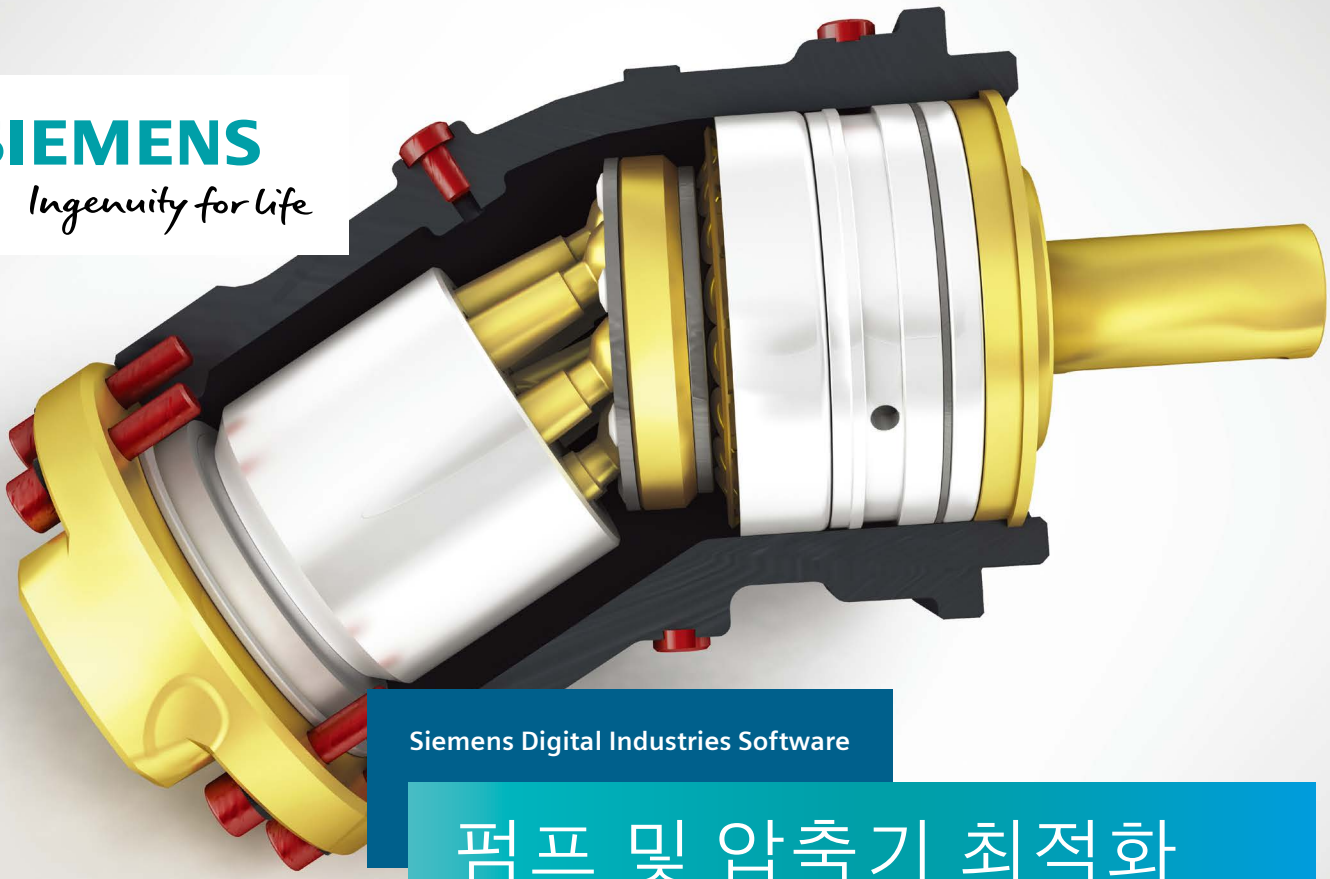
SIEMENS
Ingenuity for life



Siemens Digital Industries Software

펌프 및 압축기 최적화

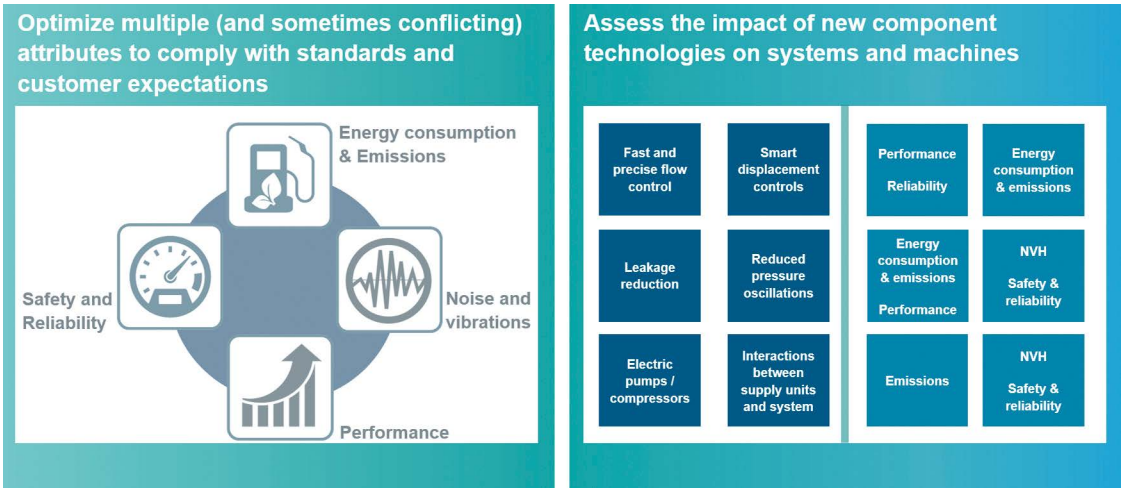
Simcenter Amesim을 사용한 효율적인 규제 준수 및 시장 요구 사항 충족

개요

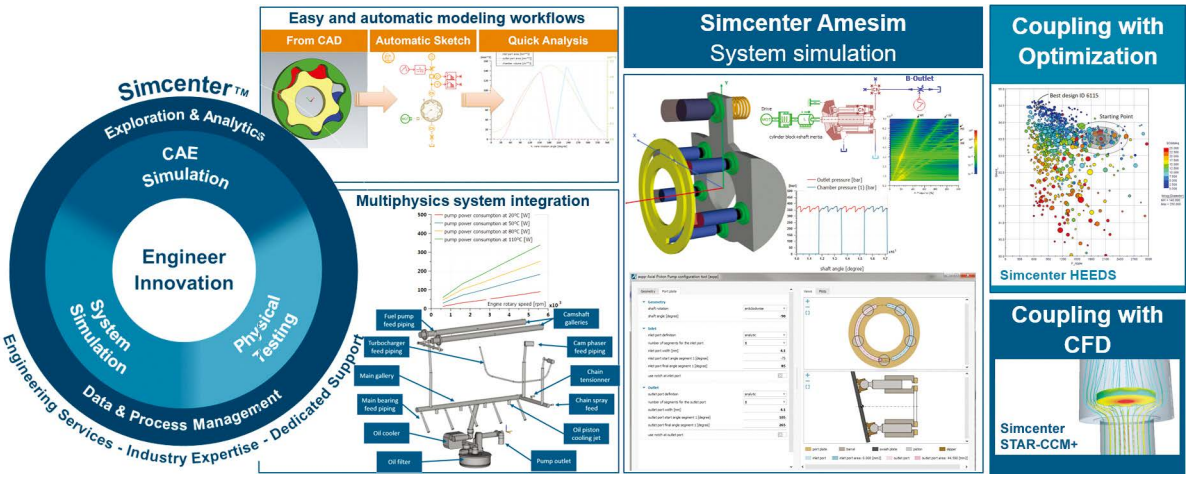
오늘날 회전 기계 공급업체는 성능을 유지하면서 NVH (소음, 진동, 충격), 탄소 배출 및 안전에 대한 강화된 규제 및 에너지 소비 절감과 같은 다양한 기준을 충족해야 합니다. 이러한 까다로운 상황에서 고객은 시스템 시뮬레이션 솔루션을 통해 개발 프로세스에서 최대한 조기에 선택한 설계를 올바르게 평가할 수 있습니다.

결과적으로 전체 설계 공간을 탐색하는 신뢰할 수 있는 가상 모델을 채택해 새로운 기술을 설계하고 벤치마킹함으로써 규제를 준수하고 고객의 기대를 충족할 수 있습니다. 압력 및 토크 진동을 줄이고 빠르고 정확한 흐름 제어를 유도하는 기술 솔루션으로 펌프와 압축기의 여러 가지 상충되는 속성을 해결해야 합니다. 아울러 펌프 및 압축기와 컴포넌트 및 시스템 다운스트림 간의 상호작용을 파악해야 합니다.

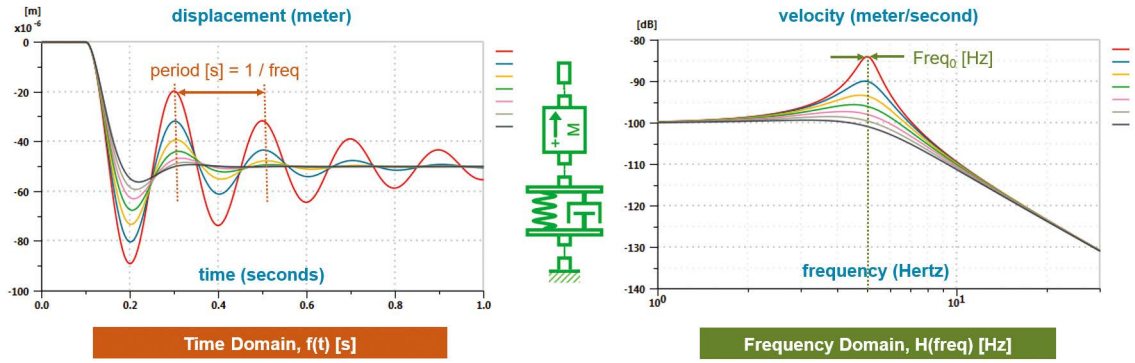
요약



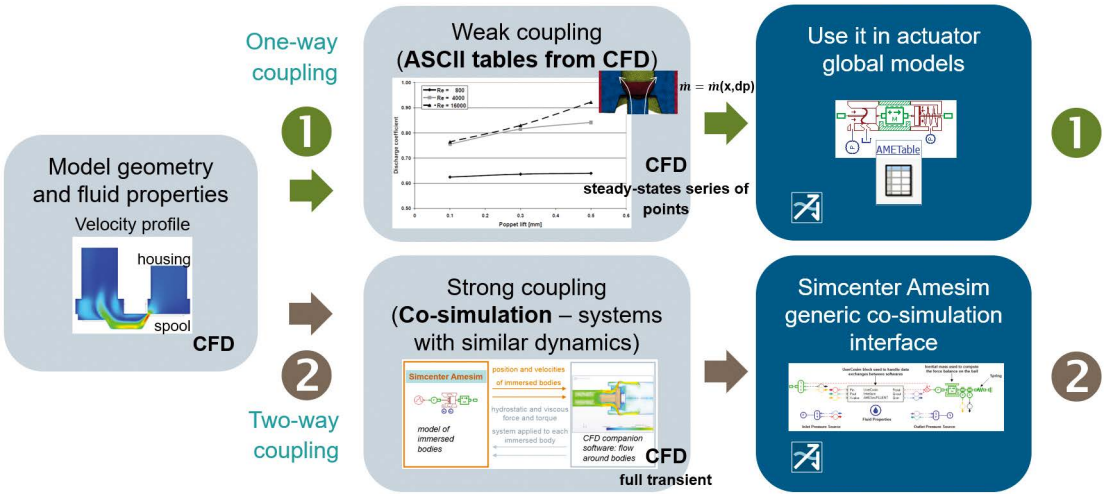
Siemens Digital Industries Software의 포괄적인 통합 소프트웨어 및 서비스 포트폴리오인 Xcelerator™ 포트폴리오에 속한 Simcenter™ Amesim™ 소프트웨어는 유체역학 컴포넌트 공급업체가 비용을 절감하는 동시에 개발 주기를 단축하며 높은 품질의 제품을 개발할 수 있도록 지원하기 위해 역학, 전기, 유압, 열을 비롯한 다양한 물리적 영역을 포괄하는 통합 환경의 다중 물리 라이브러리를 제공합니다.



Simcenter Amesim의 시간 도메인 시뮬레이션을 보완하는 주파수 영역 도구를 사용하면 고유 값 및 고유 모드, 근궤적 및 Bode/Nyquist/Nichols 플롯과 같은 자유 및 강제 응답을 확인하여 입력 변수 (예: 펌프 리플 여기) 및 관찰자 (예: 회로 내 압력 수준) 사이의 전달 함수에서 보이는 진폭 및 위상을 조사할 수 있습니다.



Simcenter Amesim은 기능적 측면에서 세부적 측면에 이르는 지오메트리 기반 모델 및 준 정적 측면에서 완전 동적 측면의 물리까지 포함하여 제품 개발을 위한 모든 시뮬레이션 요구사항을 해결하기에 완벽합니다. 또한 Simcenter Amesim의 개방성을 통해 시스템 시뮬레이션 모델을 3D CFD (전산 유체 역학) 도구와 결합하여 로컬 배율로 유체 흐름을 해석할 수 있습니다. 일부 애플리케이션에는 복잡한 배관 또는 그루브의 압력 손실, 특정 제약사항 하에서의 유량 계수 또는 특정 흐름 통로 및 재순환이 있는 포핏/스풀 밸브에 작용하는 유력에 대한 평가가 포함됩니다.

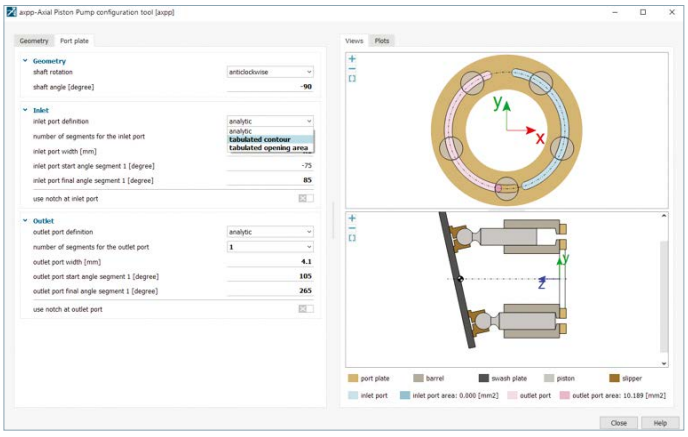


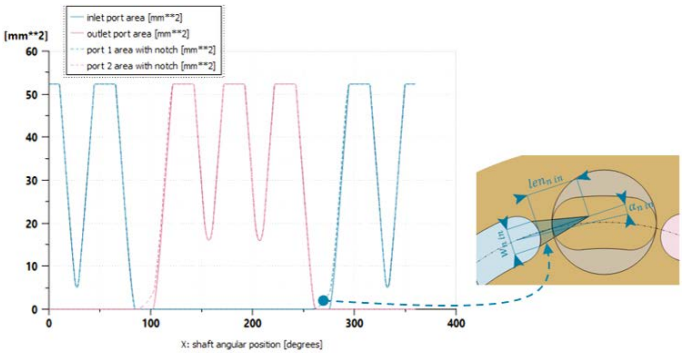
유압 모델링

Simcenter Amesim은 유압 애플리케이션에 사용할 수 있는 입력 데이터 및 역학에 따라 시뮬레이션 요구사항을 충족하는 세 가지 라이브러리를 제공합니다.

- 펌프, 밸브, 어큐뮬레이터 등의 시스템 수준 전체/전반 동작에 대한 기능적 물리적 모델로 데이터 시트에서 사용 가능한 공통적인 특성을 설명합니다.
- 유압 저항은 굽힘, T 연결 및 기타 배관의 갑작스러운 형상 변화로 인한 로컬 압력 손실을 고려합니다. 이 라이브러리는 고수에서의 상대 음압과 흡입 시 강한 에어레이션 및 캐비테이션을 유발할 수 있는 펌프 저압 입구의 유압 파이프에 유용합니다.
- 복잡한 파이프 지오메트리의 경우, 엔지니어는 시뮬레이션 플랫폼 내의 CAD(Computer-Aided Design) 가져오기 기능을 사용하여 Simcenter Amesim 모델을 쉽게 구축하고 매개 변수화할 수 있습니다
- 마지막으로 컴포넌트 설계 라이브러리에는 유압 스풀 및 포핏 밸브, 누수 및 펌프의 흐름 경로를 전체적으로 나타내는 여러 지오메트리 기반 모델이 포함되어 있습니다. 이 라이브러리는 컴포넌트 설계 및 유압 최적화에 적합합니다

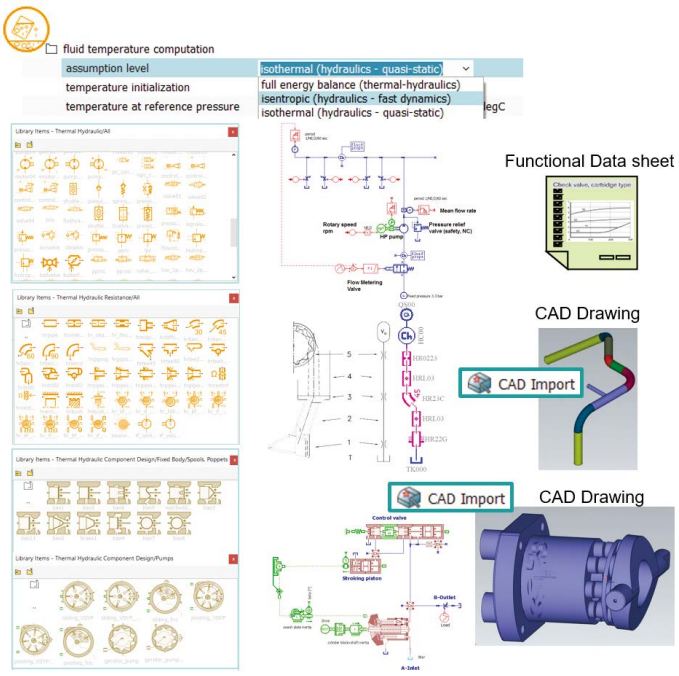
용적식 펌프의 경우, CAD 도면으로 다양한 지오메트리 선택을 벤치마킹할 수 없는 경우 사전 설계 단계에서 모델 매개 변수화를 지원하는 사전 처리 앱을 활용하여 완전 통합된 모델을 사용할 수 있습니다.



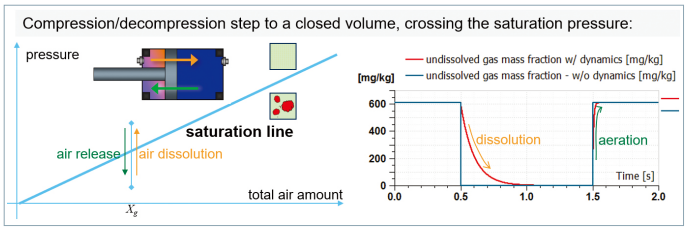


사용자는 펌프 도면이 준비되는 즉시 CAD 가져오기 기능을 사용하여 자동으로 스케치를 생성하고 해당 지오메트리를 직접 검색하여 펌프 모델을 매개 변수화할 수 있습니다.

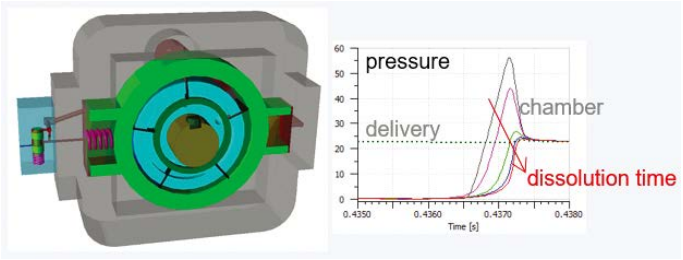
고급 유체 속성을 계산하려면 항상 질량 및 에너지 절약 열역학 원리를 준수해야 하기에 가령 각속도가 높을 때 펌프 입구에서 발생할 수 있는 에어레이션 및 캐비테이션 현상을 예측할 수 있습니다.



총공기량과 용존공기량은 유압 펌프의 전체 역학 해석에 적합한 가장 복잡한 에어레이션 모델로 질량 분율 보존 법칙에 따라 산출된 독립 변수입니다. 미용해 가스 질량 분율의 진화는 사용자 정의 시간 상수 또는 보다 복잡한 법칙으로 특징지어지는 1차 지연을 고려함으로써 에어레이션 및 용해를 위한 역학을 고려합니다.[1]



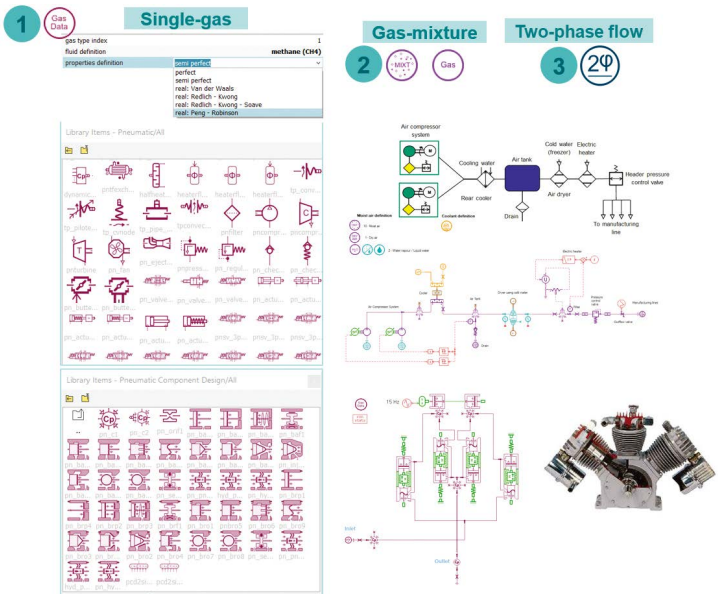
이 연구[2]에서는 조절 가능한 압력 설정으로 가변 용량형 윤활 펌프 규제에 미치는 공기 용해 역학의 영향을 보여줍니다. 이러한 힘은 순간적으로 분리된 공기의 양에 강한 영향을 미치며, 이는 다시 공기/오일 혼합물의 효과적인 부피 탄성 계수 및 압력 발생 속도를 결정합니다.



공압 모델링

Simcenter Amesim은 표시되는 입력 데이터 및 역학에 따라 다양한 공압 시뮬레이션 요구사항을 충족하는 라이브러리를 제공합니다.

- 단일 가스를 사용하는 애플리케이션의 경우 공압 라이브러리에서 완전, 반완전 및 실재 가스 속성을 처리할 수 있습니다
- 가스 혼합물 솔루션은 가스 분율의 시간 변화에 따라 여러 종류에 적합합니다
- 2상 흐름의 경우 특정 라이브러리를 사용하여 증발기 또는 응축기의 유체 상변화 현상을 해석할 수 있습니다



애플리케이션 예제

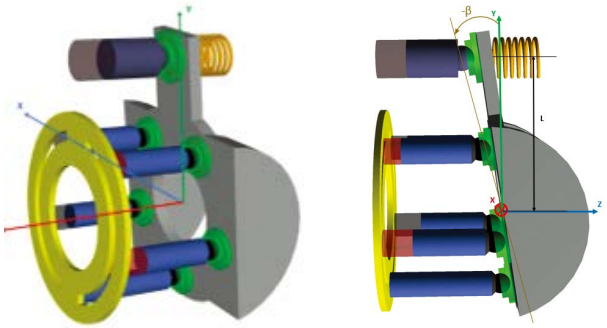
이 섹션에서는 다양한 산업 부문에서 사용 가능한 모든 펌프 및 압축기 기술 중에서 축 피스톤 펌프와 왕복동 압축기를 중점적으로 살펴봅니다.

축 피스톤 펌프

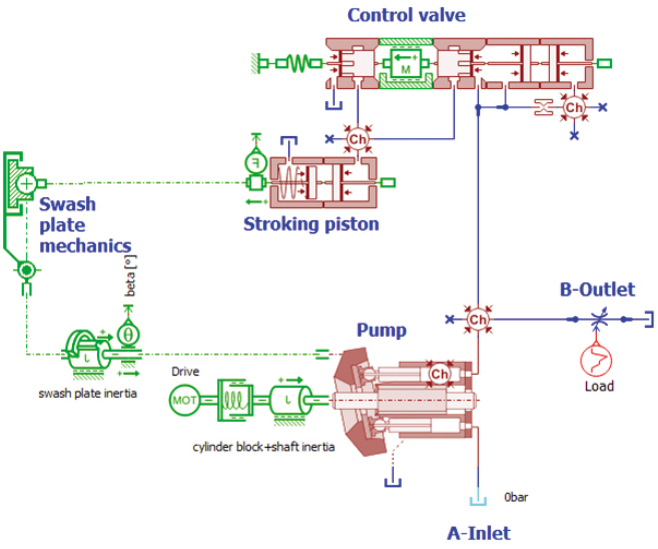
축 피스톤 펌프는 모바일 및 산업 부문에서 널리 사용되는 펌프로, 제트기의 유압 시스템에도 동력을 공급합니다. 이 기술을 통해 최고 유압에서도 높은 체적 효율에 도달할 수 있으며 축 피스톤 펌프는 고정 또는 가변 설계에도 적합합니다.

다음 그림은 사판식 설계를 가진 가변 용량형 축 피스톤 펌프를 보여줍니다.

펌프 송출 압력이 제어 밸브의 크래킹 압력에 해당하는 최댓값에 도달하면 사판에 작용하는 스트로크 피스톤이 가압되어 좌측에서 우측으로 이동하기 시작하여 사판 각도 β를 감소시킨 다음 펌프 변위와 유속을 감소시킵니다.



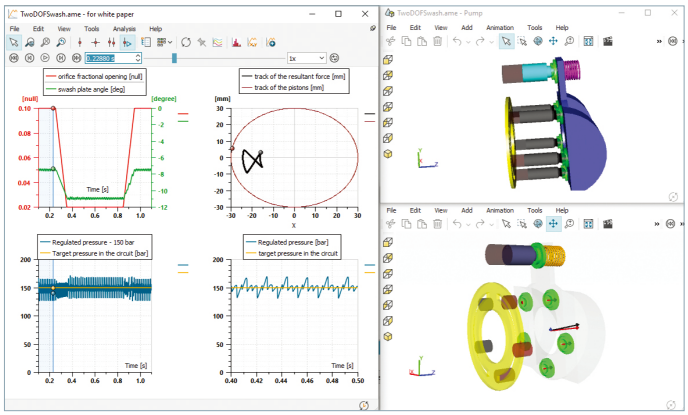
Simcenter Amesim으로 직접 CAD 파일을 가져오면서 펌프 모델이 자동으로 생성되고 매개 변수화됩니다. 또한 제어 밸브, 스트로크 피스톤 및 사판 메커니즘이 추가되어 사판 조절을 통해 송출 압력이 스프링 예압에 해당하는 값에 도달할 때 펌프 변위를 줄입니다.



펌프 모델은 다음에 영향을 미치는 여러 현상을 통합합니다.

- 펌프 피스톤 운동학
- 포트 플레이트 개방 영역 (노치 포함 가능)
- 특히 최고 샤프트 속도에서 에어레이션 및 캐비테이션 현상이 발생하면 내부 누출 및 점성 마찰력과 유체 압축성이 크게 증가

위 시뮬레이션 모델을 통해 사용자는 펌프 설계를 최적화하여 유량 및 토크 리플을 줄이고 NVH 특성 및 효율성을 개선하며 전체 작업 범위에서 변위를 안정적으로 조절할 수 있습니다.



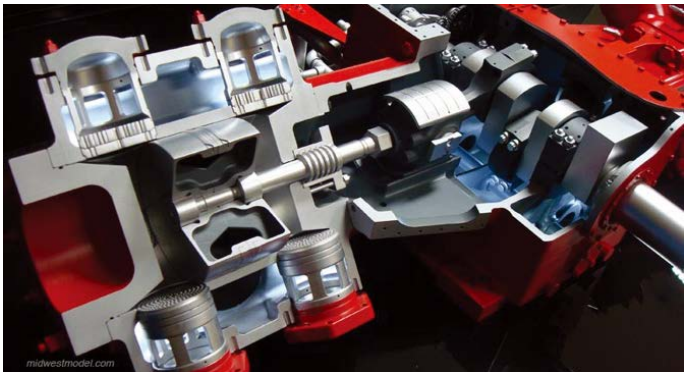
Simcenter Amesim를 사용한 축 피스톤 펌프 설계 및 최적화에 대해 논하는 다수의 문헌[3, 4, 5, 6, 7]을 참조하십시오.

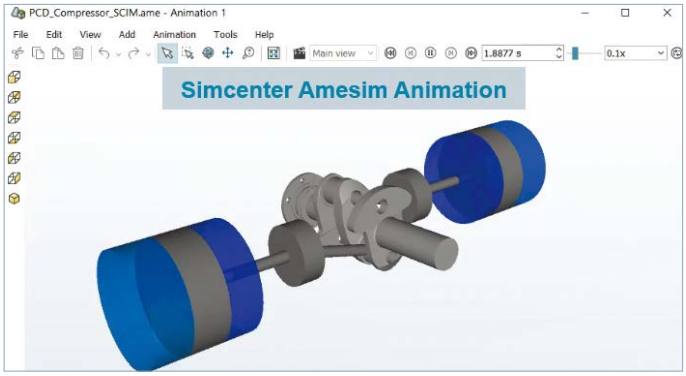
왕복동 압축기

왕복동 압축기는 피스톤을 스트로킹하여 가스를 압축하고 고압으로 전달하는 양변위 기계이며 피스톤은 크랭크 메커니즘으로 구동됩니다.

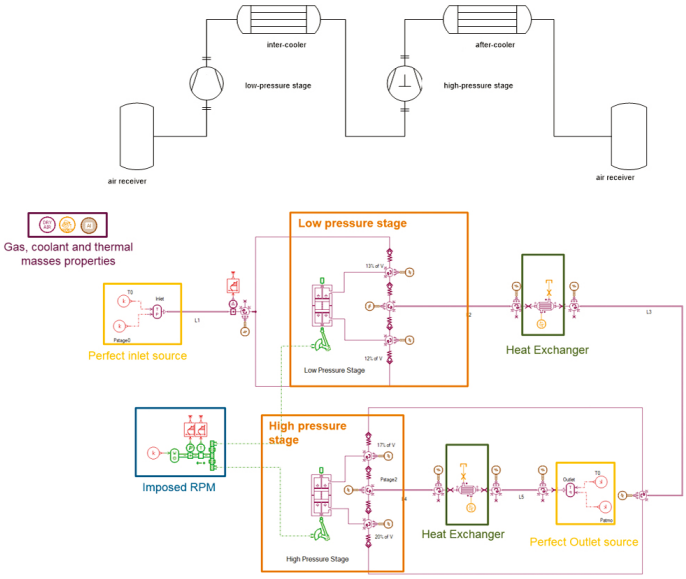
거의 모든 산업 플랜트에서 찾을 수 있는 압축기는 다양한 가공 도구, 가스 저장 및 전송 시스템, 석유 및 가스 산업에 사용할 압축 공기를 생성하며 단동 또는 복동 설계가 가능합니다. 복동 설계의 특징은 확장 및 수축 중에 피스톤의 양쪽에서 압축이 발생한다는 것입니다.

압축비가 높은 경우 여러 압축기가 직렬로 작동하여 다단계 압축이 실현됩니다. 압축 중에 온도가 급격히 상승하므로 과열을 방지하기 위해 열 교환기의 크기를 비례적으로 조정해야 합니다.



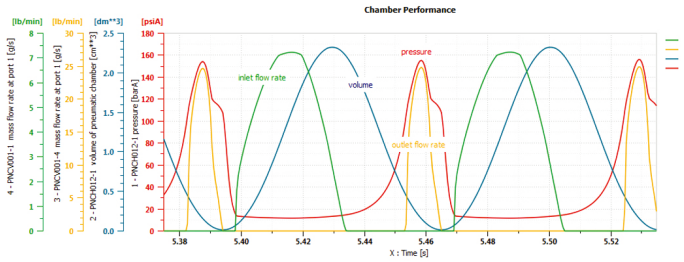


현재 Simcenter Amesim 애플리케이션은 2단계 온도 냉각 및 2개의 열 교환기 (인터쿨러 및 애프터 쿨러)가 있는 복동 압축기를 보여줍니다.

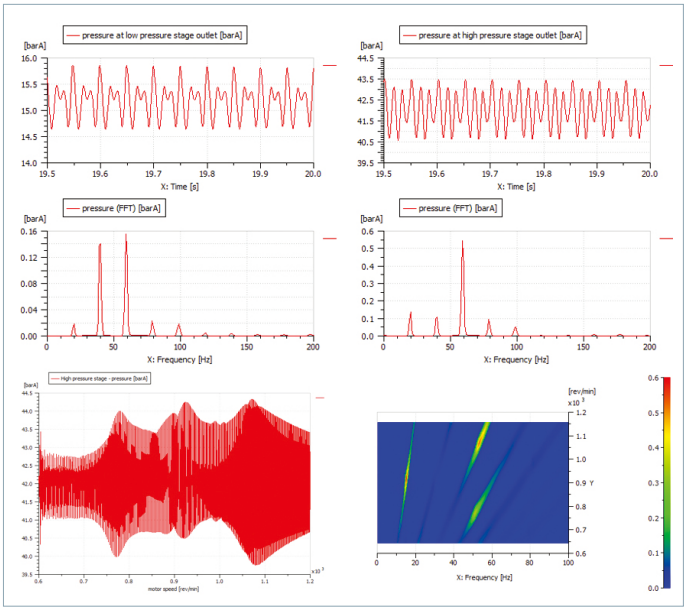


위 시뮬레이션 모델을 통해 사용자는 토크 수요를 예측하고, 가스 배관 역학을 이해하고, 펌핑 손실(마찰, 누출)을 줄이고, 압축기 드라이브 라인 역학(모드 형상, 주파수 응답)을 개선하여 압축기 성능을 개선할 수 있습니다.

Simcenter Amesim을 통해 사용자는 체적 변화, 흡입구 및 배출구 유속 및 내부 압력 측면에서 각 챔버의 성능을 평가할 수 있습니다.



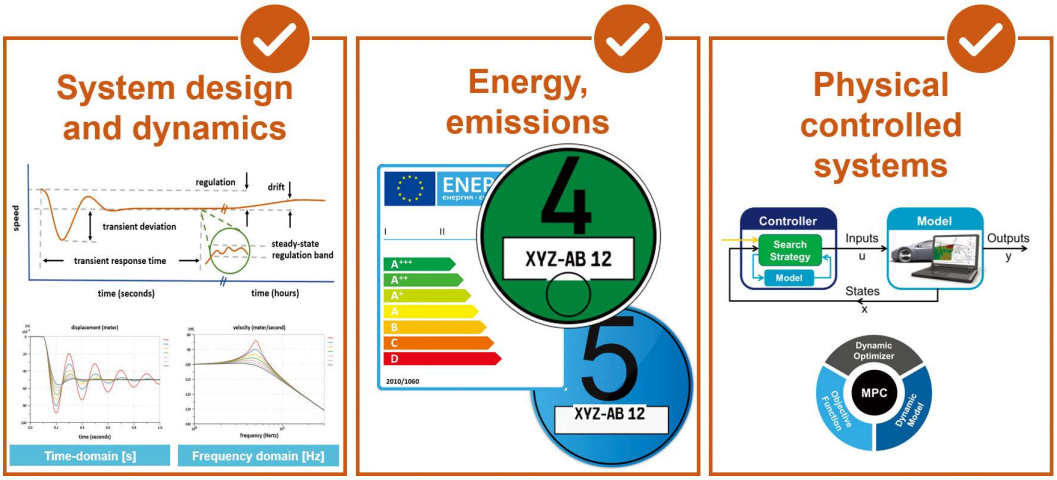
각 압축 단계의 배출구에서 사용자는 온도 수준, 압력 맥동 및 이러한 진동의 감쇠 또는 증폭에 대한 공압 라인의 영향을 확인할 수 있습니다.



결론

Simcenter Amesim은 개발 시간과 비용을 조절하면서 고성능 및 스마트 메카트로닉 시스템을 제공하는 유체 컴포넌트에 대한 모델링을 지원합니다.

시스템 시뮬레이션을 통해 엔지니어는 유체 공급 장치, 밸브, 열 교환기, 액추에이터 및 기타 연결된 컴포넌트의 동적 성능을 적절하게 조정하고 최적화할 수 있습니다. 아울러 다양한 작동 조건 및 작동 주기에서 열적 거동을 확인하고 제품 설계 주기의 시작부터 스마트 제어 전략을 통합할 수 있어 초기 단계에서 기존 또는 새로운 설계를 쉽게 수정할 수 있습니다.



참조

1. J. Zhou, A. Vacca, B. Manhartsgruber. "A novel approach for the prediction of dynamic features of air release and absorption in hydraulic oils," *Journal of Fluids Engineering*, ASME, September 2013, Vol. 135.
2. M. Rundo et al. "Modelling of a variable displacement lubricating pump with air dissolution dynamics," SAE Int. J. Engines 2018, ISSN 1946-3936.
3. S. Stoll et al. "Simulation of hydraulic drive system using library elements," Bosch Rexroth, Elchingen, Mobile Conference 2006.
4. N. Timo et al. "Active systems for noise reduction and efficiency improvement of axial piston pumps," Bosch Rexroth, Fluid Power Motion and Control Conference 2008.
5. P. Achten et al. "A four-quadrant hydraulic transformer for hybrid vehicles," Innas BV, 11th Scandinavian International Conference on Fluid Power 2009.
6. M. Borghi et al. "Displacement control in variable displacement axial piston swashplate type pumps," 12th Scandinavian International Conference on Fluid Power 2011.
7. M. Rigosi et al. "Optimization of a low noise hydraulic piston pump," Newsletter Engisoft Year 11 n°4, https://www.enginsoft.com/assets/pdf/specialissue/newsletter_modeFRONTIER.pdf

Siemens Digital Industries Software

본사
Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

미주 지역
Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

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

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

Siemens Digital Industries Software 소개

Siemens Digital Industries Software는 엔지니어링, 제조 및 전자 설계가 미래와 만나는 디지털 엔터프라이즈를 실현하기 위한 혁신에 박차를 가하고 있습니다. Siemens Digital Industries Software의 포괄적인 소프트웨어 및 서비스 통합 포트폴리오인 Xcelerator는 규모를 막론하고 모든 기업이 조직에 혁신을 촉진할 새로운 인사이트, 기회, 자동화 수준을 제공하는 포괄적 디지털 트윈을 생성하고 활용할 수 있도록 지원합니다. Siemens Digital Industries Software 제품과 서비스에 대한 자세한 사항은 sw.siemens.com을 방문하시거나 LinkedIn, Twitter, Facebook 및 Instagram 계정 팔로우를 통해 확인하실 수 있습니다. Siemens Digital Industries Software – Where today meets tomorrow.

siemens.com/software

© 2020 Siemens. 관련 Siemens 상표 목록은 여기에서 확인할 수 있습니다. 기타 모든 상표는 해당 소유자에 귀속됩니다.

82757-83428-C3-KO 2/21 LOC