

# LED 드라이버 시뮬레이션을 위한 드라이버 IC 모델링 기법

\*이윤재, \*\*최범호, \*\*\*유운섭  
\*한경대학교 생물환경-정보통신 전문 대학원  
\*\*한국생산기술연구원 광주나노기술집적센터  
\*\*\*한경대학교 정보제어공학과

## Driver IC Modeling Technique for LED Driver Simulation

\*Yun Jae Yi, \*\*Bum Ho Choi, \*\*\*Yun Seop Yu

\*Major In Signal Processing, Bio Environment-Information Communication Graduate School, Hankyong National University

\*\*National Center for Nanoprocess and Equipments, Korea Institute of Industrial Technology

\*\*\*Department of Information & Control Engineering, Hankyong National University

### ABSTRACT

TOP245P driver IC modeling technique are proposed for the LED Driver design. Analog behavioral model of TOP245P IC including the shunt regulator, under-voltage(UV) detection, over-voltage(OV) shut-down and SR flip-flop is developed by using PSPICE. The averaged-model and switching-model is applied to the LED driver simulation. The simulation results by the proposed TOP245P IC modeling technique are in good agreement with that in the data sheet and an experiment data.

### 1. 서론

LED는 기존의 형광등, 백열등의 일반조명을 대체할 소재로 주목받고 있다. LED 구동 회로에는 회로 제어를 위한 드라이버 IC가 사용된다<sup>[1]</sup>. 드라이버 IC는 제어 회로를 단일 칩으로 구현해 회로의 소형화와 안정적인 회로 구성에 도움을 준다. 그러므로 LED드라이버의 시뮬레이션을 위해서는 드라이버 IC의 모델링이 필요하다<sup>[2]</sup>. LED드라이버의 시뮬레이션을 통해 각 부품의 전압 스트레스 및 리플 레벨 등을 확인함으로써 안정적인 드라이버를 설계할 수 있다.

본 논문에서는 TOP245P IC의 모델링을 통해 LED 드라이버를 시뮬레이션하고, 실험 데이터와의 비교를 통해 모델링의 정확성을 검증한다.

### 2. TOP245P

#### 2.1 내부 블록

TOP245P의 내부 블록도는 그림 1과 같다<sup>[3]</sup>. 내부 블록은 션트 레귤레이터와 오실레이터, SOFT START, OV/UV 등으로 구성된다. 오실레이터는 기본적으로 132KHz의 주파수로 동작하며, 10ms SOFT START회로는 스타트-업 기간 동안 피크 전류와 전압을 제한한다. OV/UV는 회로의 비정상적인 동작을 감지해 회로를 보호하는 기능을 한다.

#### 2.2 동작

회로가 동작을 시작하면 드레인 단자에서 전류가 컨트롤 핀으로 입력되고, 컨트롤 단자의 외부 캐패시터 전압이 상승한다. 전압이 5.8V이상이 되면 SOFT START회로가 시작되고 피드백 전류가 컨트롤 핀으로 입력된다. 컨트롤 핀으로 입력된 전류는 저항  $R_F$ 을 통해 전압을 형성한다. SR플립플롭은 NAND 게이트와 연결되어 PWM비교기 출력에 따라 스위치의 온, 오프를 제어한다.

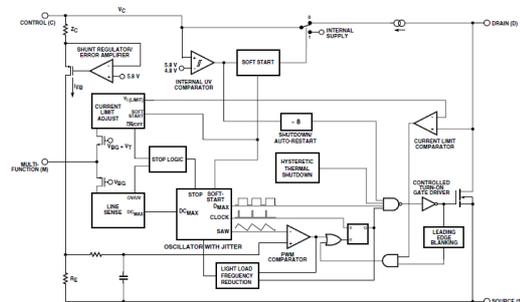


그림 1. TOP245P의 블록도

Fig. 1 Functional Block Diagram of TOP245P

### 3. 내부 블록 모델링

#### 3.1 션트 레귤레이터 모델링

션트 레귤레이터는 컨트롤 핀의 전류에 따라 듀티 사이클을 변화시키는 역할을 한다. 그러므로 션트 레귤레이터의 모델링은 매우 중요하다. 듀티 사이클은 컨트롤 핀의 전류에 따라 최대 75%까지 변화한다. TOP245P IC의 데이터 시트를 참조하고, ABM(Analog Behavioral Model)소자를 이용해 션트 레귤레이터 블록을 모델링한다. 그림 2는 컨트롤 핀의 입력 전류에 따른 듀티 사이클의 변화를 나타낸다. 입력 전류가 증가할수록 듀티 사이클은 감소해 출력 전압이 상승하지 않도록 제어하고 입력 전류의 양이 적을 때 듀티 사이클은 최대 78%로 제한된다. 그림 2를 통해 데이터 시트에서 추출한 데이터와 모델링을 통해 얻어진 데이터를 비교할 수 있다.

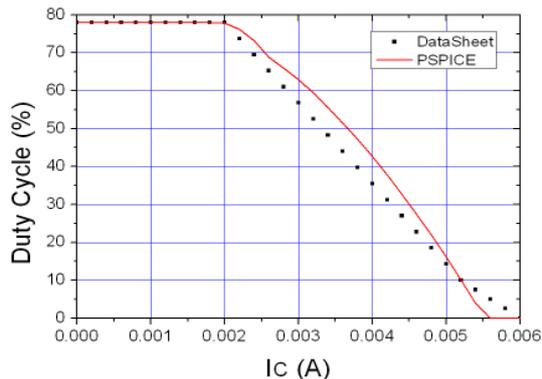


그림 2. 컨트롤 핀 전류와 듀티 사이클의 관계  
Fig. 2 Relationship of CONTROL Pin current to Duty Cycle

### 3.2 UV와 OV 기능 모델링

대부분의 드라이버 IC에는 회로를 보호하기 위한 기능이 내장 된다. TOP245P IC에는 회로보호를 위해 Under-Voltage(UV) 감지 기능과 Over-Voltage(OV) 섯다운 기능이 내장되어 있다. 전압 제어 전압원을 이용해 UV/OV기능을 모델링 할 수 있다. 그림 3은 UV/OV기능을 모델링한 PSPICE 회로이다. 100V 이하의 전압, 또는 450V 이상의 전압이 감지되면 회로를 정지시키는 신호를 발생시켜 회로의 손상을 방지한다.

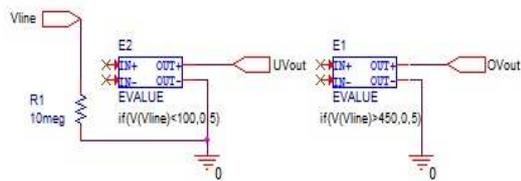


그림 3. UV 및 OV 기능의 PSPICE 모델링 회로  
Fig. 3 PSPICE Modeling circuit of UV and OV function

### 3.3 SR플립플롭 모델링

PWM 비교기의 출력은 SR플립플롭의 Reset단자와 연결되고 오실레이터의 Clock은 SR플립플롭의 Set단자와 연결된다. SR플립플롭은 전압 제어 전압원을 이용해 모델링 할 수 있다. 그림 4는 SR플립플롭을 모델링한 PSPICE 회로를 나타낸다.

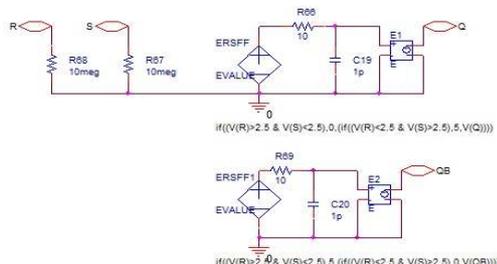


그림 4. SR플립플롭의 PSPICE 모델링 회로  
Fig. 4 PSCIE modeling circuit of SR flip-flop

### 3.4 LED 드라이버 실험

본 연구에서 모델링한 섯트 레귤레이터 및 UV/OV, SR플립플롭을 이용해 TOP245P IC 블록을 구성한다. LED 구동 응용

회로의 시뮬레이션에는 평균모델과 스위칭 모델을 사용하였다. 그림 5와 그림 6은 LED드라이버의 시뮬레이션 데이터와 실험 데이터의 비교를 나타낸다.

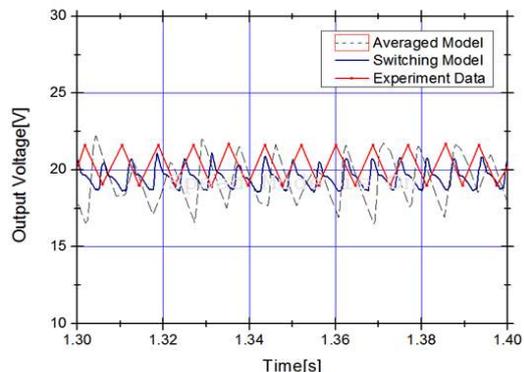


그림 5. 시뮬레이션 데이터와 실험 데이터의 출력 전압 비교  
Fig. 5 Output voltage comparison between simulation data and experiment data

## 4. 결론

본 논문에서는 LED드라이버 시뮬레이션을 위한 드라이버 IC 모델링 기법에 대해 소개하였다. TOP245P IC 내부 블록을 PSPICE를 이용해 모델링하였다. 모델링 된 TOP245P IC를 LED드라이버에 적용시켰고, 실제 실험을 통해 모델링의 정확성을 확인하였다. 따라서 드라이버 IC의 모델링을 통해 LED드라이버의 시뮬레이션이 가능하고 회로 설계 시 전압 스트레스를 고려한 부품 섯택 및 회로 설계 시간을 단축시켜 안정적인 LED드라이버의 설계에 도움이 될 수 있다.

## 참고 문헌

- [1] Jae-Eul Yeon 외 3명, "A Single Stage Flyback Power Supply Unit for LED lighting Applications", ELECO'2009 6th International Conference on Electrical and Electronic Engineering Papers, I288-I292, 2009년 6월
- [2] 한수빈 외 5명, "LED driver 모델링 및 시뮬레이션에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 추계 학술대회 논문집, 113-115쪽, 2008년 10월.
- [3] Power Integrations, "TOP242-250 TOPSwitch- GX Family Data Sheet", Power Integrations, 2004.
- [4] Christophe P. Basso, "Switch-Mode Power Supplies-SPIICE Simulations and Practical Designs", Mc Graw Hill, 2008.
- [5] Fairchild Semiconductor, "Computer Aided Design of Power Factor Correction Systems", Fairchild Semiconductor.