



SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

Cómo aprovechar al máximo las bombas y los compresores

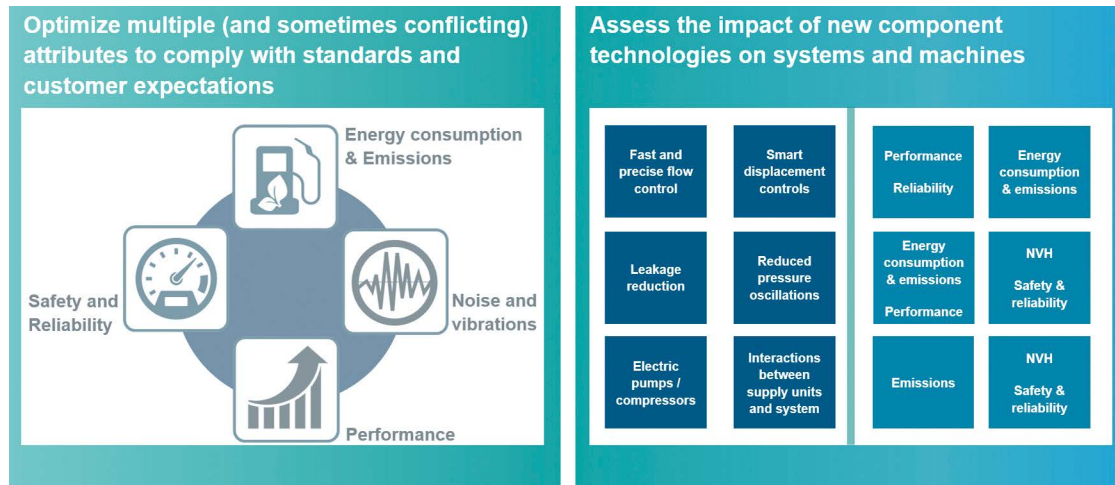
Utilice Simcenter Amesim para cumplir de manera eficaz los requisitos regulatorios y del mercado

Resumen ejecutivo

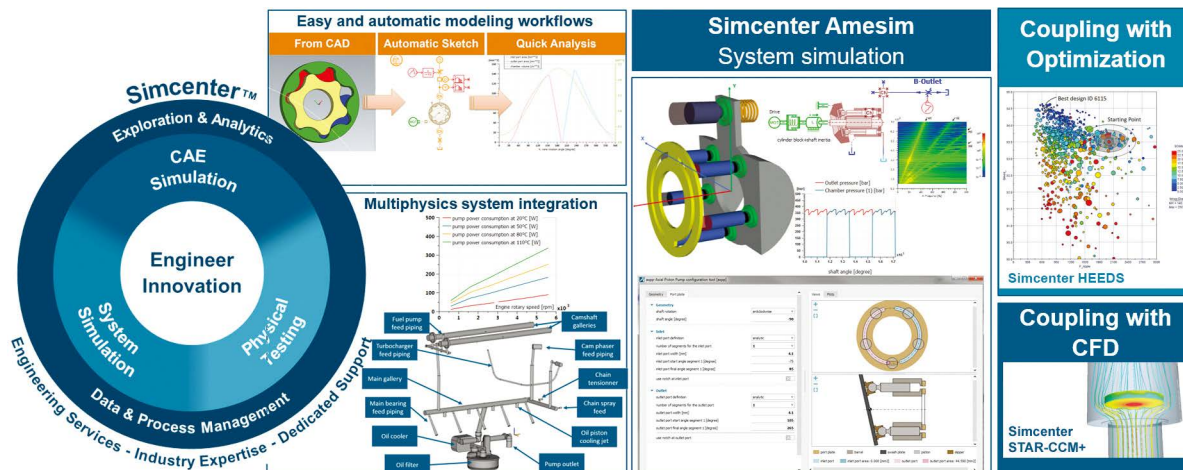
Actualmente, los proveedores de maquinaria rotatoria deben cumplir una serie de criterios como, por ejemplo, el aumento de las normativas relativas al ruido, la vibración y la dureza (NVH), las emisiones y la seguridad y la reducción del consumo energético, al tiempo que mantienen el mismo nivel de rendimiento. En este contexto, que puede plantear un gran desafío, las soluciones de simulación de sistemas permiten a los clientes evaluar correctamente las opciones de diseño lo antes posible durante el proceso de desarrollo.

Por eso, las nuevas tecnologías se diseñan y evalúan mediante la adopción de modelos virtuales fiables que permiten analizar el espacio de diseño completo con el objetivo de cumplir tanto las normativas como las expectativas del cliente. Los múltiples atributos, en ocasiones conflictivos, de las bombas y los compresores deben ajustarse con soluciones técnicas que permiten reducir las oscilaciones de presión y par de torsión y regular el flujo de forma rápida y precisa. Además, es necesario comprender las interacciones entre las bombas/compresores y los componentes y sistemas subyacentes.

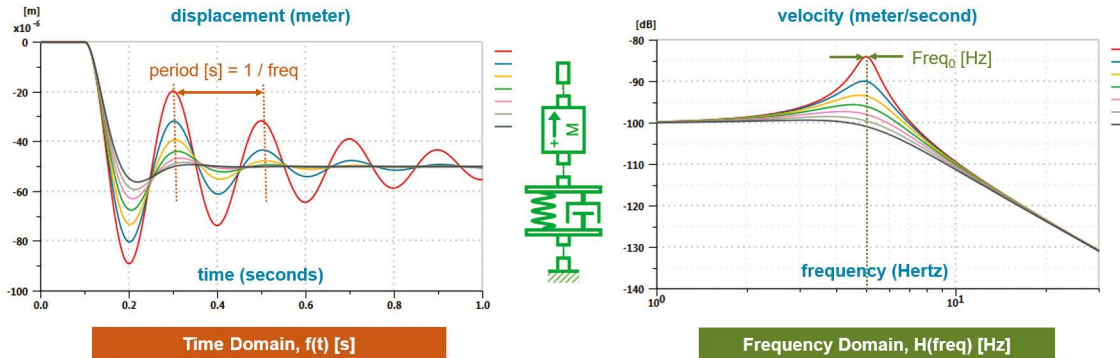
Resumen



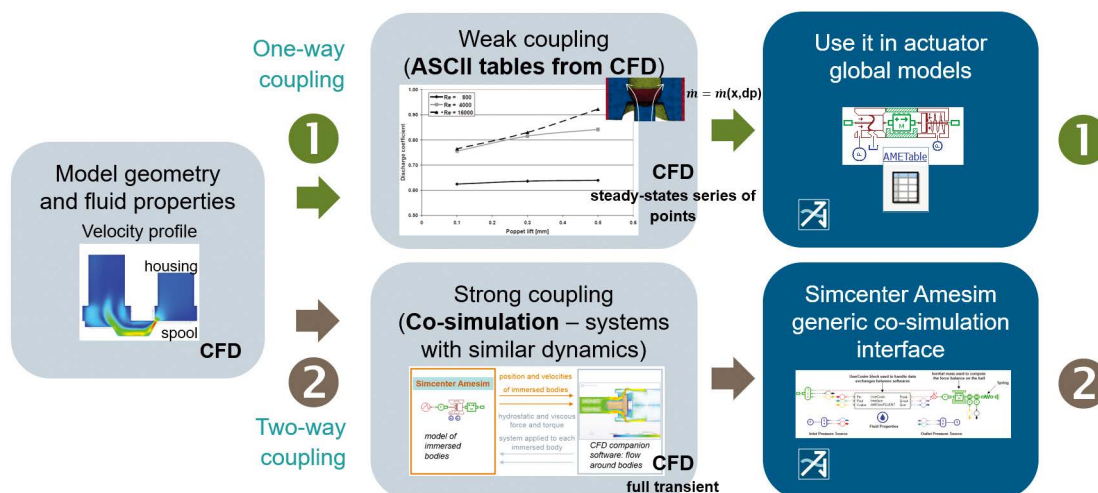
Con el propósito de ayudar a los proveedores de componentes de fluidos a desarrollar productos de alta calidad mediante un proceso de desarrollo reducido y costes moderados, el software Simcenter™ Amesim™, parte de Xcelerator™, un portfolio completo de software y servicios de Siemens Digital Industries Software, ofrece bibliotecas multifísicas en un entorno integrado con el objetivo de representar múltiples dominios físicos, incluidos el mecánico, el eléctrico, el hidráulico y el térmico.



De manera complementaria a las simulaciones tiempo-dominio, las herramientas frecuencia-dominio de Simcenter Amesim le permiten identificar respuestas libres y forzadas, como autovalores y modos naturales, el lugar de las raíces y trazados Bode/Nyquist/Nichols para investigar las magnitudes y las fases de las funciones de transferencia entre las variables de entrada (por ejemplo, el estímulo de reacción de la bomba) y los observadores (por ejemplo, los niveles de presión dentro del circuito).



Simcenter Amesim es la opción más adecuada para satisfacer las necesidades de simulación relativas al desarrollo de productos, incluidos los modelos funcionales o basados en la geometría y la dinámica física cuasiestática o completa. Asimismo, la transparencia de Simcenter Amesim le facilita la integración de modelos de simulación de sistemas mediante herramientas de dinámica computacional de fluidos (CFD) en 3D para analizar los flujos de fluidos a escala local. Algunas aplicaciones incluyen la evaluación de pérdidas de presión en tuberías o ranuras complejas, coeficientes de flujo en restricciones o fuerzas de flujo específicas que actúan sobre las válvulas de asiento/distribución con pasos de flujo particulares y recirculación.

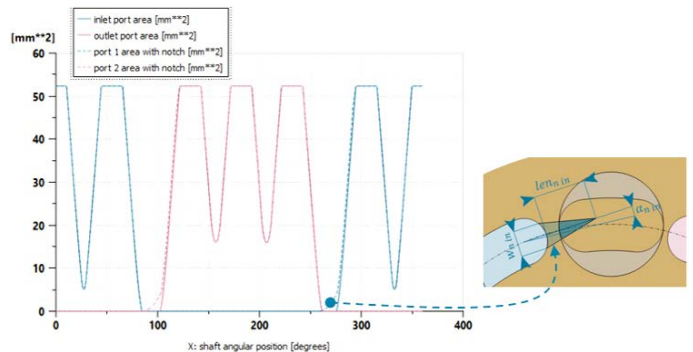
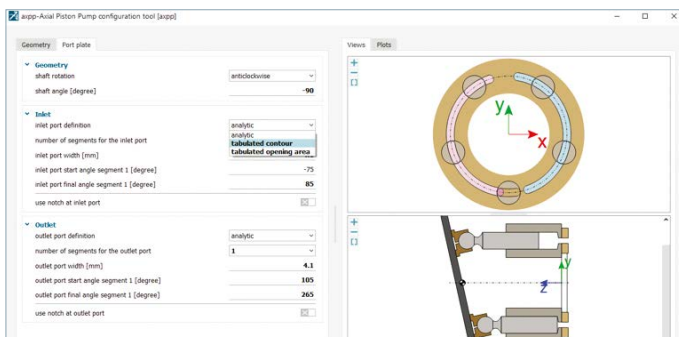


Modelado hidráulico

Para las aplicaciones hidráulicas, Simcenter Amesim pone a su disposición tres bibliotecas que pueden satisfacer las necesidades de simulación en función de los datos de entrada y las dinámicas disponibles:

- Modelos físicos funcionales para los comportamientos generales/predominantes a nivel de sistema para bombas, válvulas, acumuladores, etc., descritos en las características comunes disponibles en las fichas técnicas.
- Resistencias hidráulicas para evaluar las pérdidas de presión locales como consecuencia de plegados, uniones en T y otros cambios repentinos en la geometría de las tuberías. Esta biblioteca podría resultar necesaria para las tuberías hidráulicas en la entrada de baja presión de las bombas, donde un flujo elevado podría dar lugar a presiones relativas negativas y a una aireación y cavitación fuertes en el punto de succión.
- En el caso de geometrías de tuberías complejas, los ingenieros pueden crear y parametrizar fácilmente el modelo de Simcenter Amesim gracias a las funcionalidades de importación de diseño asistido por ordenador (CAD) de la plataforma de simulación.
- Por último, la biblioteca de diseño de componentes incluye múltiples modelos basados en la geometría que permiten representar la totalidad de las trayectorias de flujo en las válvulas hidráulicas de asiento y distribución, las pérdidas y las bombas. Esta biblioteca es adecuada para el diseño de componentes y la optimización de la hidráulica.

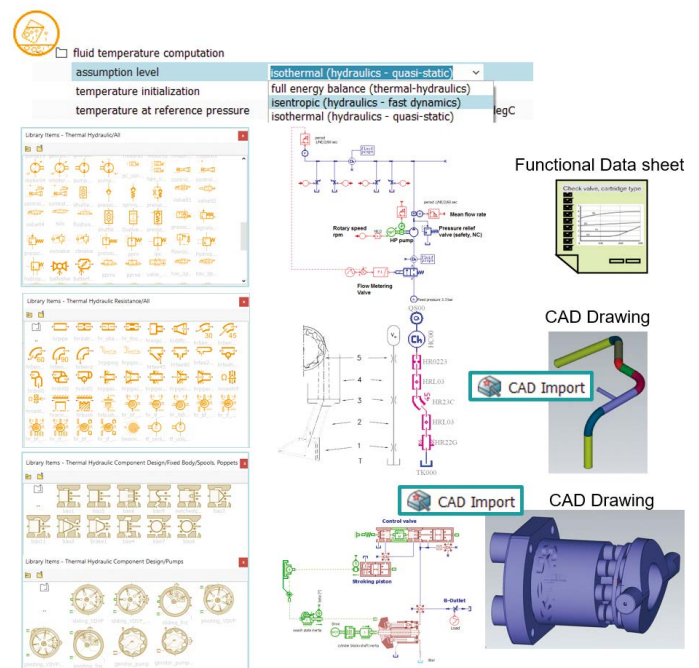
En el caso de las bombas de desplazamiento positivo, se pueden utilizar modelos totalmente integrados



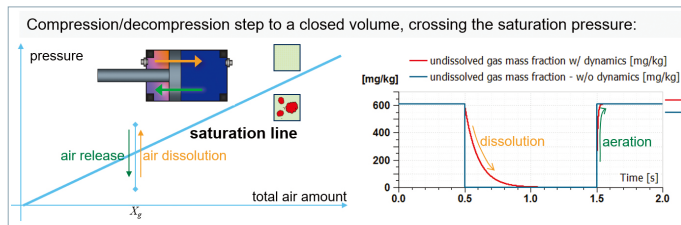
durante la fase de prediseño, cuando el dibujo CAD aún no está disponible para comparar diferentes opciones de geometría con el soporte de aplicaciones de preprocesamiento con el fin de facilitar la parametrización del modelo.

Cuando el dibujo de la bomba está disponible, las funciones de importación CAD permiten al usuario generar automáticamente el boceto y parametrizar el modelo de la bomba recuperando directamente su geometría.

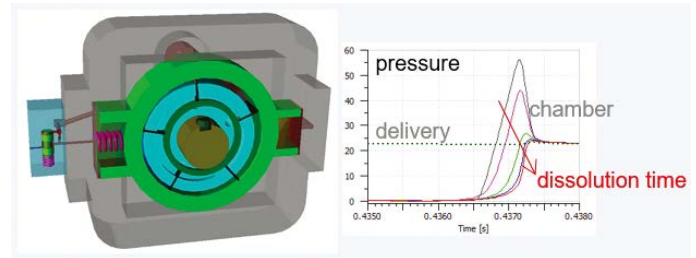
El cálculo de las propiedades avanzadas de los fluidos debe respetar siempre los principios termodinámicos de conservación de la masa y la energía. Esto hace posible predecir los fenómenos de aireación y cavitación que pueden producirse, por ejemplo, en la entrada de la bomba a velocidades angulares más elevadas.



Con el modelo de aireación más complejo adecuado para el análisis de la dinámica completa en bombas hidráulicas, la cantidad de aire total y no disuelto se consideran variables independientes que se calculan a partir de las leyes de conservación de las fracciones de masa. La evolución de la fracción de masa de gas no disuelta tiene en cuenta la dinámica para la aireación y la disolución, ya sea planteando una demora de primer orden caracterizada por constantes de tiempo definidas por el usuario o basadas en leyes más complejas.¹



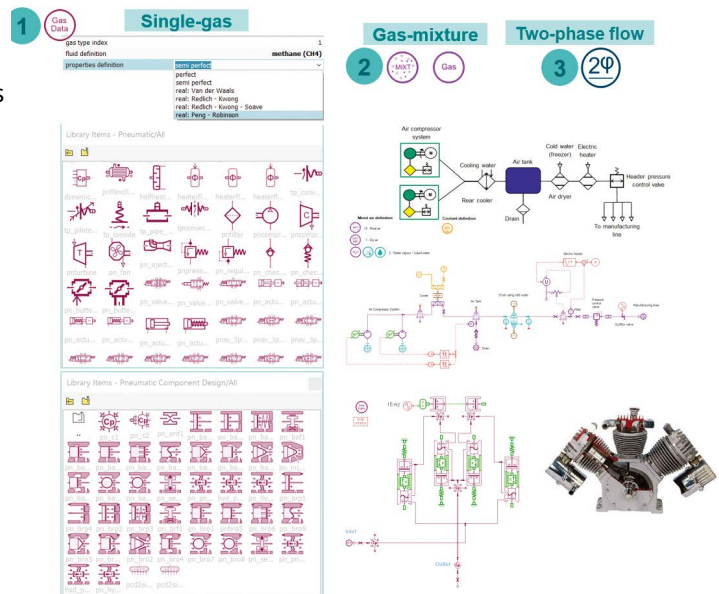
Este documento² muestra el impacto de la dinámica de disolución del aire en la regulación de una bomba de lubricación de desplazamiento variable con un ajuste de presión configurable. Estas dinámicas influyen significativamente en la cantidad instantánea de aire separado que, a su vez, determina el valor del módulo de carga efectivo de la mezcla aire/aceite y el nivel de evolución de la presión.



Modelado neumático

Simcenter Amesim ofrece bibliotecas que permiten satisfacer las diferentes necesidades de simulación neumática en función de los datos de entrada disponibles y las dinámicas que se deben representar.

- En el caso de aplicaciones de un único flujo de gas, las bibliotecas neumáticas pueden tratar con propiedades de gas perfectas, semiperfectas y reales.
- La solución de la mezcla de gases se adapta a múltiples tipos con evolución temporal de las fracciones de gas.
- En el caso de flujos en dos fases, tiene a su disposición bibliotecas específicas que permiten analizar el fenómeno de cambio de fase del fluido en los evaporadores o condensadores.



Ejemplos de aplicación

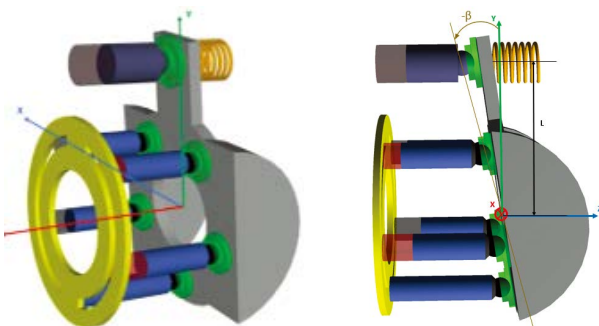
Entre todas las tecnologías de bomba y compresor posibles que se utilizan en los diferentes segmentos del sector, esta sección se centra en una bomba de pistones axiales y un compresor alternativo.

Bomba de pistones axiales

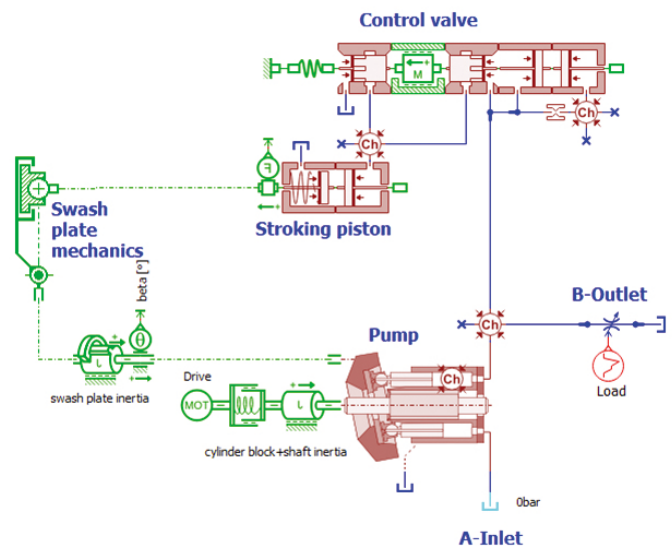
Las bombas de pistones axiales se suelen utilizar en los sectores móviles e industriales, así como para los sistemas hidráulicos de los aviones de reacción. Esta tecnología permite alcanzar una elevada eficiencia volumétrica, incluso con presiones hidráulicas muy elevadas. Además, las bombas de pistones axiales se prestan a diseños fijos o variables.

La siguiente imagen muestra una bomba de pistones axiales de desplazamiento variable con un diseño de placa oscilante.

Cuando la presión de salida de la bomba alcanza un valor máximo correspondiente a la presión de rotura de una válvula de control, el pistón de tiempos que actúa sobre la placa oscilante empieza a recibir presión y a moverse (de izquierda a derecha) de forma que se reduzca el ángulo de oscilación β y, por tanto, el desplazamiento de la bomba y el flujo.



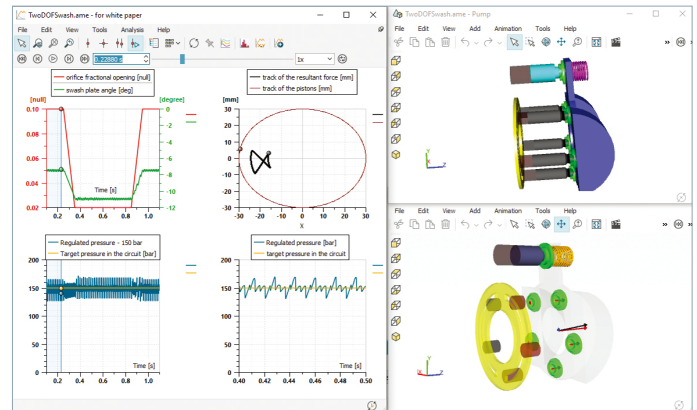
El modelo de bomba se ha generado y parametrizado automáticamente mediante la importación del archivo CAD directamente a Simcenter Amesim. Además, la válvula de control, el pistón de tiempos y la mecánica de la placa oscilante se han añadido para que la regulación de la placa oscilante permita reducir el desplazamiento de la bomba cuando la presión de salida alcance un valor equivalente a una precarga del resorte.



El modelo de bomba incluye múltiples fenómenos que le afectan, como por ejemplo:

- La cinemática de los pistones de la bomba
- Las áreas de apertura de la placa de puerto (que puede incluir muescas)
- Fugas internas y fuerzas de fricción viscosas y compresibilidad del fluido, que aumentan significativamente cuando se producen fenómenos de aireación y cavitación, especialmente a las velocidades más altas del eje

El modelo de simulación anterior permite al usuario optimizar el diseño de la bomba para reducir las ondulaciones de flujo y par de torsión, mejorar las características NVH y la eficiencia y garantizar una regulación estable del desplazamiento durante todo el rango de funcionamiento.



Hay muchos documentos disponibles que tratan el uso de Simcenter Amesim para el diseño y la optimización de bombas de pistones axiales.^{3, 4, 5, 6, 7}

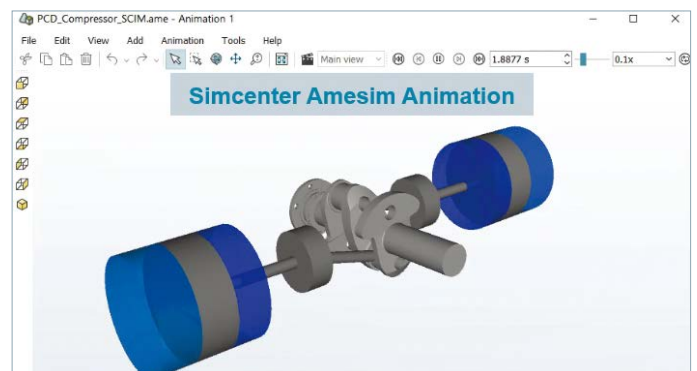
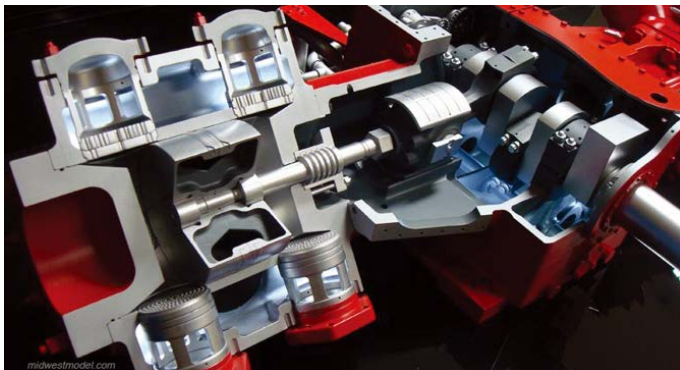
Compresor alternativo

Un compresor alternativo es una máquina de desplazamiento positivo con pistones de tiempos que comprimen el gas para emitirlo a alta presión. Los pistones están controlados por un mecanismo de manivela.

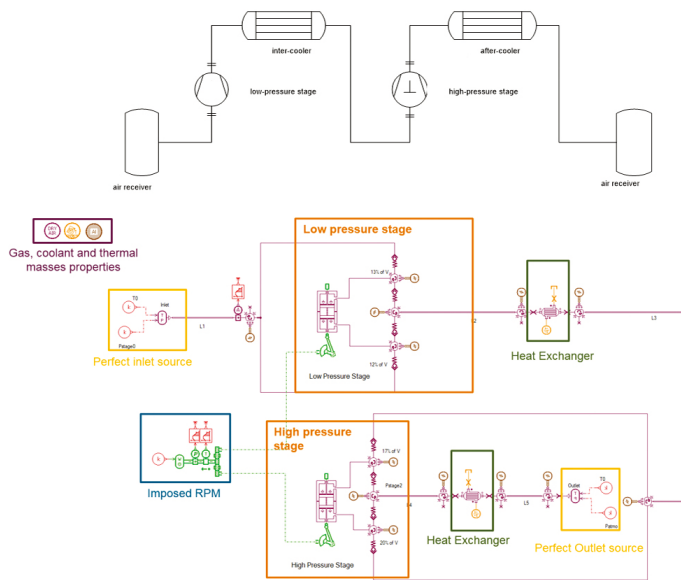
Los compresores se encuentran en prácticamente todas las plantas industriales y su función es la de generar aire comprimido para diferentes herramientas de mecanizado, para los sistemas de transmisión y almacenamiento del gas y en el sector del petróleo y el gas. Su diseño puede ser de acción individual o dual. La característica de los

diseños de acción dual es que la compresión se produce en ambos lados del pistón, tanto durante la extensión como durante la retracción.

En el caso de índices de compresión elevados, la compresión se lleva a cabo en múltiples etapas con varios compresores que trabajan en serie. Durante la compresión, la temperatura aumenta rápidamente, por lo que el tamaño de los intercambiadores de calor debe ajustarse de manera proporcional para evitar un sobrecalentamiento.

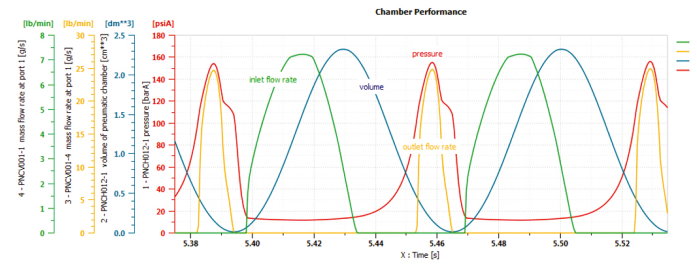


La aplicación Simcenter Amesim actual muestra un compresor de acción dual con dos fases y dos intercambiadores de calor (*intercooler* y *aftercooler*) que disminuyen la temperatura.

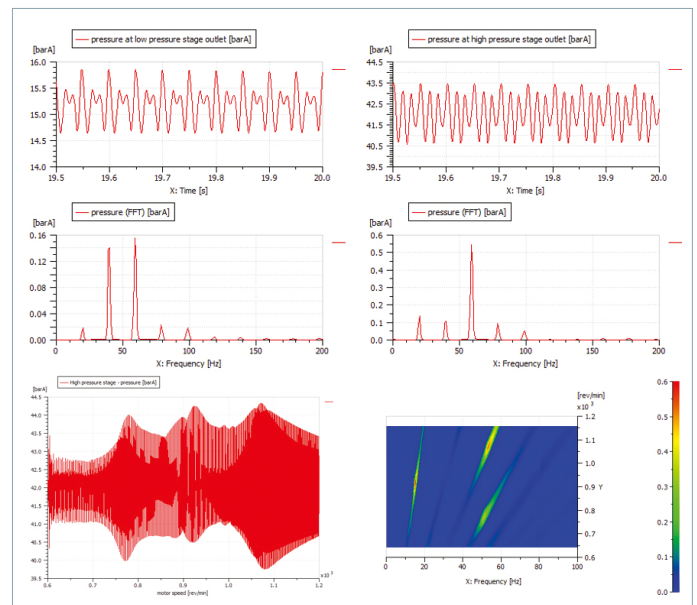


El modelo de simulación anterior permite al usuario mejorar el rendimiento del compresor gracias a la predicción de la demanda del par de torsión, la comprensión de la dinámica de la línea de gas, la reducción de las pérdidas de bombeo (fricción, fuga) y la mejora de la dinámica de la línea de transmisión del compresor (formas modales, respuesta en frecuencia).

Simcenter Amesim permite a los usuarios evaluar el rendimiento de cada cámara en términos de variación de volumen, flujos de entrada y salida y presión interna.



A la salida de cada etapa de compresión, los usuarios pueden verificar el nivel de temperatura, las pulsaciones de presión y la influencia de las líneas neumáticas en la amortiguación o amplificación de estas oscilaciones.

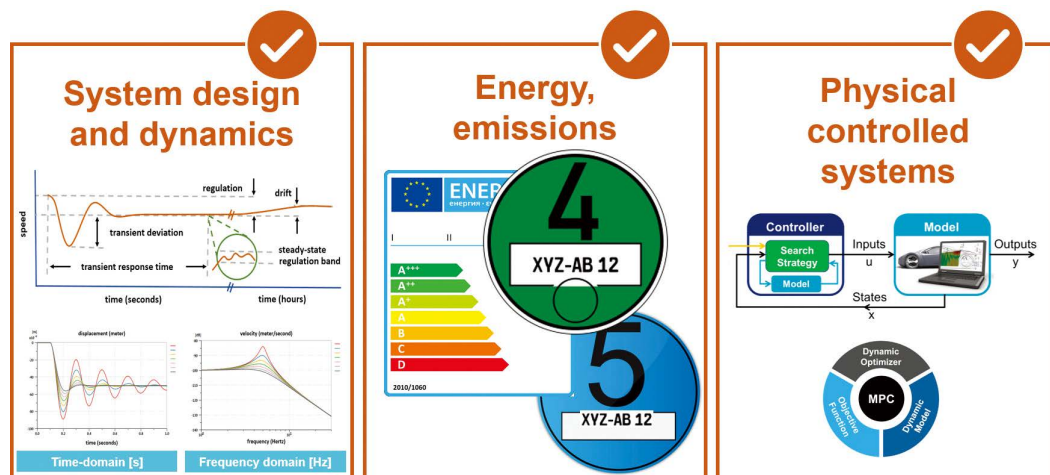


Conclusiones

Simcenter Amesim proporciona un soporte de modelado para componentes fluidos que ofrecen sistemas mecatrónicos inteligentes y de alto rendimiento, a la vez que controla el tiempo y los costes de desarrollo.

La simulación de sistemas ayuda a los ingenieros a lograr un dimensionamiento adecuado y la optimización del rendimiento dinámico de las unidades de suministro de

fluidos, válvulas, intercambiadores de calor, actuadores y otros componentes conectados. Asimismo, también facilita la modificación de los diseños, existentes o nuevos, durante las primeras fases, ya que le permite verificar el comportamiento térmico en diferentes condiciones y ciclos de funcionamiento e integrar estrategias de control inteligentes desde el inicio del ciclo de diseño del producto.



Referencias

1. J. Zhou, A. Vacca, B. Manhartgruber. «A novel approach for the prediction of dynamic features of air release and absorption in hydraulic oils» (Un enfoque innovador para la predicción de las características dinámicas de la emisión y la absorción de aire en los aceites hidráulicos) *Journal of Fluids Engineering*, ASME, septiembre de 2013, Vol. 135.
2. M. Rundo et al. «Modelling of a variable displacement lubricating pump with air dissolution dynamics» (Modelado de una bomba de lubricación con desplazamiento variable con una dinámica de disolución de aire), SAE Int. J. Engines 2018, ISSN 1946-3936.
3. S. Stoll et al. «Simulation of hydraulic drive system using library elements» (Simulación de un sistema de accionamiento hidráulico mediante elementos de la biblioteca), Bosch Rexroth, Elchingen, Conferencia Móvil de 2006.
4. N. Timo et al. «Active systems for noise reduction and efficiency improvement of axial piston pumps» (Sistemas activos para reducir el ruido y mejorar el rendimiento de las bombas de pistones axiales), Bosch Rexroth, Conferencia FPMC (Fluid Power Motion and Control) de 2008.
5. P. Achten et al. «A four-quadrant hydraulic transformer for hybrid vehicles» (Un transformador hidráulico de cuatro cuadrantes para vehículos híbridos), Innas BV, 11ª conferencia escandinava sobre la energía de los fluidos, de 2009.
6. M. Borghi et al. «Displacement control in variable displacement axial piston swashplate type pumps» (Control de la cilindrada en bombas de pistón axial de cilindrada variable con placa oscilante), 12ª conferencia escandinava sobre la energía de los fluidos, de 2011.
7. M. Rigosi et al. «Optimization of a low noise hydraulic piston pump» (Optimización de una bomba hidráulica de pistón con un nivel bajo de ruido), boletín informativo de Enginsoft, año 11 n°4, https://www.enginsoft.com/assets/pdf/specialissue/newsletter_modeFRONTIER.pdf

Siemens Digital Industries Software

Sede

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
EE.UU.
+1 972 987 3000

América

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
EE.UU.
+1 314 264 8499

Europa

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

Asia-Pacífico

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

Acerca de Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software está impulsando la transformación para permitir un negocio digital en el que ingeniería, fabricación y diseño electrónico se encuentren. Xcelerator, el portfolio integral de software y servicios de Siemens Digital Industries Software, ayuda a empresas de todos los tamaños a crear y aprovechar un gemelo digital integral que proporciona a las empresas nuevos conocimientos, oportunidades y niveles de automatización que permiten impulsar la innovación. Para obtener más información sobre los productos y servicios de Siemens Digital Industries Software, visite [siemens.com/software](https://www.siemens.com/software) o siganos en [LinkedIn](#), [Twitter](#), [Facebook](#) e [Instagram](#). Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

[siemens.com/software](https://www.siemens.com/software)

© 2020 Siemens. Podrá encontrar [aquí](#) una lista relevante de las marcas comerciales de Siemens. Todas las demás marcas comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios.

82757-83425-C3-ES 2/21 LOC