

특집 : 최근의 전력전자 시뮬레이션 소프트웨어

DSP 구현에서 열해석까지, PSIM V8

이 주 환

(한국파워심(주) 대표이사)

1. 서론

지난 10년간, 전력전자 산업은 분야별로 눈부신 발전을 하였다. 그중에서도 시뮬레이션 기술을 제공하는 PSIM 소프트웨어의 로드맵은 발전의 가속도를 보여주고 있다.

본 난에서는 PSIM Simulation Software 의 새로운 버전에서 준비하고 있는 기술 및 교육 정보를 미리 공유해 보기로 한다.

2. PSIM v8

PSIM v8에서 제공하는 하이라이트를 살펴보고, 그 중 몇 가지를 자세히 알아본다.

■ v.8의 기능 중에서 하이라이트 몇 가지

- SimCoder for automatic code generation
- Event Control Simulation
- More detailed op.amp.model
- Linear MOSFET model with three operation modes
- Simplified C block for simulation and code generation
- Interactive Simulation with waveform display
- Interactive Simulation with parameter change at runtime
- Power Modeling Block

- C script block
- Built in C compiler
- AC Sweep in the switched mode
- Thermal Module for power device loss calculation
- MagCoupler PMSM block for linking with JMAG

2.1 자동화 C 코드 생성(Automatic Code Generation)

SimCoder는 PSIM 회로도로부터 자동으로 C 코드를 생성하는 모듈이다. 첫 단계에서 설계자는 제안된 회로를 PSIM으로 시뮬레이션 한다. 그다음, 설계자는 SimCoder를 이용하여 제품에 적용된 DSP 하드웨어를 위한 C 코드를 자동으로 만들어낸다.

자동화된 코드 제너레이션 기술을 이용하면 컴퓨터 시뮬레이션 작업과 연동하여 하드웨어를 손쉽게 구현할 수 있다. 이러한 CAE 기술은 제품 개발의 속도를 크게 높여준다.

SimCoder는 TMS320C6713 floating-point DSP(Texas Instruments)의 개발키트를 위한 코드 제너레이션과 범용의 하드웨어를 타겟으로 한다.

유도 전동기 제어 시스템의 설계를 예로 들면, 설계자는 PSIM을 이용하여 제어 시스템을 시뮬레이션 하고 그 결과를 바로 확인할 수 있다. 예제의 회로도에서 회색의 박스 안에 표시된 부분이 블록도로 설계된 제어기이다.

이제 설계자는 SimCoder를 이용하여, 시뮬레이션으로 검

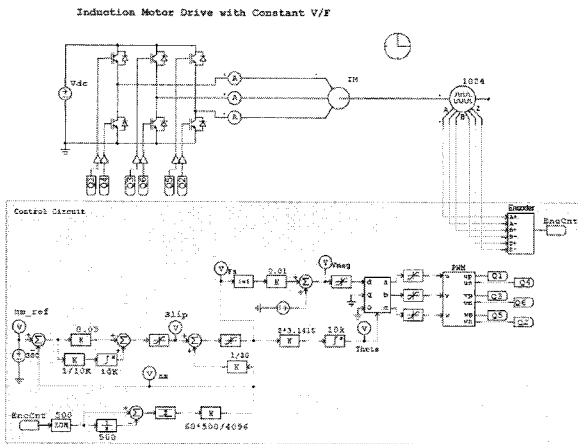


그림 1 유도 전동기 제어기의 C Code Generation

```

*****
// This code is created by SimCoder Version 1.0 for Myway PE-Expert3
//
// SimCoder is copyright by Powersim Inc., 2008
//
// Date: April 23, 2008 12:10:59
*****

#include <math.h>
#include <stdio.h>
#define DEBUG /* Comment it out if not watching data from PE_VIEW */
#define GetCurTime() pev_capture_read_cnt() // unit: 20ns

interrupt void Task0(),
interrupt void Task_10(),

float fGblSlip = 0.0;
float fGblFs = 0.0;
float fGblVmag = 0.0;
float fGblTheta = 0.0;
float fGbln_ref = 0.0;
float fGblUDELAY1 = 0.0;
float fGbln = 0.0;
float fGblRPM_to_eFREQ = 0.0;
float fGblP15 = 0.0;
float fGblP16 = 0.0;

interrupt void Task0()
{
    float fB1, fSUMP9, fLIM9, fSUMP7, fLIM13, fABS1, fP18, fVDC12, fSUMP8, fLIM10;
    float fP17, fB5, fDQO1, fDQO1_1, fDQO1_2, fLIM6, fLIM7, fLIM8;

    {
        static float fB1_A = 0, fGblP16_A = 0.0;
        fB1 = fB1_A + 0.5/10000 * (fGblP16 + fGblP16_A);
        fB1_A = fB1; fGblP16_A = fGblP16;
    }

    fSUMP9 = fGblP15 + fB1;
    fLIM9 = (fSUMP9 > 2) ? 2 : ((fSUMP9 < -2) ? -2 : fSUMP9);
    .....(To be continued)
}
    
```

그림 2 SimCoder를 이용하여 자동으로 만들 어진 C 코드

증된 제어기를 C 코드로 자동으로 만들 수 있다. 이렇게 자동으로 생성된 C 코드의 예를 아래에 보여준다. PSIM 라이브러리에서 제공되는 타겟보드를 사용할 경우에는 더 이상의 수정 없이 곧바로 하드웨어에 적용할 수 있다.

2.2 Event Control

심코더(SimCoder)에서 제공되는 기능 중의 또 다른 한 가지는 이벤트(Event) 시뮬레이션이다. 이 기능은 시간영역에서의 시뮬레이션이 아니고, 주어진 조건에 따라서 시스템의

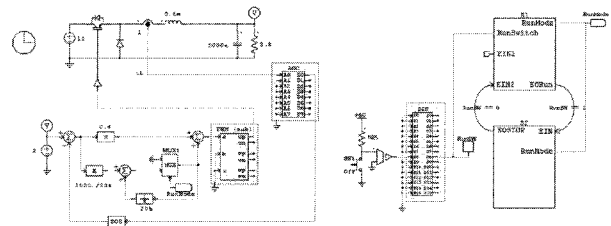


그림 3 Event Control Simulation

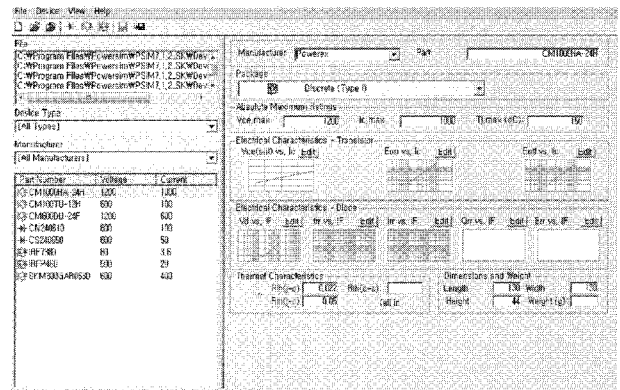


그림 4 열해석 모델링을 위한 Device Database Editor 창

동작과 진행 상태를 순차적으로 정의하는 것이다. 즉 시퀀스 제어가 가능하다. 아래 그림은 주어진 조건(Transition 문)에 따라서 시스템의 여러 가지 동작상태 를 제어하는 예제를 보여준다.

이벤트 콘트롤은 PSIM 회로도면에서 모든 작업이 가능하다 특징을 가지기 때문에, 사용하기 매우 쉬워서 회로와 함께 시뮬레이션하고 그 결과를 바로 확인할 수 있다.

제어회로나 직접회로의 시뮬레이션을 보다 직관적으로 설계할 수 있을 뿐만 아니라, 시스템 시퀀스 제어등 다양한 분야에 응용할 수 있어서 설계자에게 매우 유용한 기능이다.

2.3 반도체 소자 detailed 모델

보다 정교해진 반도체 소자의 모델링이 가능하다. 아이디얼 모델과 비교하여 Op. AMP 는 bandwidth 와 output current limit 등을 추가할 수 있으며 MOSFET 는 cut-off region, active region 그리고 ohmic region등이 파라미터로 추가된다. PSIM에서는 아이디얼 소자와 함께 보다 정교한 반도체 모델을 계속해서 제공한다. 또한 PSIM 솔버는 컨버전스에러없는 고속의 시뮬레이션 속도를 변함없이 제공한다.

2.4 전력용 반도체 소자 열해석

인버터, 컨버터등에 스위칭소자로 사용되는 전력용 반도체

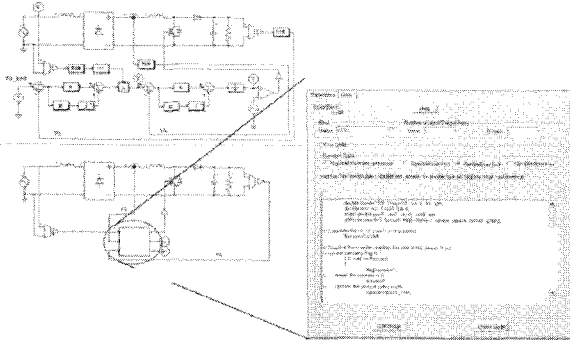


그림 5 회로도에서 직접 사용하는 C 프로그래밍

의 스위칭손실과 컨덕션 손실을 시뮬레이션한다. 시스템의 운전시에 전력용 소자가 동작함으로써 발생하는 손실을 계산한다. 이것으로부터 정선 온도와 방열판 온도 등을 시뮬레이션할 수 있다.

또한, 전력용 반도체 소자의 데이터시트로부터 제공되는 특성커브와 파워레이팅 으로 부터, 설계자가 쉽게 모델링 할 수 있도록 Device Database Editor 창이 제공된다.

2.5 C Script Block

C script 가 PSIM의 기본 기능으로 제공된다. 설계자는 C 코드를 PSIM의 회로도면상에서 곧바로 작성할 수 있으며, C 컴파일러(인터프리터 방식)가 기본으로 내장되어있어서 별도의 컴파일러를 필요로 하지 않는다.

C 스크립트에디터 기능을 이용해서 임베디드 소프트웨어의 장치 등을 쉽고 빠르게 설계할 수 있다. 아래 그림은 PFC 제어기를 블록도와 C script를 이용하여 설계한 것을 비교하여 보여준다.

강력한 C 언어를 PSIM 회로도면에서 바로 이용해 보시길 바란다.

2.6 마그네틱 소자 모델링

전력전자회로를 구성하는 주요 부품 중의 하나인 마그네틱 소자를 모델링할 수 있는 기능이 기본으로 제공된다. 히스테레시스와 포화특성을 가지는 비선형 코어를 모델링 할 수 있다. 마그네틱 모델링툴을 이용하면 고주파 변압기, 인덕터등을 실제에 가깝게 시뮬레이션 할 수 있기 때문에 전원장치 회로설계 등에 매우 유용하게 이용할 수 있다.

2.7 인터랙티브 시뮬레이션

시뮬레이션이 실행되는 동안 파라미터의 값을 변동시키고 그 결과를 오실로스코프를 통해서 실시간으로 바로 확인할 수 있다. 제어기의 게인 튜닝이나 회로부품의 최적화 시정수 등을 찾는데 이용 할 수 있다. 이것은 Free Run 모드에서 동

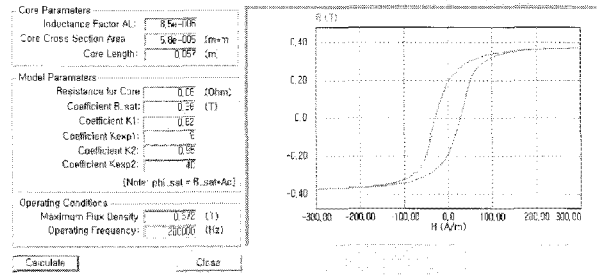


그림 6 마그네틱 모델링을 위한 B-H 커브 에디터

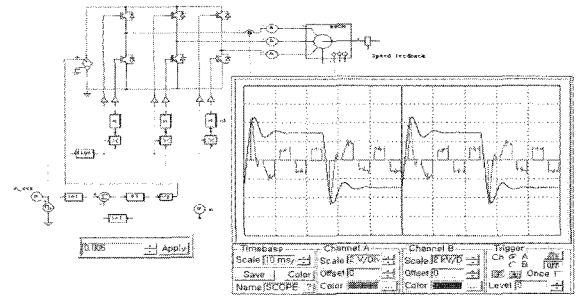


그림 7 속도제어기 튜닝을 위한 인터랙티브 시뮬레이션

작한다.

설계자는 시뮬레이션을 종료하고 결과를 확인하는 전통적인 설계방법에서 벗어나서, 실제의 실험에서와 같은 방법으로 시뮬레이션을 이용할 수 있다.

2.8 임대용 소프트웨어 버전

기업의 R&D 업무향상을 위해서 CAE tool을 투자하는 경우에 투자비용의 현실적인 문제에 당면하는 경우가 더러 있다. 때문에 모든 엔지니어에게 tool을 제공하지 못하고 있는 것이 현실이다. 한국파워십에서는 초기 투자 비용의 부담을 줄여서 PSIM 소프트웨어를 사용할 수 있는 임대 프로그램을 제공한다. 이 프로그램은 년 간 단위로 계약하며 항상 최신 소프트웨어로 업그레이드/업데이트 서비스를 제공 받는다.

그 외 기능을 좀 더 열거하면

- 한번 클릭으로 만드는 Subcircuit
이 기능을 이용하면, 서브서킷을 만드는 것이 매우 쉬워진다. 전체 회로에서 서브서킷으로 만들 회로를 마우스로 드래그하고 클릭하면 서브서킷이 만들어 진다.
- Simplified C Block
Simplified C 블록을 이용하여, 간단하고 손쉽게 제어기를 설계하고, 코드제너레이션을 위한 사용자 정의의 문장

을 넣을 수 있다. 함수문의 사용이 강력해 진다.

- Display of Probe Values During Simulation
시뮬레이션이 진행되는 Probe의 값이 회로도면에 표시되어, 회로 중에서 관심있는 부분을 계속해서 모니터링 할 수 있다.
- MagCoupler-RT module for linking with JMAG-RT
FEA와의 co-work을 보다 쉽게 한다. PSIM에서 라이브러리 처럼 사용할 수 있는 전동기 모델을 제공한다.
- Frequency Response Analysis
주파수 응답특성을 해석 할 때, 스위칭 소자의 에버리지 모델해석 없이 곧바로 AC Sweep이 가능하다.
- Matlab/Simulink Link
- Bitmap Images in Schematic
- Display Selection for Oscilloscope
- Additional Plot for Parameter Sweep
- Switched Reluctance Machine Model
- Saturable PMSM Machine Model
- Multiple Undo Function
- Multiple Element Images
- Metafile Format
- Power Modeling block
- Embedded Software Block
- Library Manager/Browser
- Improvements in Waveform process
- Multiple undo function
- Utility Tool to Discretize s-Domain to z-Domain
- Utility Tool to B-H Curve

3. 교육과정

기업, 연구소등 현업에 종사하는 엔지니어를 위한 전문가 교육이 제공된다. 전동기 제어기술과 전력전자회로 기술로 나누어서 진행되며 시뮬레이션 응용기술을 습득하기위한 CAE 기술도 제공된다. 학연산의 실무경력의 강사가 참여하며 자세한 일정과 내용은 한국파워심 홈페이지 (<http://www.powersimtech.co.kr>)에서 공지한다.

3.1 PSIM을 이용한 전동기 제어기술 I

리니어 전동기 제어기술과 디지털 제어 기술의 습득을 목표로 한다. 서보 제어를 위한 디지털 제어기 이론과 PID 튜닝의 방법 등을 자세히 다루어서 현장에서 바로 작용할 수 있도록 교육한다.

- MT-1. 리니어 전동기 센서리스 벡터제어
- MT-2. 서보전동기 디지털 제어기 설계

3.2 PSIM을 이용한 전동기 제어기술 II

브러쉬없는 Rotational PM 전동기를 대상으로 한다. 센서리스 제어기술의 이론을 이해하고 제어기 프로그래밍을 설계하고 Implementation 할 수 있도록 교육한다.

- MT-3. BLDC 전동기 센서리스 제어
- MT-4. PMSM 센서리스 벡터제어

3.3 PSIM을 이용한 전력전자 회로설계

회로설계과정은 아날로그 파워회로의 전원장치를 대상으로 한다. 고조파 저감, 역율 개선, 고주파 트랜스포머등 전원회로 설계에 필요한 최신 기술 습득을 목표로한다.

- PE-1. SMPS 회로설계
- PE-2. PFC 회로설계

3.4 PSIM을 이용한 CAE 기술

시뮬레이션에 의한 제품설계의 중요성과 더불어서 많은 기업들이 투자 대비 효과를 최대한 이루기 위해 노력하고 있다. CAE 투자 대비 효과를 최대한 이룰 수 있도록 C4 기술의 로드맵을 분석하고 기업에서 필요한 전략과제는 무엇인지 알아본다. 또한 컴퓨터를 이용한 연구개발의 요소기술인 Modeling, Analysis, Simulation 응용기술을 습득하고 제품의 연구개발에 어떻게 적용하는 지도 교육한다.

- PC-1. C4 동향과 전략과제
- PC-2. Modeling, Analysis & Simulation 기초와 응용

3.5 PSIM을 이용한 전력전자공학 교육

한국파워심에서는 전력전자 회로를 가르치는 선생님들을 위한 커리큘럼을 제안하고, 년 간 강의 스케줄에 맞추어서 필요한 교재와 실습용 재료 등을 제공한다. 한편, 전력전자공학 입문을 위한 동영상 교육은 진행 중이다.

3.6 PSIM 사용자 컨퍼런스

PSIM User Conference는 매년 가을에 개최된다. PSIM 시뮬레이션 소프트웨어의 연구개발 동향을 소개하고 유저들의 성공적인 프로젝트 성과를 자유로이 발표한다. 전력전자, 모터제어 분야로부터 초빙된 전문가들의 세미나도 함께 제공된다. PSIM User Conference 는 시뮬레이션 기술습득 외에 자금의 시뮬레이션 소프트웨어 기술의 동향과 PSIM 응용의 CAE 기술을 공유할 수 있다. 유저뿐만 아니라 관심 있는 모든 엔지니어, 연구원, 학생, 선생님들을 위한 행사로써 개최된다. 기대하자.

- PSIM User Conference 2008
- 일시 : 2008년 11월 5일(수) 09:00~18:00
- 장소 : 서울 르네상스 호텔, 다이아몬드 볼룸.
- 내용 : 한국파워심 홈페이지에 공지.

〈 필 자 소 개 〉

이주환

현재 한국파워심(주) 대표이사 재직중.

4. 맺음말

한국파워심은 전력전자, 모터제어 시스템 분야에서의 CAE 소프트웨어 PSIM®의 연구개발과 고객 서비스 증대에 노력하고 있으며, 고객의 성공 파트너로써 그 역할을 충실히 지속해 나가고 있다. 고객 또한, 월등히 앞선 아이디어로 경쟁시장에서 성공할 수 있기를 기대한다.

* PSIM V8은 현재 출시되지 않았으며, 정보제공의 차원에서 소개하였다. 기능 및 정책 등은, 개선을 위하여 예고 없이 변동될 수 있으므로, 자세한 내용은 한국파워심에 문의 바란다. 