

# 대기전력 저감을 위한 전력용 반도체 기술(2)

## - 대기 전력 저감을 위한 CRT TV용 Power Switch -

최 항 석

(페어차일드코리아반도체 연구원)

### 1. 서론

이 글에서는 앞서 다룬 대기 전력 저감 기술이 실제 전력용 반도체에서 어떻게 구현되었는지를 보여주기 위해 CRT TV 용 전원 장치에 널리 사용되는 Fairchild Power Switch (FPS) 인 FSCQ0765RT 를 예로 들어 설명한다. 그림 1은 Fairchild Power Switch 를 사용한 CRT TV 전원단의 개략적인 회로도도를 보여주고 있다. Fairchild Power Switch 는

MOSFET 과 PWM 제어기, 그리고 회로 보호기능 및 대기 모드에서의 전력소모를 최소화하기 위한 burst mode 동작등 이 하나의 IC 로 구현되어 외부 부품수를 최소화 하여 간단히 전력단을 구성할 수 있는 장점이 있다. 일반적으로 CRT TV 의 전원 회로에는 스위칭 노이즈가 화면 노이즈로 나타나는 것을 최소화 하기 위해 그림 1에서 나타난 것과 같이 MOSFET 의 drain 에 공진 캐패시터 (C107)를 달아 1차측 의 변압기 인덕티와 공진을 하도록 하는 의사공진 스위칭 방

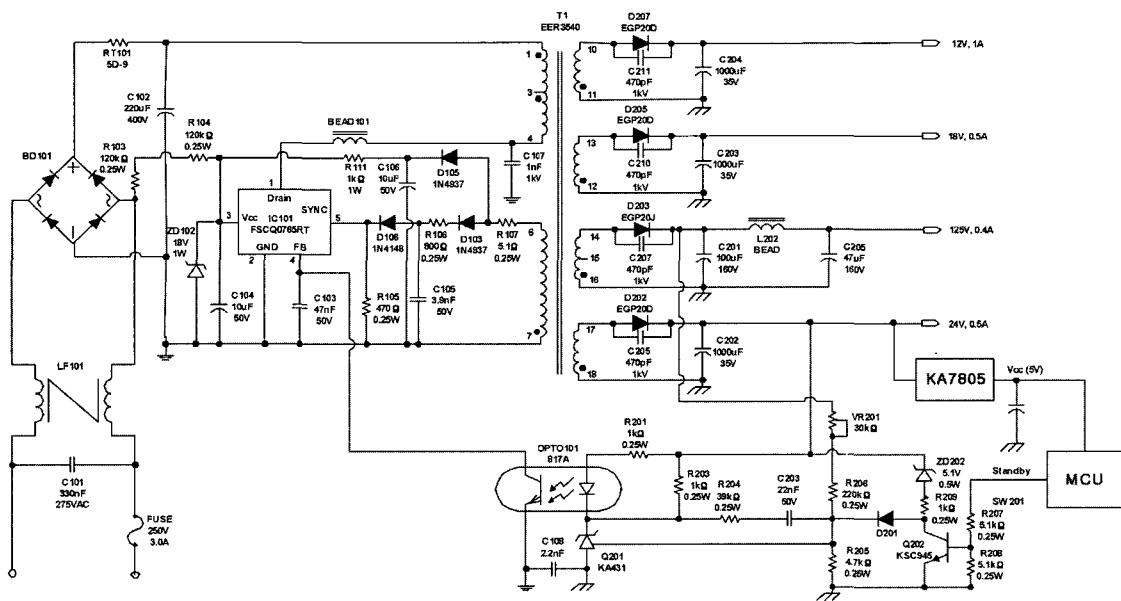


그림 1 Fairchild Power Switch를 사용한 CRT TV용 전원부 회로도

식을 사용한다.

## 2. CRT TV 전원용 FPS 의 대기 전력 저감 기능

그림 2는 CRT TV 용 Fairchild Power Switch (FPS) 인 FSCQ0765RT의 기본적인 블록도를 보여주고 있다. 대기모드에서 대기 전력을 저감하기 위해 이 디바이스는 다음과 같은 기능을 가지고 있다.

### 2.1 Burst switching 동작

경부하에서 전력변환 효율을 높이는 대표적인 방법이 스위칭 주파수를 낮춰 스위칭 손실을 줄이는 것이다. 특히 CRT TV의 전원장치의 경우 의사공진 방식을 위해 공진 캐패시터에 의한 스위칭 손실이 상대적으로 크기 때문에 이러한 스위칭 주파수의 감소 방법은 반드시 필요하다. 그러나 단순히 스위칭 주파수를 낮추는 경우 스위칭 주파수가 가청 주파수 대역으로 들어가게 되면 스위칭에 의한 가청 노이즈를 발생시킬 수 있게 된다. 일반적으로 사람의 귀는 3kHz 근방의 소리에 가장 민감하고 그 이하나 그 이상의 주파수에 대해서는 상

대적으로 둔감하다. 이러한 사람 귀의 주파수에 대한 민감도를 나타낸 것이 그림 3의 Equal Loudness curve 이다. 그림 3의 각각의 선은 주어진 주파수에서 사람귀에 동일한 크기로 들리는 소리의 강도를 나타내고 있다.

FSCQ0765R에서는 가청 노이즈를 줄이면서 유효 스위칭 주파수를 수 kHz로 낮추기 위해 burst switching 동작을 한다. Burst 스위칭은 그림 4에서 보는 것처럼 한번에 10번 정도의 스위칭을 하고 일정시간 동안 스위칭을 멈추는 것을 반복하는 스위칭 방법을 말한다. 이렇게 하면 유효 스위칭 주파수를 수 kHz로 유지하면서 가청 노이즈와 관련된 기본파 주파수는 수백 Hz 이하로 낮추어 가청 노이즈에 민감한 주파수 대역을 피할 수 있다.

### 2.2 IC 소모전류의 최소화

FSCQ0765RT에서는 대기전력 소모를 최소화 하기 위해 IC가 소모하는 전력을 최소화 하였다. 그림 5는 FSCQ0765RT가 burst 스위칭을 하는 동안 IC가 소모하는 전류를 나타내고 있다. burst 스위칭을 하는 동안 스위칭이 없는 구간동안에서는 스위칭에 필요한 내부 블록들의 동작을

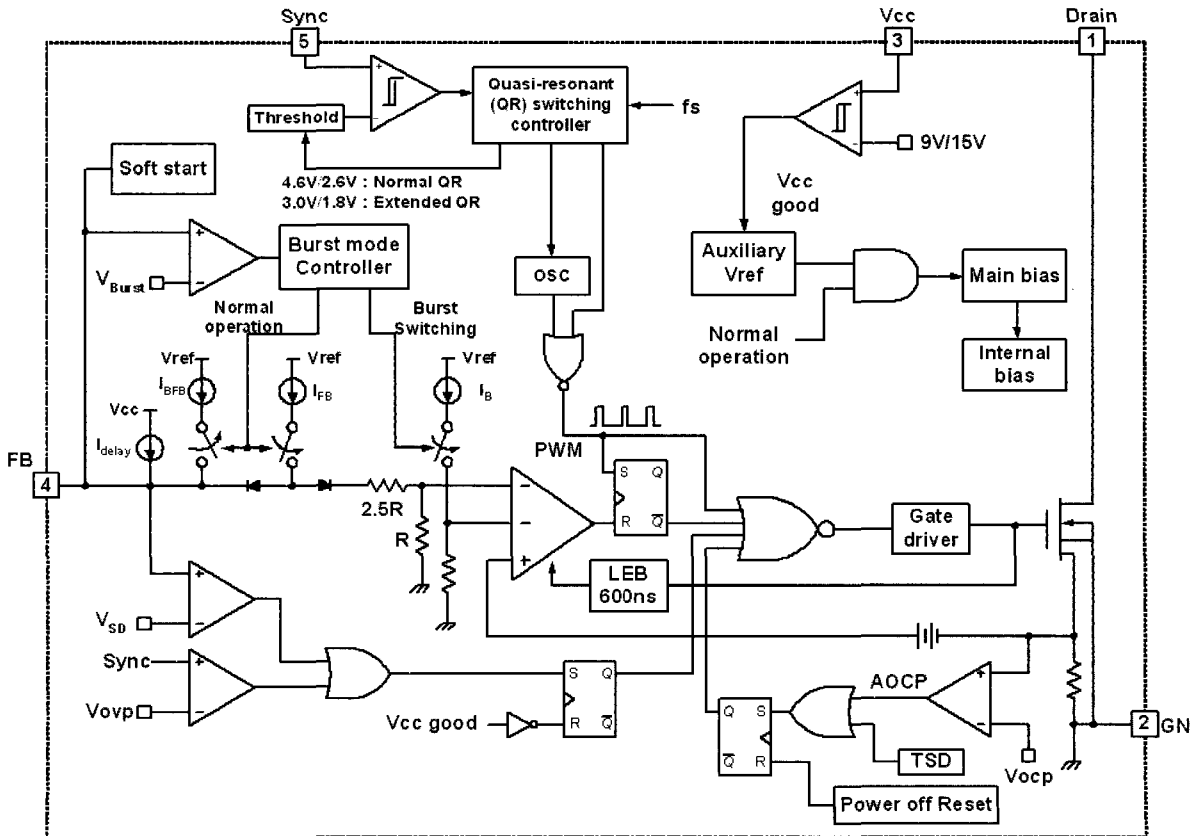


그림 2 FSCQ0765RT의 내부 블록도

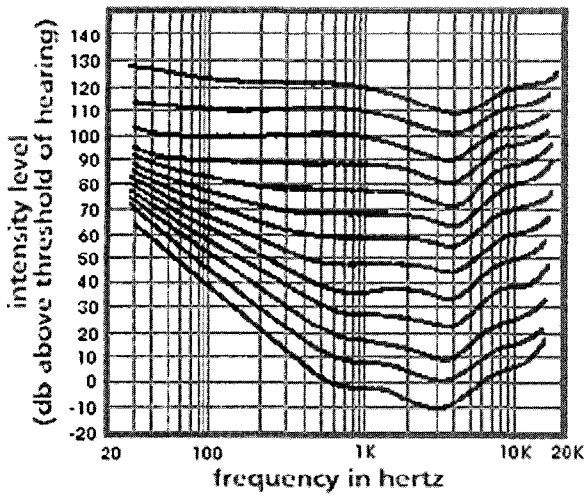


그림 3 Equal Loudness curves

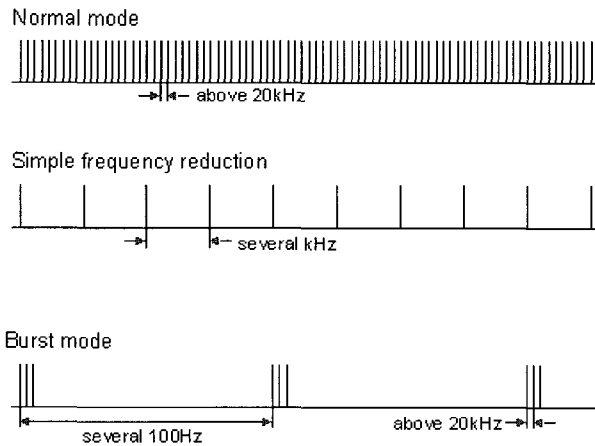


그림 4 Burst 스위칭 동작

중지시켜 최소한의 전력만을 소모하도록 하였다.

### 2.3 출력전압 감소

TV의 경우 대기모드로의 진입은 리모콘에 의해 주어지는 신호에 의해 이루어진다. 대기 모드로 진입을 명령하는 신호를 받게되면 MCU는 화면 표시를 위한 부분의 동작을 중지한 채 다시 정상모드로 진입을 명령하는 신호가 주어질 때까지 대기모드 상태로 있게 된다. 이 때 MCU는 보통 5V/40mA 정도의 전력을 소모하게 된다. MCU의 전원은 그림 1에서 보는 것처럼 일반적으로 KA7805와 같은 linear regulator를 통해 공급받게 된다. 대기모드에서 MCU 이외의 다른 출력들은 모두 동작이 중지된 상태이나 각 부하에서의 누설 전류로 인한 손실이 늘 존재한다. 따라서 대기 전력

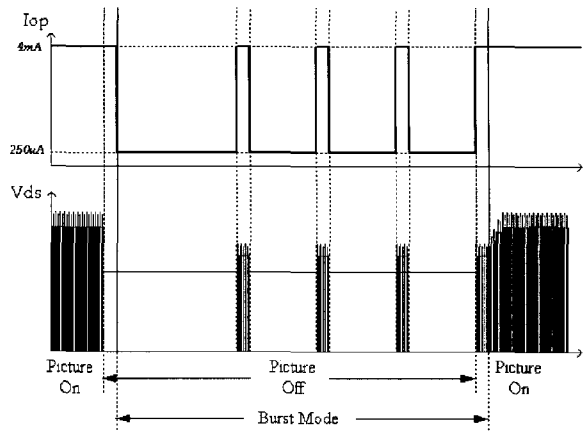


그림 5 Burst 스위칭 동작중 소모 전류의 최소화

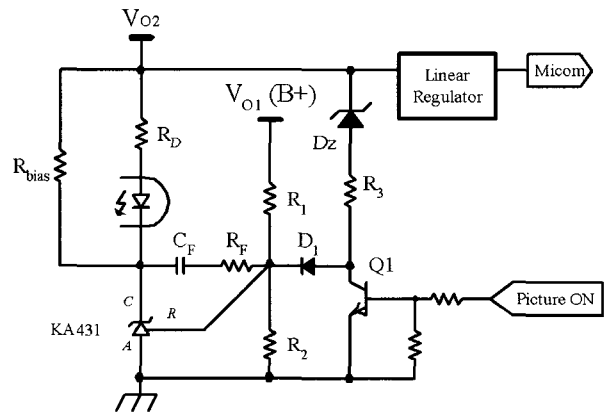


그림 6 대기모드 시 출력전압 감소를 위한 제어회로

을 최소화 하기 위해서는 linear regulator의 안정적인 동작을 보장할 수 있는 최소의 전압까지 모든 출력 전압을 감소시켜야 한다. 그림 6은 대기모드시 출력전압을 감소시키기 위한 제어회로이다. 정상모드에서는 Picture On 신호가 가해져 Q1이 켜지게 되어 Dz는 제어회로로부터 분리되므로 Vo1(B+)이 제어된다. 대기모드에서는 Picture On 신호가 제거되어 Q1이 꺼지게 되면 Dz에 의해 Vo2가 제어된다.

### 3. FPS를 사용한 CRT TV 전원부의 동작파형

그림 7은 FSCQ0765RT를 사용한 CRT TV 전원부의 정상 모드에서 대기모드로 전환시 동작 파형을 보여주고 있다. 그림에서 보는 것처럼 대기모드에 진입하게 되면 모든 출력 전압이 감소되는 것을 볼 수 있다. 대기 전력을 최소화 하기 위해 linear regulator의 입력단의 전압은 KA7805의 안정

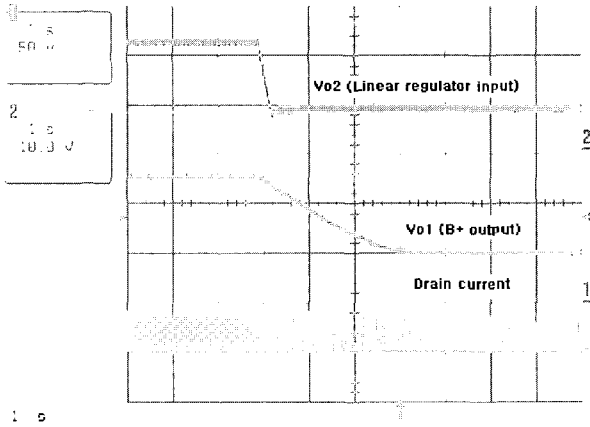


그림 7 정상 모드에서 대기모드로 진입시 파형

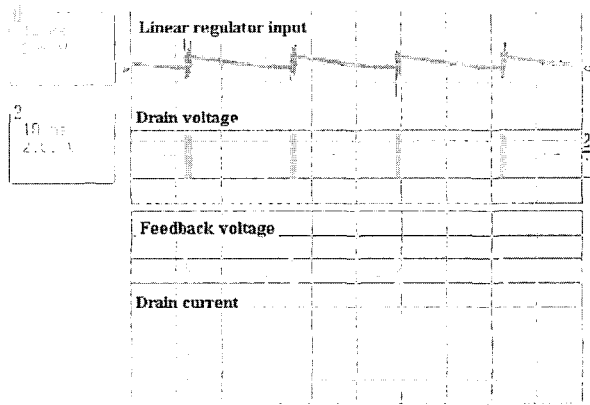


그림 8 Burst 스위칭 파형

표 1 대기전력 측정

입력 전압	대기 전력	Vo1 (B+) 부하상태	Vo2 (Regulator 입력) 부하상태
120Vac	0.69W	49.5V / 2mA	7.23V / 40mA
220Vac	0.88W	51.4V / 2mA	7.26V / 40mA
240Vac	0.94W	51.3V / 2mA	7.31V / 40mA

적인 동작을 보장하는 최소전압(약 7.5V)까지 낮아지도록 설정되었다.

그림 8은 burst 스위칭 동작을 보여주고 있다. Burst 스위칭 동작에 의해 유효 스위칭 주파수는 수kHz로 유지하면서 기본과 주파수는 약 50Hz로 낮추어 가청 노이즈를 유발할 수 있는 수kHz의 주파수 대역을 피할 것을 볼 수 있다. 표 1

은 대기전력 실측치이다. 240Vac 입력에서도 대기전력 1W 이하를 만족하는 것을 볼 수 있다.

#### 4. 결론

본 글에서는 상용화되어 있는 대기전력 저감용 전력용 반도체 기술을 CRT TV에 사용되는 Fairchild Power Switch인 FSCQ0765RT를 예로 들어 살펴보았다. FSCQ0765RT 디바이스는 대기전력 저감을 위해 대기 모드 시 스위칭 주파수 및 출력전압을 감소시킬 뿐만 아니라 IC 동작을 위한 전류도 최소화 하였으며 burst 스위칭 방식을 도입하여 가청 노이즈의 발생없이 유효 스위칭 주파수를 수 kHz로 유지하였다.

#### 참고 문헌

- [1] Laurence McGarry, "Standby power challenge," International IEEE Conference on the Asian Green Electronics, pp. 56~62, 2004
- [2] Yoh Matsushita, "Design for low electric power during standby state of fax-copier machine," International Symposium On Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, pp. 391~395, 1999.
- [3] A. I. Maswood, Z. K. Yoong, "Digital burst technique in the stand-by operation of a TV power supply," IEEE IAS Annual Meeting, Industry Applications Conference, pp. 1661~1668, 1999.
- [4] Fairchild semiconductor application note AN4146 "Design guidelines for Quasi-resonant converters Using FSCQ-series Fairchild Power Switch (FPSTM)"

#### < 저 자 소 개 >



##### 최형석

1997년 서울대 전기공학부 졸업. 1999년 동 대학원 전기공학부 졸업(석사). 2002년 동 대학원 전기공학부 졸업(박사). 2002년~현재 페어차일드코리아반도체 Power Conversion Team 연구원.