



전력전자 시뮬레이션 소프트웨어, PLECS 소개

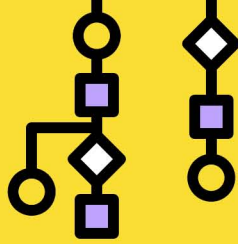
시뮬레이션 분야가 발전하기 전,

연구자들은 시제품을 제작하고 실험하여 많은 개발기간과 비용이 소요 되었으며 안전에 취약했습니다.

이러한 불편사항을 개선하고자 시뮬레이션 분야가 발전하게 되었고, 다양한 종류의 시뮬레이션 소프트웨어가 개발되었습니다.

본 기고문에서는 다양한 시뮬레이션 소프트웨어 중, PLEXIM 社の PLECS(Piece-wise Linear Electrical Circuit Simulation)라는 전력전자 시뮬레이션 소프트웨어를 소개하고 연구자분들에게 유용한 온라인정보를 전달하고자 합니다.





1. PLEXIM

PLEXIM社は2002년 스위스 취리히에 본사를 설립하였고, 전력전자 시뮬레이션 소프트웨어인 PLECS와 연동하여 HILS(Hardware In the Loop Simulator) 또는 RCP(Rapid Control Prototyping)로 사용할 수 있는 RT Box를 개발 및 판매하고 있습니다. 현재 40여 개국 이상에서 PLECS를 사용하고 있고, 대표적인 사용 업체로는 ABB, GE, Rockwell Automation, Google, Intel, Bosch, Toyota, GM 그리고 Siemens 등이 있고 University of Wisconsin-Madison, Virginia Tech, ETH 등의 여러 대학에서도 사용 중에 있습니다.

국내에서는 (주)미림씨스콘社에서 PLECS와 RT Box에 관하여 판매와 기술지원을 담당하고 있습니다. 현재는 PLECS와 RT Box에 대하여 시연을 하거나 기초교육만을 진행하고 있으나, 앞으로는 국내에서 정기적으로 PLECS Workshop을 진행할 수 있도록 계획 중에 있습니다.

특히 반도체 스위치 소자는 Ideal 모델과 스위칭 과도상태(Switching transient)를 모사할 수 있는 Dynamic 모델을 제공하고 있습니다.

2.1.2. Control

인버터 및 컨버터의 제어기 개발에 필요한 C-Script, DLL, Look-up Table, Transfer function 그리고 신호처리 블록 등의 Control 라이브러리를 제공하고 있습니다.

2.1.3. Thermal

반도체 스위치 및 수동소자에 대한 열 해석을 위하여 Heat sink, Thermal chain, Thermal resistor 그리고 Thermal capacitor 등 라이브러리를 제공하고 있습니다.

반도체 제조사로부터 PLECS Thermal 모델을 제공되는 경우 사용자가 바로 사용할 수 있고, 그렇지 않은 경우 데이터시트의 손실데이터를 Drag&Drop 방식으로 간단하게 기입할 수 있습니다. 현재 PLECS Thermal model을 제공하는 반도체 제조사는 ABB, Infineon, Rohm 그리고 CREE 등이 있습니다.

2. PLECS

PLECS는 전력전자 회로 및 제어시스템 설계용 시뮬레이션 소프트웨어로 회로구현, 파형분석 그리고 다양한 모델링이 가능합니다.

PLECS의 경우 Standalone과 Blockset 이라는 두 가지 버전이 있습니다. Standalone 버전은 다른 연동 소프트웨어 없이 독립적으로 소프트웨어를 실행할 수 있는 버전이며, Blockset 버전은 Matlab-Simulink® 환경에서 PLECS 라이브러리를 같이 사용할 수 있는 버전입니다.

2.1. PLECS Basic

PLECS 시뮬레이션 소프트웨어에서는 Electrical, Control, Thermal, Magnetic 그리고 Mechanical 모델링에 필요한 라이브러리들을 기본적으로 제공하며, FFT분석, Waveform Trace 등 편리한 Scope 기능이 있습니다.

아래의 소단원에서는 PLECS 라이브러리에 대하여 간략 설명하였습니다.

2.1.1. Electrical

전력전자 회로 모델링에 필수적인 반도체 스위치 소자 Diode, Thyristor, MOSFET, IGBT, IGCT 그리고 GTO 등과 다양한 수동소자 및 변압기 라이브러리를 제공하고 있습니다.

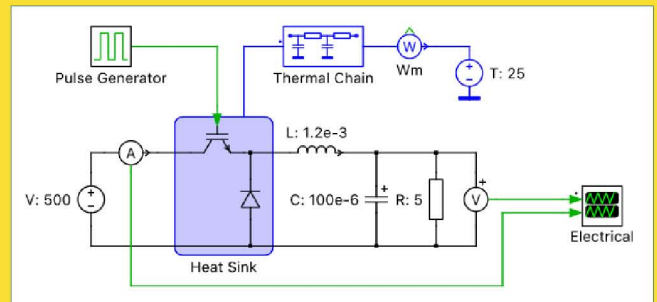


그림 1 Thermal Modeling

2.1.4. Magnetic

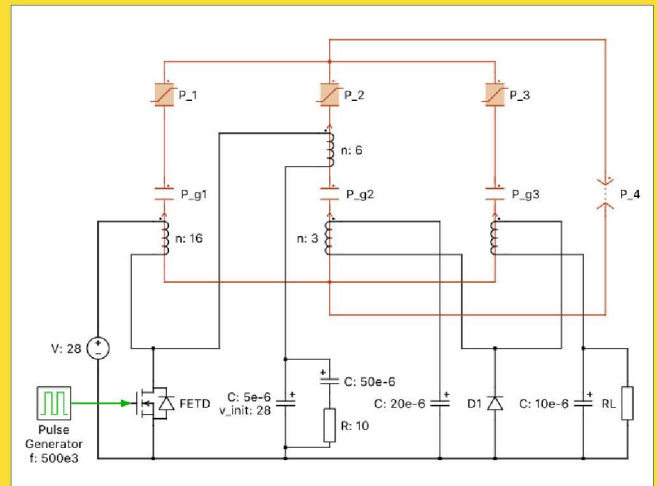


그림 2 Magnetic Modeling



Magnetic 모델링 라이브러리는 Core, Air Gap, Winding, Leakage Flux 등을 제공하고 있어, Electrical 인덕터와 변압기 모델 이외에 자기적인 모델을 구현하여 시뮬레이션할 수 있습니다.

2.1.5. Mechanical

Mechanical 모델링 라이브러리는 Force, Torque, Mass, Inertia, Spring, Damper 그리고 Clutch 등을 제공하고 있습니다. 예를 들면, Wind Turbine 시스템의 Blade 모델링이나, EV 시스템의 Wheel 모델링과 같은 분야에 활용할 수 있습니다.

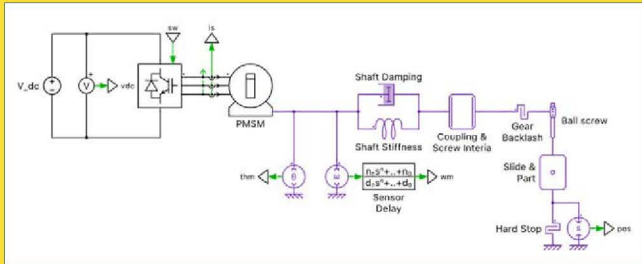


그림 3 Mechanical Modeling

2.2. PLECS Add-on

이전 소단원에 설명한 기능 이외에도 PLECS Coder, PIL(Processor In the Loop), RT Box, Web-Based Simulation(WBS)과 같은 추가기능을 제공하고 있습니다. 각 항목에 대하여 아래 소주제에서 간략 설명하였습니다.

2.2.1. PLECS Coder

PLECS Coder는 모델링한 파일을 ANSI-C(American National Standard Institute - C) 형태로 변환해주는 기능을 가지고 있고 세 가지 방법으로 활용할 수 있습니다. 1) ANSI-C 코드를 RT Box에 업로드 해주는 방법과, 2) TI C2000 Target Support 기능을 이용하여 모델링 한 제어기를 PLECS 자체에서 DSP(Digital Signal Processor)의 Flash memory로 업로드 해주는 방법 그리고 3) CCS(Code Composer Studio)에 활용 가능한 코드를 생성하는 방법이 있습니다. 현재 TI C2000 Target Support는 F2806x, F28004x, F2837xS에 대하여 지원하고 있습니다.

2.2.2. PIL

PIL은 C-script나 DLL이 아닌 외부의 실제 제어 알고리즘과 PLECS 상에서 구현된 ADC, ePWM, eCAP, eQEP 등의 PIL 라이브러리를 통한 레지스터 설정 및 전력단(Power stage)을 연동하여 시뮬레이션 할 수 있는 기능입니다.

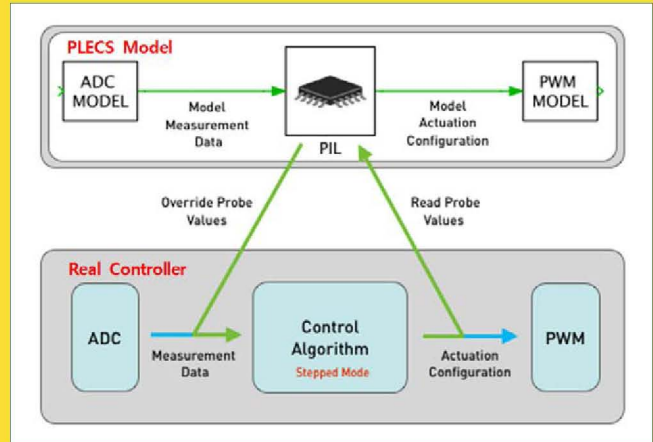


그림 4 Processor In the Loop

PIL을 활용할 경우, 실제 DSP와 제어 알고리즘을 사용할 수 있기 때문에 Overflow나 Casting error와 같은 알고리즘 상의 오류를 감지할 수 있고 오프라인 시뮬레이션이 가능하다는 장점이 있습니다. 현재 지원 가능한 DSP는 TI C2000 제품군, ST STM32F4 제품군 그리고 Microchip dsPIC33F가 있습니다.

2.2.3. RT Box

RT Box는 PLEXIM社에서 개발한 실시간 시뮬레이터(Real-Time Simulator)로, HILS 및 RCP 두 가지 유형으로 사용할 수 있습니다. 1) HILS로 사용할 경우 PLECS Coder를 활용하여 모델링된 전력단을 RT Box에 업로드 하여 실제 전력단을 모사해주는 유형입니다. 이와 같은 경우 사용자는 실제 제어기를 연동하여 알고리즘의 검증과 고장상황에 대한 실시간 시뮬레이션을 할 수 있습니다. 2) RCP로 사용할 경우 HILS와는 반대로, RT Box에 제어 알고리즘을 업로드 하여 제어기를 모사하고 실제 전력단과 연결하여 실시간 시뮬레이션이 가능한 유형입니다. 이와 같은 경우 사용자는 PLECS에서 제공하는 신호 처리 블록을 이용하여 제어기 구현이 가능하며 시제품 제작기간, 비용, 제어 코드 그리고 제어기 주변회로 설계 등이 필요 없이 범용 제어기로 사용할 수 있습니다.



그림 5 RT Box

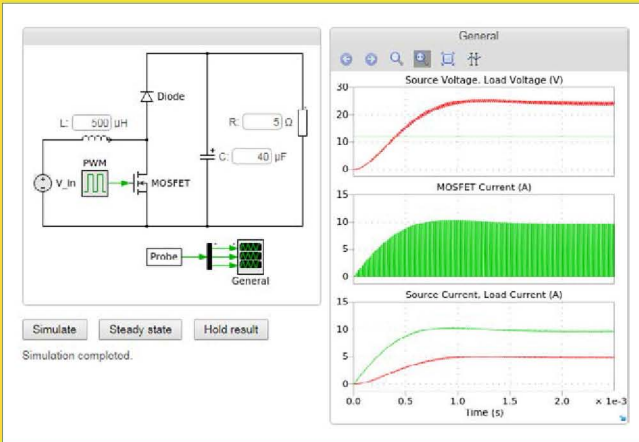


그림 6 Web-Based Simulation

2.2.4. Web-Based Simulation(WBS)

WBS 기능은 반도체 스위치 제조사의 제품을 온라인상의 PLECS를 이용하여 시뮬레이션해 볼 수 있는 기능입니다. 예를 들어, 사용자가 ABB 반도체 사용을 고려하고 있다면, ABB 홈페이지 내에서 원하는 스펙의 IGBT를 이용하여 인버터 및 컨버터를 시뮬레이션해 볼 수 있습니다. 현재 WBS를 제공하고 있는 반도체 스위치 제조사는 ABB, Infineon, CREE 그리고 GaN System 등이 있습니다.^{[1][4]}

3. PLECS Online Society


PLEXIM 공식 홈페이지^[5] 이외에 국내에서는 PLECS를 사용하거나 관심 있는 분들을 위하여 PLECS 사용자 모임 카페^[6]를 운영하고 있습니다. 기본적인 설치방법, Tutorial 그리고 다양한 모델에 대하여 예제들과 유용한 Tip이 게재되어 있으며 PLECS 사용에 관한 Q&A를 운영하고 있습니다. 



그림 7 PLECS Online Society



참고/문헌

- [1] ABB WBS, <https://new.abb.com/semiconductors/semis>.
- [2] Infineon WBS, <https://www.infineon.com/cms/en/tools/>.
- [3] CREE WBS, <https://www.wolfspeed.com/speedfit/>.
- [4] GaN System WBS, <https://gansystems.com/design-center/circuit-simulation-tools/>.
- [5] PLEXIM 공식 홈페이지, <http://www.plexim.com>.
- [6] PLECS 사용자 모임 카페, <http://cafe.naver.com/plecs>.
- [7] 미림씨스콘 공식 홈페이지, <http://www.milimsys.com>.