

모바일 멀티미디어 성능 향상 '클래스 D 증폭기'



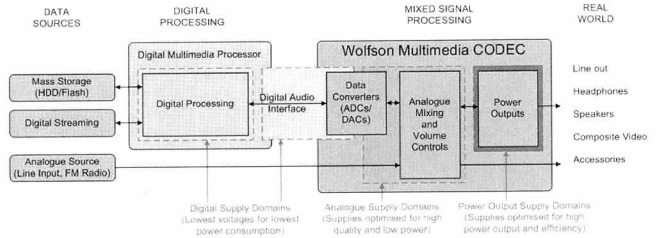
글 | 로버트 헤트필드 울프슨 기술 마케팅 엔지니어

모바일 단말기에서 유연한 오디오 특성 및 하이-파이 사운드를 원하는 소비자들의 요구를 만족시키기 위해 휴대폰용 오디오 칩 설계 엔지니어는 모바일 애플리케이션의 특수한 잡음 및 전력 관리 요구 사항에 부합될 수 있도록 클래스D 증폭기를 최적화시키고 있다.

오디오 성능 대 전력

오늘날 멀티미디어 휴대폰과 같은 모바일 제품은 스피커폰 모드, 스피커폰/헤드폰의 동시 작동 기능을 비롯한 다양한 고품질 오디오 기능을 제공해야 한다. 이러한 오디오 기능들은 폭넓은 범위의 음악 및 비디오 중심 멀티미디어 서비스를 가입자들에게 제공하기 위해 필수적이다. 이를 위해서는 모바일 멀티미디어 단말기에서 오디오 증폭기가 더욱더 필요하다.

기존에 휴대폰에 탑재되는 클래스 AB 증폭기는 대부분의 상황에서 효율성이 20~25% 미만이며, 출력 파워가 조금이라도 증가하면 전류 소비가 대폭 늘어났다. 문제는 그걸 당연시할 수밖에 없었던 업계의 한계였다. 그러나 최근 모바일 업계는 배터리 수명이 단축되거나 무거운 배터리를 휴대해야 하는 상황을 받아들이려 하지 않는다.



일반적인 휴대형 멀티미디어 애플리케이션

고효율 모바일 증폭

클래스 D 증폭기는 이와 같은 상황의 해결책을 제시한다. 클래스 AB 증폭기보다 높은 효율성을 발휘함으로써 클래스 D는 이미 멀티-채널 서라운드 사운드 시스템과 같은 가정용 오디오-비주얼 제품에 탑재되어 있다.

오디오 출력 규격은 일반적으로 6채널×50W에 150W 베이스 채널이 추가된다. 비효율적인 클래스 AB가 6개의 채널에서 동작함에 따라 발생하는 전력 손실은 어려운 열 관리 문제를 초래할 수 있기 때문에 이러한 시스템은 클래스 D 증폭기 없이는 구현할 수 없다. 클래스 AB 원리에 따라 설계된 서라운드 사운드 증폭기의 크기, 무게 및 비용 또한 엄청나다.

출력 트랜지스터 특성의 선형 부분을 이용하기 보다 스위칭 원리에 따라 동작하기 때문에 클래스 D 증폭기는 동일한 출력을 내는 클래스 AB 증폭기보다 효율성이 높다. 또한 최신 클래스 D 설계는 고품질의 클래스 AB와 비교했을 때 THD(총 고조파 왜곡)를 매우 낮은 수준으로 구현할 수 있다.

하지만 모바일 애플리케이션에서 클래스 D 증폭기 구현이 쉬운 일만은 아니다. 출력 필터 설계 및 스위칭 잡음 관리와 같이 이미 알려져 있는 문제뿐 아니라 모바일 제품의 일반적인 크기 제약 사항 때문에 동일한 칩 상에서 감도 높은 아날로그 오디오, DSP 및 전력 관리 기능, 고주파 스위칭 증폭기 통합 등과 같은 새로운 문제들이 발생하기 때문이다.

폴더형 휴대폰에서 클래스 D 작동

클래스 A, 클래스 B 및 클래스 AB 증폭기는 선형 증폭기이며, 출력 트랜지스터는 능동 영역에서 동작된다. 클래스 A의 경우, 출력 단의 트랜지스터가 능동 영역에서 계속 동작되기 때문에 비교적 선형성이 뛰어나지만 전류 소비는 증가한다. 최대 효율은 최대 신호 레벨에서 발생하지만 약 25%에 지나지 않는다.

클래스 B 증폭기의 경우, 위쪽과 아래쪽 트랜지스터가 푸시풀(push-pull) 방식 구성에서 교대로 작동한다. 전력이 최고로 공급됐을 때 이론적인 최대 효율성은 약 65%이지만, 실제로는 훨씬 낮다. 하지만 크로스오버 영역에서의 비선형 동작은 심각한 일그러짐 현상을 초래한다.

클래스 AB 증폭기는 클래스 B 방식을 이용하지만 트랜지스터는 항상 선형 영역에서 동작하도록 되어 있다. 이것은 클래스 B 크로스오버 일그러짐 현상을 제거시키는 반면에 전력 소비가 약간 증가한다.

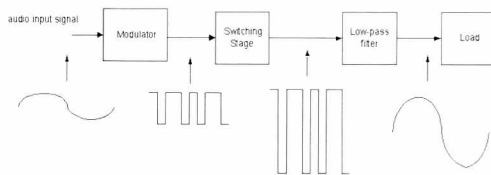
이러한 선형 증폭기와 달리 클래스 D 타입은 스위칭 증폭기이며, 동기식 벡 컨버터의 동작원리 및 기본방식을 따른다. 증폭된 오디오 신호는 비교기에 입력돼 톱니파와 비교된다. 그 결과 펄스 폭 변조 구형파가 나타나며, 주기는 톱니파와 동일하지만 펄스 폭은 오디오 신호 샘플을 나타낸다. 톱니파 주파수는 최대 오디오 신호 주파수보다 훨씬 높게 설정된다.

PWM 구형파 및 그 반대가 되는 파는 MOSFET H-브리지를 구동시켜 오디오 신호의 구형파 샘플이 나올 수 있도록 교류를 만들어 내기 위해 반대편 MOSFET을 켜거나 끈다. 출력 트랜지스터는 전류를 조정하기 위해 켜지거나 꺼지기 때문에 클래스 D시스템에서 유일한 손실은 MOSFET에서의 RDS(ON) 손실 및 MOSFET 리드프레임, PCB 트레이스와 와이어 접속을 포함한 내부연결에서의 저항 손실이다. 디바이스와 내부연결이 이

상적이지 않아 발생하는 손실 외에 이 시스템은 매우 효율적이다.

H-브리지의 출력에서 증폭된 신호는 입력 오디오 신호와 비교 시 심하게 일그러진다. 로패스 필터가 적용되면 스위칭 반송파 주파수 영역을 감쇠시킨다. 적합한 오디오 대역폭 바로 윗 대역에 차단 주파수를 설정하면 정확한 입력 오디오 신호가 나온다. 필터 설계는 왜곡 현상이 거의 없는 고품질 오디오 출력을 구현하는데 필수적이다. 일부 클래스 D 증폭기는 총 고조파 왜곡이 1% 미만이다.

통합 작업



클래스D의 강점

클래스D의 강점 뛰어난 효율성 동일한 외부 부품수
(일부 애플리케이션에서 필터가 없음)

최신 모바일 기기의 작은 면적은 클래스D 증폭기 구현을 비롯해 오디오 설계에 특별한 제한을 준다. 면적의 압박 때문에 고집적 오디오 설계가 요구돼 이미 코덱, 전력 관리 및 스피커 출력 기능의 혼합 신호 통합은 이뤄졌다. 하지만 이렇게 집적 수준이 높아지면서 잡음 성능 관리가 필요하게 됐다. 클래스 D 증폭기가 혼합 신호에 소개되면서, 잡음 관리 문제가 순조롭게 풀리기 시작한 것은 다행스런 일이다.

예를 들어 스위칭 잡음은 클래스 D 출력 필터에서 감쇄되지만 칩의 아날로그 부분에서 오디오 신호 경로가 나빠지는 것을 방지해야만 한다. 파워 서플라이 디커플링은 스위칭 잡음이 회로 동작을 악화시키지 않게 하려면 어떤 클래스 D설계에서나 중요하며, 혼합 신호 칩 설계 맥락에서 더 많은 중대성을 갖는다. **K**