¹	60
Permissible ambient temperature	°C	50
Weight	kg	0.25
Dimensions (B x H x T)	mm	86 x 71 x 44
Materials (valve body / gasket)		plastic/aluminum / FPM

Ordering Information		DN 10 KF Power Failure Venting Valve Plastic
Power failure venting valve, with integrated sinter filter in the flange 230 V / 50-60 Hz 24 V DC		Part No. 174 26 Part No. 174 46

Technical Data		Ball Valves			
		DN 10 KF	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁶			
Conductance for molecular flow	l x s ⁻¹	60	130	350	550
Pressure absolute, min. / max.	mbar / bar	10 ⁻⁵ / 5			
Weight	kg	0.35	0.4	0.75	2.6
Materials		Valve body: brass (nickel-plated); Gaskets: PTFE; Ball: brass (hard chromium-plated); KF flanges: aluminum (3.0615)			

Ordering Information		Ball valves			
		DN 10 KF	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Ball valve, brass body (nickel-plated)		Part No. 174 94	Part No. 174 95	Part No. 174 96	Part No. 174 97

Vacuum Locks and Sealing Valves



Dimensions		16 KF	25 KF	40 KF
a	mm	40	50	65
d	mm	16	25	38
h	mm	124	160	190
h ₁	mm	25	31	40
h ₂	mm	30	30	40

Vacuum Locks and Sealing Valves

Within the tubulation or the pipe on the sealing valves there is integrated a screwable closure component with hex. socket into which the spindle of the gas lock is inserted for actuating it.

After having filled in the gas or evacuated the chamber, the gas lock is detached from the small flange and may thus be reused for an unlimited number of times on other sealing valves.

Advantages to the User

- ◆ Simple to use, handy knob
- ◆ Compact, low weight
- ◆ Also well-suited for operating older types of sealing valves from LEYBOLD
- ◆ Long travel and high conductance, thus short pumpdown times
- ◆ Spindle can be arrested in its end position
- ◆ Double O-ring seal offering a very low leak rate ($< 1 \times 10^{-9}$ mbar x l x s⁻¹) and a long service life

- ◆ May be used in the entire rough and medium vacuum range
- ◆ Long service life
- ◆ Secured against inadvertent opening
- ◆ Temperature resistant
 Vacuum lock 60 °C
 Blocking valve 100 °C
- ◆ May be protected by a standard blank flange against becoming dirty

Typical Applications

- ◆ Sealing of evacuated or gas-filled chambers
- ◆ Post-evacuation of vessels
- ◆ Topping up and exchanging the gas filling in vessels

Two sealing valves of different design are available:

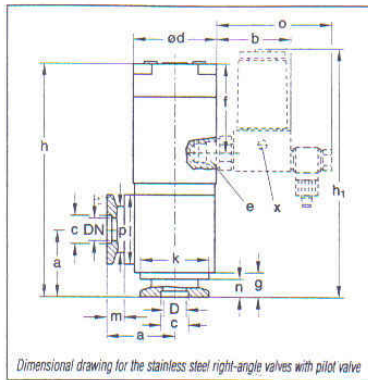
- ◆ Sealing valves with stainless steel KF connection and stainless steel tubulation for welding to vessels
- ◆ Sealing valves with stainless steel tubulation and stainless steel small flanges at both ends for fitting to the vessel (no additional welding work is required, thus particularly well-suited for vacuum chambers which are already in use offering a DN 16, 25 or DN 40 KF connection)

Technical Data		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹	$< 1 \times 10^{-9}$		
Travel for the vacuum lock	mm	56	76	105
Free passage in the sealing valve	mm	3	8	18
Absolute pressure	bar	2.5		
Weight				
vacuum lock	kg	0.5	0.98	1.8
sealing valve	kg	0.04	0.1	0.12
Materials				
		Bearing lid: aluminum Gasket: FPM		

Ordering Information	DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Vacuum lock, aluminum body	Part No. 283 25	Part No. 283 26	Part No. 283 27
Sealing valve, stainless steel body	Part No. 283 21	Part No. 283 22	Part No. 283 23
	with tubulation (stainless steel)		
with KF flanges (stainless steel)	Part No. 283 51	Part No. 283 52	Part No. 283 53
Clamping ring	Part No. 183 41	Part No. 183 42	Part No. 183 43
Centering ring	Part No. 883 46	Part No. 883 47	Part No. 883 48

VALVES WITH KF FLANGES

Right-Angle Valves for Mobile Systems to DOT



Dimensional drawing for the stainless steel right-angle valves with pilot valve

Dimensions		DN 10 KF	25 KF	40 KF
D	mm	10	23	38
a	mm	30	50	65
b	mm	32	32	32
c	mm	12.4	26.4	41.4
d	mm	36	60	80
e		G 1/8"	G 1/8"	G 1/8"
f	mm	39.5	47.5	62
g	mm	11	24	25
h	mm	103	142	178
h ₁ , approx.	mm	110	141	162.5
k	mm	30	40	55
l	mm	30	40	55
m	mm	12	20.5	25.5
n*	mm	10	10	10
o	mm	51	51	51
p*	mm	20	30	45.5
x			Manual adjustment	
Travel	mm	4	6.25	10

* Aluminum only

This valve was especially developed for applications which involve brake fluid (in accordance with DOT) and with special attention regarding safety in the presence of increased differential pressures.

Advantages to the User

- ◆ High degree of reliability and safety due to EPDM gaskets at the valve disk as well as within the body
- ◆ Stronger spring action on the valve disk
- ◆ Long service life
- ◆ Wide range of pilot valves for all commonly used control voltages
- ◆ Interference suppression kit and valve position indicator can be retrofitted

Technical Data

Special Valves to DOT

		DN 10 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Leak rate	mbar x l x s ⁻¹		< 1 x 10 ⁻⁹	
Conductance at molecular flow	l x s ⁻¹	1.6	12.0	32.0
Compressed air connection	bar		5 to 9	
Opening/closing time at a pressure of 6 bar for the compressed air	ms	35/35	50/50	80/80
Permissible pressure at the valve disk, absolute	bar		5	
Service life	cycles		> 10 ⁷	
Compressed air cylinder, volume	m ³	2.5	6.5	19
Weight	kg	0.45	1.1	2.4
Materials			Valve body: aluminum alloy (3.3527); Inside section: stainless steel (1.4541); Pneumatic actuator: aluminum alloy (3.3527); Gaskets: EPDM; Lid: plastic, temperature-resistant to 80 °C	

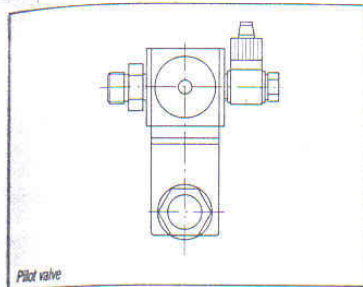
Ordering Information

Special Valves to DOT

	DN 10 KF	DN 25 KF	DN 40 KF
Right-angle valve, without pilot valve, aluminum body	Part No. 287 91	Part No. 297 92	Part No. 297 93
Pilot valves	X	X	X
Valve position indicator (micro switch / non-contact)		Part No. 287 80 / Part No. 287 81	
Interference suppression kit for			
24 V DC/AC		Part No. 287 84	
110 V AC		Part No. 287 82	
230 V AC		Part No. 287 83	

X = Part Nos. see section "Accessories for the Electropneumatically Operated Valves with KF Flanges"

Accessories for the Electropneumatically Operated Valves



Pilot Valves

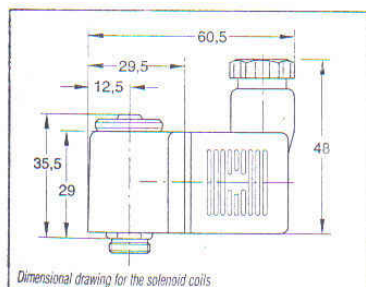
A range of pilot valves is available for actuation of the electropneumatic KF valves, which cover all commonly used control voltages.

Advantages to the User

- ◆ Easy to fit to the pneumatic cylinder
- ◆ Pilot valves which are free of oil and grease allow a recovery of the controlling medium without contamination.

Supplied Equipment

- ◆ Hose connection and gasket for connection to the compressed air supply



Solenoid Coils

LEYBOLD offers a wide range of solenoid coils to adapt the electropneumatically actuated valves to all commonly used control voltages.

Advantages to the User

- ◆ Easy to fit (plug on and tighten with a knurled screw)
- ◆ The solenoid coils fit all electropneumatically actuated valves

Technical Data

		Solenoid Coils for Pilot Valves			
		V DC	V AC	V DC (EX)	V AC (EX)
Voltage	V	12/24 DC	24/110/ 230 AC 50/60 Hz	24 DC	230 AC 50/60 Hz
Permissible voltage variation	%	± 10	± 10 at nominal frequency	± 10	± 10 at nominal frequency
Permissible frequency variation	%	-	± 10 at nominal frequency	-	± 5 at nominal frequency
Power consumption at nominal operating voltage	W	4.1 at 12 V 4.5 at 24 V	Actuate: 7.5 VA Hold: 6.0 VA	4.5	7.5 VA
Operating time		100 %	100 %	100 %	100 %
Type of protection to DIN VDE 0470 T1	IP			65	
Hose connection		Pg 9	Pg 9	5m long attached line	
Class of insulation material to VDE 0580				F	
Type of protection to VDE 0170/0171		-	-	EEx m II T5	EEx m II T5
Test mark	VDE	VDE		VDE/PTB-No. — Ex-91.C.2030X EEx m II T5	
Max. response time	ms	10	10	20	20
Weight	kg	0.065	0.055	0.175	0.170
Torque for the knurled screw, min./max	Ncm			100/150	

Ordering Information

- 230 V AC/50-60 Hz
- 110-120 V/50-60 Hz
- 24 V AC/50-60 Hz
- 24 V DC
- 12 V DC
- 230 V AC/50 Hz, ex. protection, including 5 m long cable
- 24 V DC, ex. protection, including 5 m long cable

Solenoid Coils for Pilot Valves

- Part No. 280 77
- Part No. 280 78
- Part No. 280 79
- Part No. 280 80
- Part No. 280 81
- Part No. 280 82
- Part No. 280 83

Ordering Information

- 230 V/50-60 Hz (normally closed)
- 230 V/50-60 Hz (normally open)
- 110-120 V/50-60 Hz (normally closed)
- 24 V/50-60 Hz (normally closed)
- 24 V DC (normally closed)
- 12 V DC (normally closed)
- 230 V/50 Hz, ex. protection, including 5 m long cable (normally closed)
- 24 V DC, ex. protection, including 5 m long cable (normally closed)
- 24 V DC (normally open)
- Free of oil and grease
- 24 V DC (normally closed)
- 24 V DC (normally open)

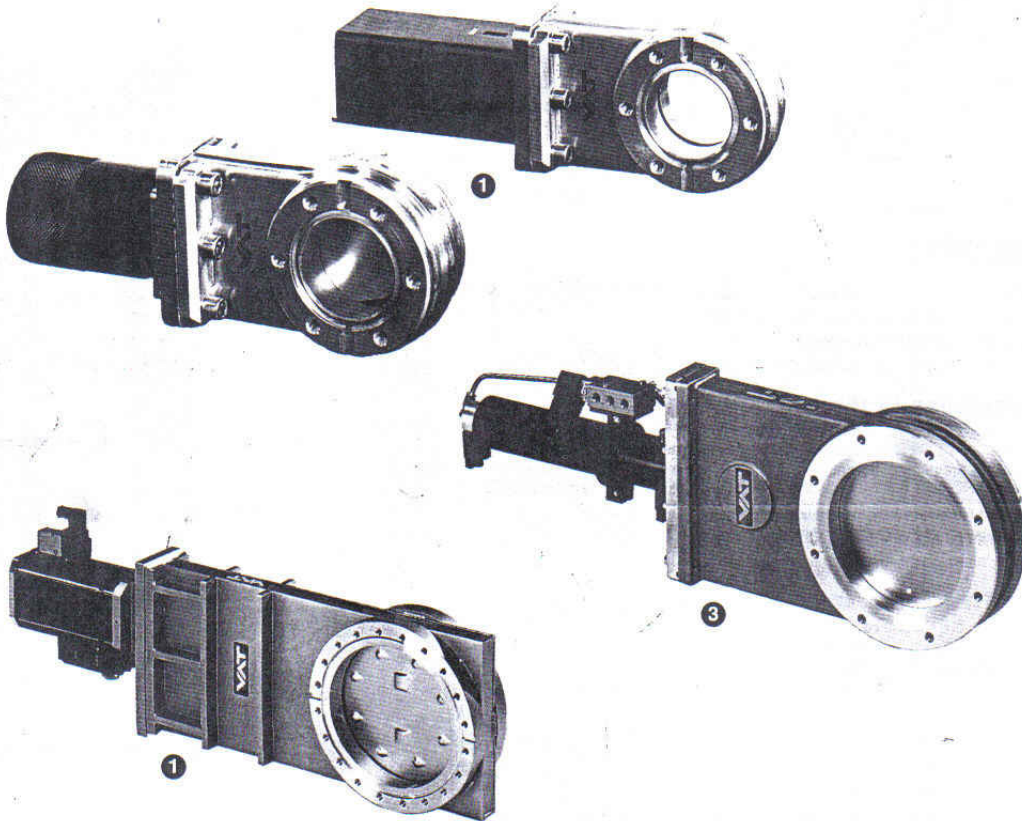
KF Pilot Valves (incl. Solenoid Coil)

- Part No. 280 70
- Part No. 280 71
- Part No. 280 72
- Part No. 280 73
- Part No. 280 74
- Part No. 280 75
- Part No. 280 76
- Part No. 280 84
- Part No. 280 85
- Part No. 280 90
- Part No. 280 91



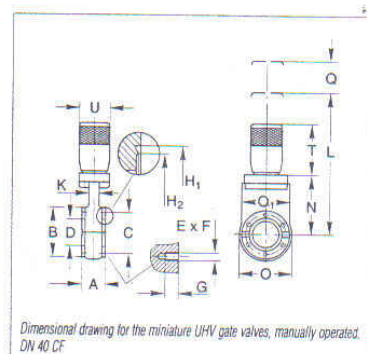
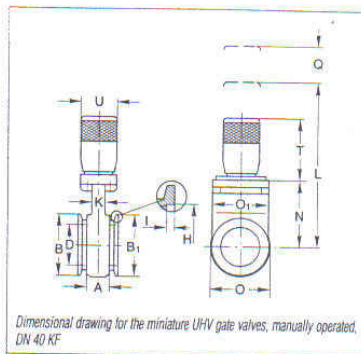
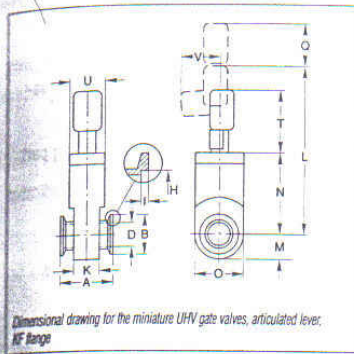
VACUUM VALVES

Overview



- ① Miniature UHV gate valves
- ② UHV gate valve
- ③ HV gate valve

Miniature HV and UHV Gate Valves, Manually Operated



Dimensions DN	KF	Articulated lever			Manually operated	
		16 KF	25 KF	40 KF	40 KF	40 CF
A	mm	40	50	51	50	35
B	mm	30	40	55	72	72
B ₁	mm	-	-	-	55	-
C	mm	-	-	-	-	58.7
D	mm	15	24	39	40	40
E x F	mm	-	-	-	-	6 x M6
G	mm	-	-	-	-	7
H	mm	17.2	26.2	41.2	41.2	-
I	mm	3	3	3	3	-
J	mm	25	32	31	16	16
K	mm	95	130	208	198	198
L	mm	15	22	32.5	-	-
M	mm	41	59	93	82	82
N	mm	30	44	65	76	76
O	mm	-	-	-	70	70
O ₁	mm	25	35	55	55	55
Q	mm	37	50	85	73	73
T	mm	25	32	40	45	45
U	mm	22	30	50	-	-
V	mm	-	-	-	-	-

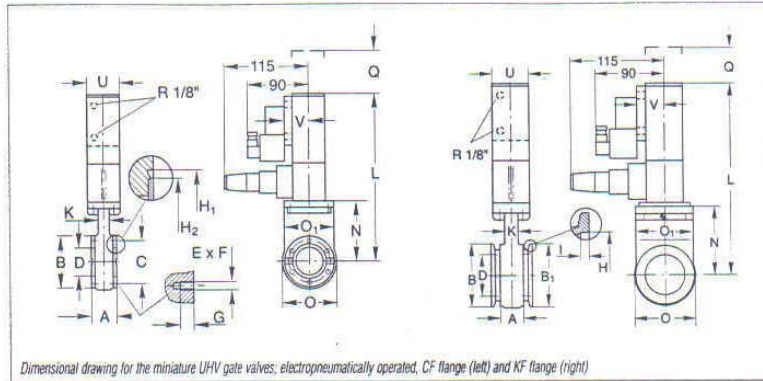
Advantages to the User

- ◆ Manually actuated; bellows-sealed push gate feedthrough
- ◆ Valve technology with only one moving part
- ◆ Equipped with a mechanical position indicator
- ◆ Actuation free of particles and vibrations
- ◆ Compact, light-weight design

Technical Data		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF	DN 40 KF	DN 40 CF
		Articulated lever			Manually operated	
Leak tightness body / valve seat	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁹ / < 1 x 10 ⁻⁹			< 1 x 10 ⁻¹⁰ / < 1 x 10 ⁻⁹	
Pressure range, abs.		1 x 10 ⁻⁷ mbar to 2 bar			1 · 10 ⁻¹⁰ mbar to 2 bar	
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	10	34	140	120	
Differential pressure at the valve disk	bar	≤ 2 in both directions			1 in both directions	
Max. differential pressure during opening	mbar	≤ 30			250	
Service life until first maintenance	cycles	50 000			50 000	
Degassing temperature	for the valve	°C			250 / 200	
	manual open / closed	°C			250	
Installation orientation		any			any	
Weight	kg	0.4	0.4	0.7	1.5	
Materials	Valve body	AlMgSi 1 (3.23.15)			AISI 304 (1.4301)	
	Valve disk	AISI 301 (1.4310)			AISI 301 (1.4310)	
	Bellows	-			AISI 304 L (1.4306)	
Seals	Head	Viton			Metal	
	Disk	Viton			Viton	
Ordering Information		DN 16 KF	DN 25 KF	DN 40 KF	DN 40 KF	DN 40 CF
		Articulated lever			Manually operated	
Miniature gate valve, manually operated		Part No. 286 06	Part No. 286 08	Part No. 286 09	Part No. 286 15	Part No. 286 84
6 set screws with nuts and washers		-	-	-	-	Part No. 839 11

Gate Valves with KF or CF Flanges

Miniature HV and UHV Gate Valves, Electropneumatically Operated



Dimensional drawing for the miniature UHV gate valves; electropneumatically operated, CF flange (left) and KF flange (right)

Advantages to the User

- ◆ Double-acting electropneumatic actuator (with position indicator and pilot valve); bellows-sealed push gate feedthrough
- ◆ Valve technology with only one moving part
- ◆ Equipped with a mechanical position indicator
- ◆ Actuation free of particles and vibrations
- ◆ Short closing time, very long service life
- ◆ Compact, light-weight design

Dimensions			
DN		40 KF	40 CF
A	mm	50	35
B	mm	72	72
B1	mm	55	-
C	mm	-	58,7
D	mm	40	40
E x F		-	6 x M6
G	mm	-	7

Dimensions			
DN		40 KF	40 CF
H	mm	41,2	-
H ₁	mm	-	48,3
H ₂	mm	-	42
I	mm	3	-
K	mm	16	16
L	mm	198	198
N	mm	82	82

Dimensions			
DN		40 KF	40 CF
O	mm	76	76
O ₁	mm	70	70
Q	mm	55	75
T	mm	73	73
U	mm	45	45

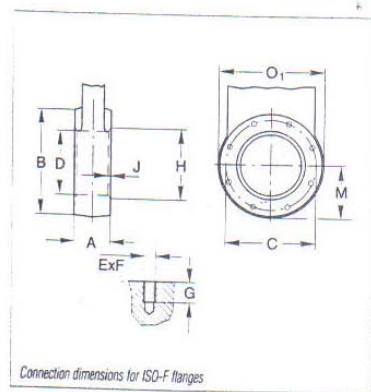
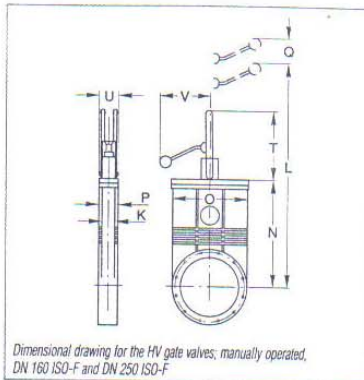
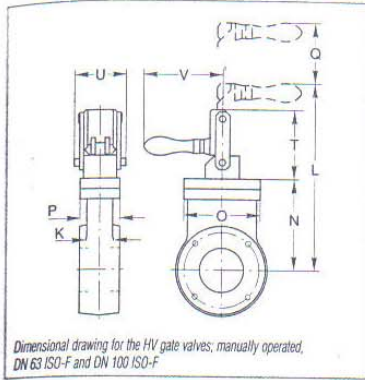
Technical Data

		DN 40 KF		DN 40 CF
		Aluminum body	Stainless steel body	
Leak tightness, valve body	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁹		< 1 x 10 ⁻¹⁰
Leak tightness, valve seat	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁹		< 1 x 10 ⁻⁹
Pressure range, abs.		1 x 10 ⁻⁷ mbar to 2 bar		1 x 10 ⁻¹⁰ mbar to 2 bar
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	140		160
Differential pressure at the valve disk	bar	≤ 2 in both directions		≤ 2 in both directions
Max. differential pressure during opening	mbar	≤ 30		30
Max. differential pressure at reduced service life	bar	1		1
Service life until first maintenance	cycles	50 000		50 000
Bakeout temperature				
Valve open / closed	°C	≤ 150 / 150		≤ 250 / 200
pneumatic actuation	°C	≤ 50		≤ 200
Position indicator / pilot valve	°C	≤ 80 / 50		80 (optional: 250) / 50
Warming-up and cooling down speed	°C x h ⁻¹	80		80
Compressed air min./max.	bar	4.5/7		4.5/7
Closing/opening time	s	0.7		0.7
Pilot valve				
supply voltage / power consumption	- / W	24 V DC / 6 or 230 V AC, 50/60 Hz / 2		24 V DC / 6 or 230 V AC, 50/60 Hz / 2
Switching capacity of the pos. indicator at 80 °C	A	0.5 at 50 V AC; max. 10 W		5 at 250 V AC; 3 at 50 V DC
250 °C	A	0.5 at 75 V DC; max. 10 W		1 at 48 V AC; 1 at 72 V DC
Installation orientation		any		any
Weight	kg	1.8		1.5
Materials				
Valve body		Al Mg Si 1 (3.2315)		AISI 304 (1.4301)
Disk		AISI 301 (1.4310)		AISI 304 (1.4301)
Pin		-		AISI 301 (1.4310)
Bellows		-		AISI 304 L (1.4306)
Seals				
Head		Viton		Metal
Disk		Viton		FPM

Ordering Information

	DN 40 KF		DN 40 CF
	Aluminum body	Stainless steel body	
Miniature gate valve, electropneumatically operated			
24 V DC / 6 W	Part No. 286 54	Part No. 286 36	Part No. 286 99
230 V AC, 50/60 Hz / 2 W	Part No. 286 44	Part No. 286 35	Part No. 286 94
6 set screws with nuts and washers	-	-	Part No. 839 11

HV Gate Valves, Manually Operated



Dimensions		DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F
K	mm		38	38	40
L	mm		277	365	565
N	mm		136	191	275
O	mm		112	150	215
P	mm		60	60	60
Q	mm		90	125	210
T	mm		100	116	179
U	mm		77	77	63
V	mm		114	114	140

Advantages to the User

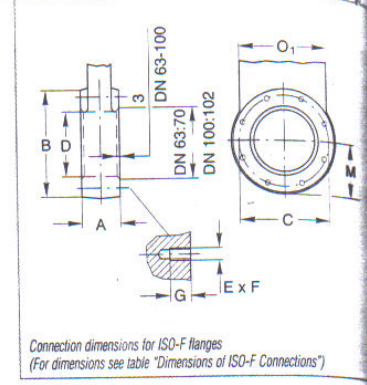
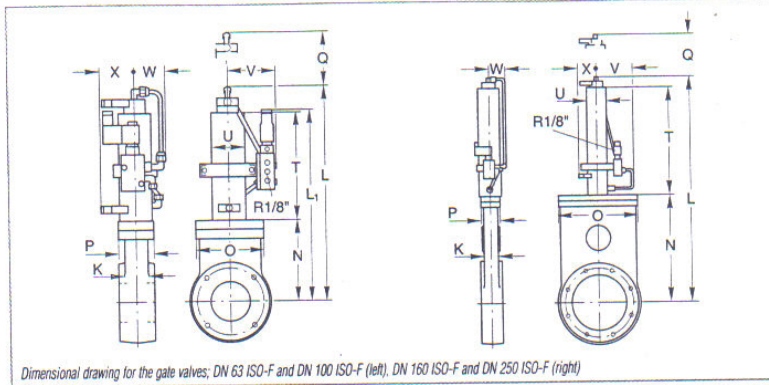
- ◆ Cost-effective gate valve for industrial applications with elastomer-sealed push gate feed-through
- ◆ Aluminum body
- ◆ Slim and light-weight
- ◆ Low play in the locked state and low wear

Dimensions of ISO-F Connections		DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F
A	mm		60	60	60
B	mm		130	165	225
C	mm		110	145	200
D	mm		65	100	153
ExF			4 x M6	8 x M8	8 x M10
G	mm		12	12	12
H	mm		70	102	-
I	mm		3	3	-
M	mm		69	86	116
O ₁	mm		138	172	232

Technical Data		DN 63 ISO-F	DN 100 ISO-F	DN 160 ISO-F
Leak tightness: Body, valve seat	mbar x l x s ⁻¹		< 1 x 10 ⁻⁹	
Pressure range, abs.			1 x 10 ⁻⁷ mbar to 1 bar	
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	550	2000	7000
Differential pressure at the valve disk	bar		1 in both directions	
Max. differential pressure during opening	mbar		30	
Service life until first maintenance	cycles		50 000	
Degassing temperature				
valve	°C		150	
manual drive	°C		100	
Installation orientation			any	
Weight	kg	3	5	8
Materials		Valve body: aluminum G AlSi7Mg; Valve disk: 1.4301, AISI 304 Mechanism: 1.4301, AISI 304, aluminum AlMgSi1, 1.4034, AISI 420, 1.4310, AISI 301, bronze Seals (head, disk): FPM		
Ordering Information		DN 63 ISO-F	DN 100 ISO-F	DN 160 ISO-F
HV gate valve, manually operated		Part No. 286 25	Part No. 286 26	Part No. 286 27

Gate Valves with ISO-F Flanges

HV-Gate Valves, Electropneumatically Operated



Dimensional drawing for the gate valves; DN 63 ISO-F and DN 100 ISO-F (left), DN 160 ISO-F and DN 250 ISO-F (right)

Connection dimensions for ISO-F flanges (For dimensions see table "Dimensions of ISO-F Connections")

Dimensions		DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F	250 ISO-F
K	mm		38	38	40	55
L	mm		351	443	572	917
L ₁	mm		311	366	-	-
N	mm		136	191	275	450
O	mm		112	150	215	335
P	mm		60	60	60	80

Dimensions		DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F	250 ISO-F
Q	mm		90	125	210	340
T	mm		174	211	257	428
U	mm		55	55	55	75
V	mm		80	80	80	130
W	mm		50	50	50	60
X	mm		59	59	59	69

Advantages to the User

- ◆ Cost-effective gate valve for industrial applications with elastomer-sealed push gate feed-through
- ◆ Aluminum body
- ◆ Slim and light-weight
- ◆ Low play in the locked state and low wear

Technische Daten

DN 63 ISO-F

DN 100 ISO-F

DN 160 ISO-F

DN 250 ISO-F

Leak tightness: Body, valve seat	mbar x l x s ⁻¹	< 1 x 10 ⁻⁹			
Pressure range, abs.		1 x 10 ⁻⁷ mbar to 1 bar			
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	550	2000	7000	15000
Diff. press. at the valve disk/during opening, max.	mbar	1000 in both directions/30			
Compressed air min./max.	bar	4/7	4/7	4/7	5/7
Closing/opening time	s	0.8	1	1.5	3
Service life until first maintenance	cycles	50000			
Degassing temperature					
valve	°C	150			
pneumatic drive	°C	50			
position indicator	°C	80			
pilot valve	°C	50			
Pilot valve					
supply voltage / power consumption	- / W	24 V DC / 6 or 230 V AC, 50/60 Hz / 2.5			
Switching capacity for the position indicator	A	5 at 250 V AC; 3 at 50 V DC			
Installation orientation		any			
Weight	kg	4	6	9	25
Materials		Valve body: aluminum G AISi7Mg; Valve disk: 1.4301, AISI 304 Mechanism: 1.4301, AISI 304, aluminum AlMgSi1, 1.4034, AISI 420, 1.4310, AISI 301, bronze Seals (head, disk): FPM			

Ordering Information

DN 63 ISO-F

DN 100 ISO-F

DN 160 ISO-F

DN 250 ISO-F

HV gate valve, electropneumatically operated
24 V DC / 6 W
230 V AC, 50/60 Hz / 2.5 W

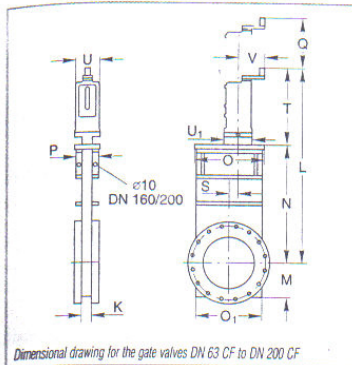
Part No. 286 55
Part No. 286 45

Part No. 286 56
Part No. 286 46

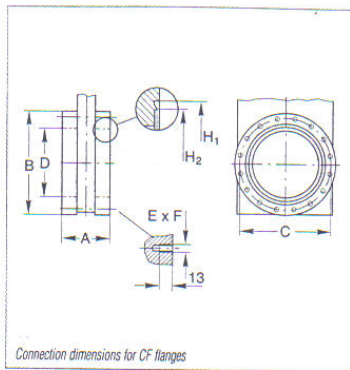
Part No. 286 57
Part No. 286 47

Part No. 286 59
Part No. 286 49

UHV Gate Valves, Manually Operated



Dimensional drawing for the gate valves DN 63 CF to DN 200 CF



Connection dimensions for CF flanges

Advantages to the User

- ◆ Valve and wheel can be degassed at temperatures up to 250 °C
- ◆ Steel body (non-rusting)
- ◆ Bellows-sealed push gate feedthrough
- ◆ Low play in the locked state and low wear
- ◆ Compact
- ◆ Mechanically locked in the closed state

Dimensions		DN	63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
K	mm		27	27	27	35
L	mm		408	463	552	660
M	mm		57	73	99	125
N	mm		192	247	336	430
O	mm		115	145	200	250
O ₁	mm		112	142	192	240
P	mm		70	70	70	80

Dimensions		DN	63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
Q	mm		180	220	290	350
S	mm		11	9	25	38.5
T	mm		175	175	175	195
U	mm		70	70	70	90
U ₁	mm		83	83	83	103
V	mm		77	77	77	94

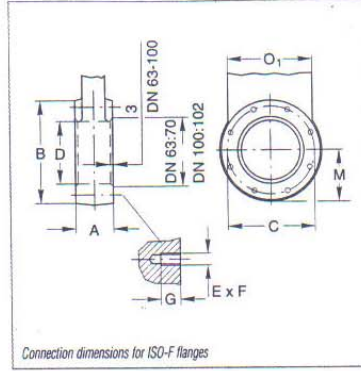
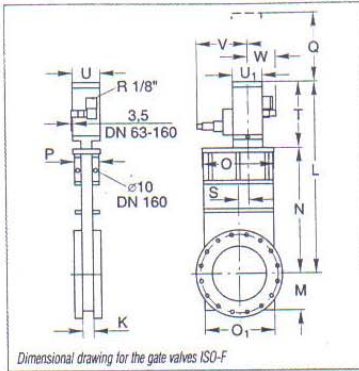
Dimensions of CF Flanges		DN	63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
A	mm		70	70	70	80
B	mm		113.5	151.6	202.4	253.2
C	mm		92.1	130.2	181	231.8
D	mm		70	100	150	200
E x F			8 x M8	16 x M8	20 x M8	24 x M8
H ₁	mm		82.5	120.65	171.45	222.3
H ₂	mm		77.4	115.5	166	217

Technical Data		DN 63 CF	DN 100 CF	DN 160 CF	DN 200 CF
Leak tightness body	mbar x l x s ⁻¹	< 5 x 10 ⁻¹⁰			
Pressure range, abs.		1 x 10 ⁻¹⁰ mbar to 1 bar			
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	600	1700	6000	~12000
Differential pressure at the valve disk	bar	1 in both directions			
Max. differential pressure during opening	mbar	30			
Number of spindle turns for full travel		10	13	17	17
Service life until first maintenance	cycles	50 000 (optional: 1 million)			
Degassing temperature					
valve open/closed	°C	250/200			
manual drive	°C	250			
Warming-up and cooling down speed	°C x h ⁻¹	80			
Installation orientation		any			
Weight	kg	9	12	18	28
Materials		Valve body: 1.4301, AISI 304; Bellows: 1.4435, AISI 316 L Mechanism: 1.4301, AISI 304 / 1.4435, AISI 316 L, 1.4310 AISI 301 / 1.4034, AISI 420			
Ordering Information		DN 63 CF	DN 100 CF	DN 160 CF	DN 200 CF
UHV gate valve, manually operated		Part No. 286 85	Part No. 286 86	Part No. 286 87	Part No. 286 88
16 set screws with nuts and washers		Part No. 839 13	Part No. 839 13	2 x Part No. 839 13	2 x Part No. 839 13



Gate Valves with ISO-F Flanges

UHV Gate Valves, Electropneumatically Operated



Advantages to the User

- ◆ Valve and pneumatic drive can be degassed at temperatures up to 250 °C and 200 °C respectively
- ◆ Steel body (non-rusting)
- ◆ Double-acting electropneumatic actuator (with position indicator and pilot valve)
- ◆ Bellows-sealed push gate feedthrough
- ◆ Low play in the locked state and low wear
- ◆ Compact
- ◆ Mechanically locked in the closed state

Dimensions	DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F	250 ISO-F
K	mm	27	27	27	42
L	mm	346	418	523	800
M	mm	57	73	99	161
N	mm	192	247	336	560
O	mm	115	145	200	345
O ₁	mm	112	142	192	322
P	mm	70	70	70	80

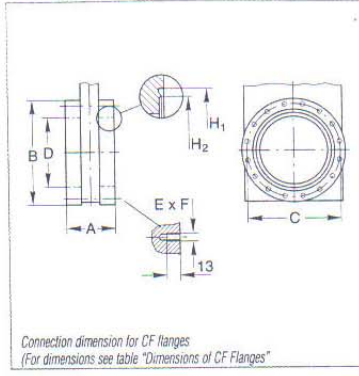
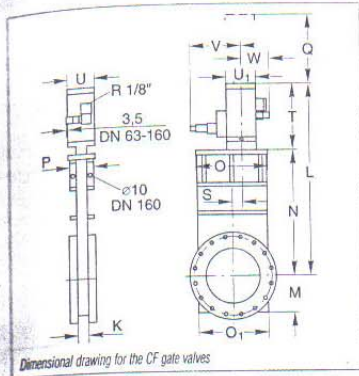
Dimensions	DN	63 ISO-F	100 ISO-F	160 ISO-F	250 ISO-F
Q	mm	180	220	290	450
S	mm	11	9	25	65
T	mm	154	171	187	240
U	mm	70	70	70	90
U ₁	mm	83	83	83	103
V	mm	145	145	145	155
W	mm	110	110	110	120

Dimensions of ISO-Flanges	DN	ISO-F			
		63	100	160	250
A	mm	70	70	70	100
B	mm	130	165	225	350
C	mm	110	145	200	310
D	mm	70	100	150	261
E x F		4 x M8	8 x M8	8 x M10	12 x M10
G	mm	13	13	15	15
H	mm	-	102	153	-
J	mm	-	3	5	-

Technical Data		DN 63 ISO-F	DN 100 ISO-F	DN 160 ISO-F	DN 250 ISO-F
Leak tightness body	mbar x l x s ⁻¹	< 5 x 10 ⁻¹⁰			
Pressure range, abs.		1 x 10 ⁻¹⁰ mbar at 1 bar			
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	600	1700	6000	26000
Differential pressure at the valve disk	bar	1 in both directions			
Max. differential pressure during opening	mbar	30			
Compressed air min./max.	bar	4/7	4/7	4/7	5/7
Closing/opening time	s	0.8	1	1.5	3
Compressed air cylinder, volume	m ³	0.08	0.11	0.14	0.74
Service life until first maintenance	cycles	50 000 (optional: 1 million)			
Degassing temperature		250/200 / 200			
valve open/closed / pneumatic drive	°C	80 (optional: 250) / 50			
position indicator / pilot valve	°C				
Warming-up and cooling down speed	°C x h ⁻¹	80			
Pilot valve		24 V DC / 6 or 230 V AC, 50/60 Hz / 2.5			
supply voltage / power consumption	- / W				
Switching capacity for position indicator		5 at 250 V AC; 3 at 50 V DC			
at 80 °C	A	1 at 48 V AC; 1 at 72 V DC			
at 250 °C	A				
Installation orientation		any			
Weight	kg	9	12	18	42
Materials		Valve body: 1.4301, AISI 304; Bellows: 1.4435, AISI 316 L Mechanism: 1.4301, AISI 304 / 1.4435, AISI 316 L, 1.4310 AISI 301 / 1.4034, AISI 420			

Ordering Information	DN 63 ISO-F	DN 100 ISO-F	DN 160 ISO-F	DN 250 ISO-F
UHV gate valve, electropneumatically operated				
24 V DC / 6 W	Part No. 286 72	Part No. 286 73	Part No. 286 74	Part No. 286 81
230 V AC, 50/60 Hz / 2.5 W	Part No. 286 75	Part No. 286 76	Part No. 286 77	Part No. 286 80

UHV Gate Valves, Electropneumatically Operated



Advantages to the User

- ◆ Double-acting electropneumatic actuator (with position indicator and pilot valve)
- ◆ Bellows-sealed push gate feedthrough
- ◆ Valve and pneumatic drive can be degassed at temperatures up to 250 °C and 200 °C respectively
- ◆ Steel body (non-rusting)
- ◆ Low play in the locked state and low wear
- ◆ Compact
- ◆ Mechanically locked in the closed state

Dimensions		63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
K	mm	27	27	27	35
L	mm	346	418	523	630
M	mm	57	73	99	125
N	mm	192	247	336	430
O	mm	115	145	200	250

Dimensions		63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
C ₁	mm	112	142	192	240
P	mm	70	70	70	80
Q	mm	180	220	290	350
S	mm	11	9	25	38,5
T	mm	154	171	187	200

Dimensions		63 CF	100 CF	160 CF	200 CF
U	mm	70	70	70	90
U ₁	mm	83	83	83	103
V	mm	145	145	145	155
W	mm	110	110	110	120

Technical Data	DN 63 CF	DN 100 CF	DN 160 CF	DN 200 CF	
Leak tightness body	mbar x l x s ⁻¹ < 5 x 10 ⁻¹⁰				
Pressure range, abs.	1 x 10 ⁻¹⁰ mbar at 1 bar				
High vacuum conductance	l x s ⁻¹	600	1700	6000	12000
Differential pressure at the valve disk	bar 1 in both directions				
Max. differential pressure during opening	mbar 30				
Compressed air min./max.	bar	4/7	4/7	4/7	5/7
Closing/opening time	s	0.8	1	1,5	2
Compressed air cylinder, volume	m ³	0.08	0.11	0.14	0.25
Service life until first maintenance	cycles	50 000 (optional: 1 million)			
Degassing temperature	°C 250/200 / 200				
valve open/closed / pneumatic drive	°C 80 (optional: 250) / 50				
position indicator / pilot valve	°C 80				
Warming-up and cooling down speed	°C x h ⁻¹				
Pilot valve	supply voltage / power consumption - / W 24 V DC / 6 or 230 V AC, 50/60 Hz / 2.5				
Switching capacity for position indicator	at 80 °C A 5 at 250 V AC; 3 at 50 V DC				
at 250 °C A 1 at 48 V AC; 1 at 72 V DC					
Installation orientation	any				
Weight	kg	9	12	18	28
Materials	Valve body: 1.4301, AISI 304; Bellows: 1.4435, AISI 316 L Mechanism: 1.4301, AISI 304 / 1.4435, AISI 316 L, 1.4310 AISI 301 / 1.4034, AISI 420				

Ordering Information	DN 63 CF	DN 100 CF	DN 160 CF	DN 200 CF
UHV gate valve, electropneumatically operated	Part No. 286 89	Part No. 286 90	Part No. 286 91	Part No. 286 92
24 V DC / 6 W	Part No. 286 95	Part No. 286 96	Part No. 286 97	Part No. 286 98
230 V AC, 50/60 Hz / 2.5 W				
16 set screws with nuts and washers	Part No. 839 13	Part No. 839 13	2 x Part No. 839 13	2 x Part No. 839 13