

TRNSYS와 BCVTB 연동을 통한 건물제어시스템 실시간 시뮬레이터 소개

건물에너지 시뮬레이션인 TRNSYS와 건물제어시스템을 BCVTB를 이용하여 실시간 연동하여 건물제어시스템의 특성을 이해하고 이를 통하여 사전에 제어기에 대한 사전 테스트를 진행할 수 있음을 소개하고자 한다.

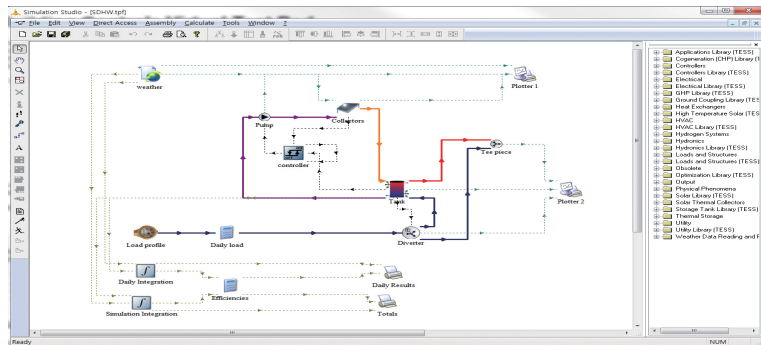
TRNSYS와 BCVTB 소개

TRNSYS(그림 1)는 초기에는 태양열 시스템을 동적으로 해석하기 위하여 미국 Wisconsin 대학의 SEL(Solar Energy Lab)에서 개발된 소프트웨어였다. 그러나 모듈 형식의 프로그램 구조를 취하고 있어 확장성과 호환성이 뛰어나다. 따라서 현재는 건물 부하에 널리 사용되고 있으며, 이외에도 신재생에너지 시스템의 해석과 제어시스템의 분석, 그리고 설비 시스템과

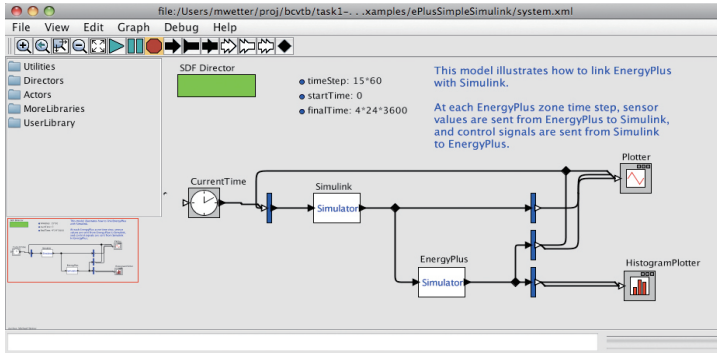
김정욱
상명대학교
에너지그리드학과 교수
jukim@smu.ac.kr

박재화
상명대학교
그린에너지연구소
수석연구원
jay@smu.ac.kr

윤성민
솔루젠
PLM사업본부 과장
smyoun@solugen.kr



[그림 1] TRNSYS 시뮬레이션 프로그램



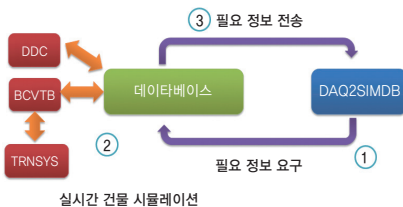
[그림 2] BCVTB Middleware

의 통합적인 해석을 지원하고 있다. 현재(2015년) Ver. 17.2까지 출시되었다.

그리고 BCVTB(Building Controls Virtual Test Bed)(그림 2)는 다양한 시뮬레이션을 통합하여 실행할 수 있도록 개발된 미들웨어로 다양한 프로그램을 연동할 수 있다. TRNSYS 또한 연동이 가능하며, 데이터베이스 및 BACnet을 통한 BAS(Building Automation System)에도 직접 접속하여 데이터를 획득할 수 있다.

건물제어시스템 실시간 시뮬레이터 구성

현재 많은 건물에서 BAS를 통해 냉난방 및 환기 시스템 등을 제어하고 있으나, BAS에 사용되고 있는 DDC(Direct Digital Controller)를 테스트하는 방법은 그리 많지 않다. 또한 직접 DDC를 건물에 설치하여 테스트하기 쉽지 않고 교체를 하는 경우는 BAS 시스템을 정지하여야만 가능하다.



[그림 3] 건물제어시스템 실시간 시뮬레이터

그리하여 실제의 DDC 및 DDC 에 들어가는 알고리즘을 테스트 하기 위하여 건물제어시스템 실시간 시뮬레이터를 상명대학교 그린에너지연구소와 같이 공동 연구하였다(그림 3).

그림 3과 같이 건물제어시스템 실시간 시뮬레이터는 크게 4 부분으로 나누어 볼 수 있다. 첫째, DAQ2 SIMDB의 경우는 데이터베이스의 값을 읽어오고 변경할 수 있는 간단한 프로그램으로 작성되었다. 두 번째, 데이터베이스는 실제 제어신호와 BCVTB 간의 정보 교환을 위하여 사용되었다. 따라서 이 시뮬레이터는 DDC뿐만 아니라 데이터베이스에 저장 가능한 모든 데이터를 활용하여 실시간 시뮬레이션이 가능하다.

세 번째, BCVTB는 데이터베이스와 TRNSYS를 연결해 주는 미들웨어로 사용되었으며, 입력받은 제어신호를 TRNSYS에 전달하여 실행시켜주는 역할을 한다.

네 번째, TRNSYS는 BCVTB로부터 받은 제어신호를 이용하여 건물에너지 시뮬레이션을 진행하게 된다. TRNSYS의 경우는 Input/Output 이 400~1,000개까지 시뮬레이션이 가능하며, 1초(s) 단위까지도 시뮬레이션이 가능하다. 그러므로 다른 시뮬레이션 프로그램과 달리 실시간에 적합한 timestep에 도달이 가능하여 건물제어 시스템 실시간 시뮬레이터 구성이 가능하였다.

건물제어시스템 실시간 시뮬레이터 대상

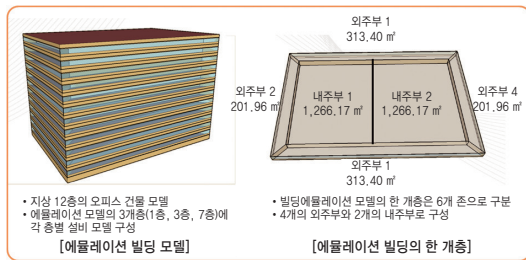
건물제어시스템 실시간 시뮬레이션을 구성하기 위하여 그림 4와 같은 건물을 모델링하여 사용하였다. 보통 BAS가 설치되는 대형 오피스 12층 건물

을 대상으로 하였다. 각 층은 오른쪽과 같이 2개의 내주부와 각 방향별로 4개의 외주부로 구성하였다.

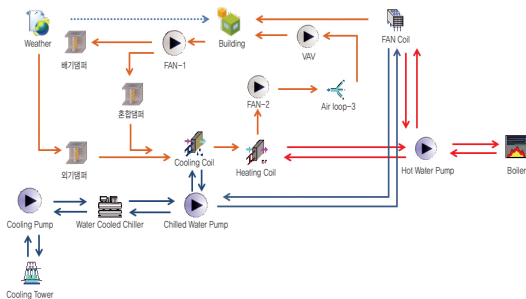
그림 5와 같이 내주부의 경우는 쿨링 코일과 히팅 코일을 이용하여 냉난방을 구성하고 VAV를 적용하였다. 그리고 외주부의 경우는 FCU를 이용하여 각 방향별 외주부에 냉난방을 할 수 있도록 하였다. 그리고 냉방에는 수랭식 냉동기를 이용하여 쿨링 코일과 팬코일유닛에 냉수를 공급하였으며, 난방의 경우는 히팅 코일과 팬코일유닛에 보일러를 이용하여 온수를 공급하였다. 각 시스템의 경우는 TRNSYS로 모델링을 하였으며, 건물제어시스템 실시간 시뮬레이터에서는 제어부분만 BCVTB로 연동하였으나, 실제로는 모든 각 부분 모두의 값을 입력하여 연동이 가능하다.

건물제어시스템과 DDC와 연동

그림 6과 같이 BAS 서버와 각각의 DDC들이 연



[그림 4] 건물 모델링 구성

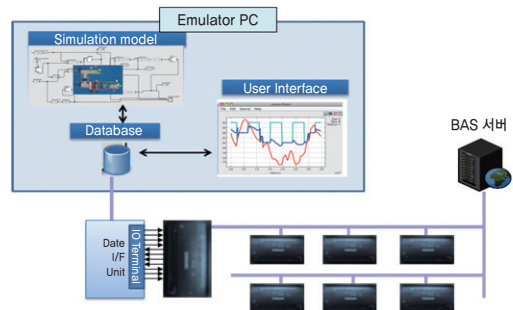


[그림 5] 건물 냉난방 구성도

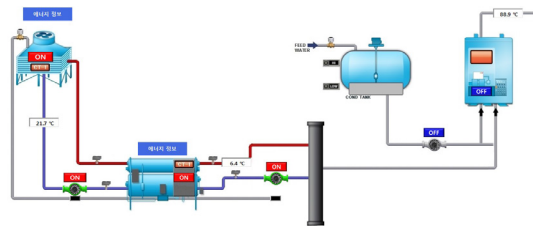
결되어 있으며, 데이터베이스를 통해 시뮬레이션 모델 및 사용자 인터페이스와 연동이 가능하다. 각각의 DDC는 USB 데이터 입출력 장치의 개별 입출력과 일대일로 연결되어 있으며, 각각의 USB 입출력 장치는 에뮬레이터 PC에 연결되어 정보를 서로 교환한다.

그림 7과 같이 사용자들에게 보기 편한 사용자 인터페이스로 구성되어 있으며, 이를 통해 간단한 설정만으로도 다음과 같은 테스트가 가능하다.

- 고가의 실제 장비 구매, 설치 필요 없이 운전 테스트
- 실제 운전되고 있는 건물의 BAS 서비스 중단 없이 개발 시스템 테스트 가능
- 에너지 소비 없이 전 부하, 부분 부하 운전 등 다양한 부하 적용 가능
- 시간과 관계없이 다양한 계절별 운전 실험 가능
- 빌딩 설비 운전자에게 다양한 상황에서의 운전 상태 교육 가능



[그림 6] 건물제어시스템 시뮬레이터 연결 구성도



[그림 7] 유저 인터페이스(User Interface) 구성



[그림 8] DDC 연결을 위한 판넬 연결

또한, 그림 8과 실제 DDC를 연결하여 테스트 수행이 가능한 시스템이 상명대학교 그린에너지 연구소에 설치되어 있으며, 실제로 사용이 가능한 수준으로 테스트를 진행하였다.

맺음말

지금까지 TRNSYS와 BCVTB를 연동을 통한 건물 제어시스템 실시간 시뮬레이터에 대하여 알아보았다. 건물에너지 시뮬레이션 툴인 TRNSYS와 건물

제어시스템 간의 실시간 연동을 통하여 건물에너지 시뮬레이션의 활용 분야를 넓힐 수 있는 좋은 기회였다. 또한 상명대학교 그린에너지 연구소는 건물에너지 시뮬레이션과 제어기기 간의 실시간 연동을 통하여 실제 테스트를 진행할 수 있는 시스템을 구축하여 현재 활용 중에 있다. 이렇듯 보다 다양한 곳에 사용되고 있는 건물에너지 시뮬레이션 툴인 TRNSYS는 앞으로도 더 많은 곳에서 엔지니어들이 새로운 분야를 개척할 수 있도록 도와주는 유용한 도구로 발전하고 있다.

후기

본 원고는 산업통상자원부 산업핵심기술개발사업으로 지원된 연구결과입니다(과제 번호 : 10041740, 과제명 : 빌딩 내 기기들을 웹을 통해 연동하여 사용자 맞춤형 실시간 최적제어 모니터링 서비스를 제공하는 소프트웨어 개발). 