

# 고집적 반도체 기술로 자동차 마이크로폰 편향 및 이상 감지하기

고기능, 고품질의 오디오가 포함된 첨단 자동차 인포테인먼트 시스템에 대한 자동차 구매자들의 수요가 증가하고 있다. 자동차 구매자들은 또한 차내의 소음이 낮아지기를 바라고 시작했다. 이에 따라 차량 탑승자들이 운전 중에 보다 나은 사용자 경험을 갖도록 전자 엔지니어들은 점차 시스템 설계에 마이크로폰 다양화를 보편화하고 있다.

글 | 키에란 맥도날드(Kieran McDonald)  
필드 애플리케이션 시스템 엔지니어  
온세미컨덕터

일반적으로 마이크로폰을 필요로 하는 차량 내 애플리케이션에는 음성 감지 및 능동 소음 소거(ANC: Active noise cancellation)라는 두 가지 종류가 있다.

**1. 음성 감지:** 이 기능은 휴대폰으로의 음성 스트리밍을 위해 필요한데 일반적으로 블루투스 무선 동기 전송을 통해 수행된다.

**2. 능동 소음 소거(ANC):** 이 기능은 도로 및 엔진/배기 소음을 줄이기 위한 도로 소음 소거(RNC)와 엔진 오토 소거(EOC)에 각각 적용된다. 이는 증폭된 반 위상 노이즈를 생성하는 인포테인먼트 시스템의 증폭기 및 부하 스피커 출력과 함께 첨단 디지털 신호 처리(DSP) 알고리즘을 활용해 이루어진다. ANC 기술의 채택은 내연기관 차량의 RNC 및 EOC에서 중요성이 커지고 있다.

음성 전달은 단일 마이크로폰(전방향 또는 단일 방향 형)을 사용하는 경향이 있으나 3차원 ANC는 주로 차내 인테리어의 다른 부분에 위치한 복수의 에러 마이크로폰에 주로 의존한다. 이 두 가지 애플리케이션 모두에서 중요한 것은 소음 편향율이 매우 낮아야 한다는 것이다. 또한 인포테인먼트 기기 외부에 장착되는 문제로 인해 두 경우 모두 고장 감지를 매우 효과적으로 해야만 한다.

## 마이크로폰의 전압 요건

마이크로폰 임피던스 및 내장된 증폭 단계의 유형에 따라 일반적으로 자동차 마이크로폰에 의해 사용되는 전류는 상대적으로 낮다. 이 전류값은 전형적인 단방향 마이크로폰의 경우 0.5 mA, 전방향 빔 포밍 마이크로폰의 경우 20 mA이다.

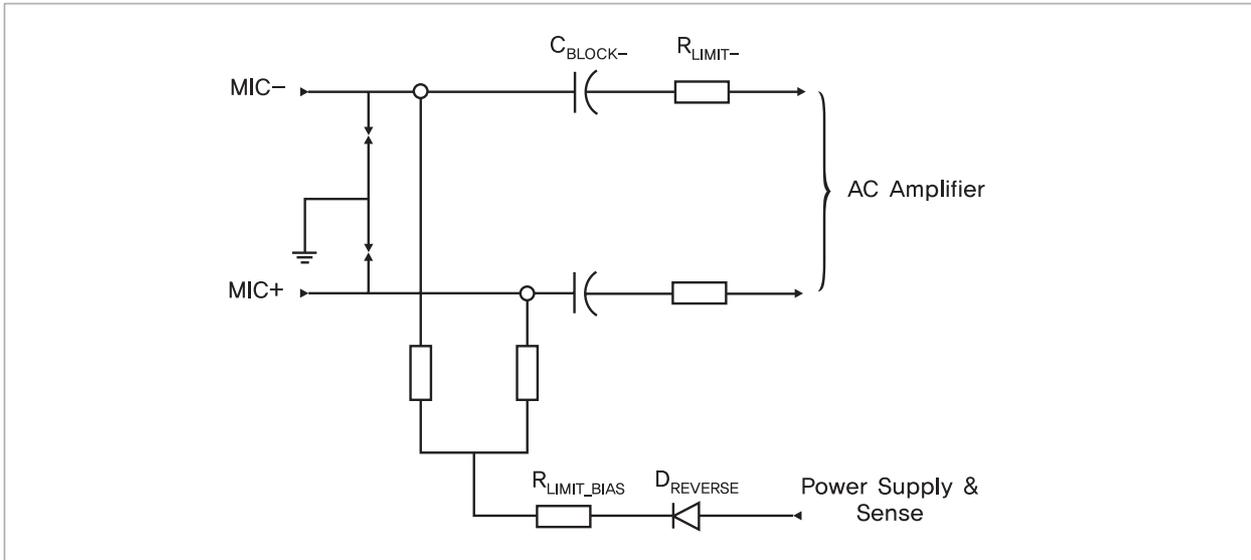
공급 전압은 요구되는 SNR(신호 대

비 잡음 비) 및 집적 증폭기의 유형에 따라 1.0 V ~ 15.0 V의 범위에서 변하는 경향이 있으나 대부분의 공급 전압 레벨은 5.0 V ~ 8.0 V의 범위에 있다. 마이크로폰 입력 라인의 편향성으로 인해 파워 서플라이가 저소음으로 그리고 PSRR(power supply rejection ratio)에 맞춰 가청 범위 내에서 특별히 지정되어야 하는데 그러한 요건은 저소음 선형 레귤레이터를 필요로 한다.

마이크로폰이 인포테인먼트 시스템으로부터 멀리 위치함으로 인해 추가적인 복잡성이 발생한다. 외부로부터의 부하는 조립 및 정비 중에 연결이 잘못되는 위험을 가져온다. 따라서 마이크로폰 파워 서플라이는 잘못된 연결 상태를 스스로 감지해 보호할 수 있어야 한다.

## 마이크로폰 파워 서플라이의 원리

집적된 마이크로폰 레귤레이터 소자는 디스크리트 회로 또는 하이 사이드 스위치에 대한 매력적인 대안으로서 상당한 기능상의 장점을 제공한다. 내장된 커런트 미러는 마이크로폰 및 부하의 진단 고장 조건을 감지해야 하는데 차량의 조립 및 정비에서는 특히 인포테인먼트 시스템, 마이크로폰 또는 이들간의 케이블링에 오류가 발생하거나 잘못 조립될 위험이 있다. 따라서 마이크로폰 레귤레이터 출력( $V_{OUT}$ )이



[그림 1] 디스크리트 마이크로폰 바이어스 회로의 예(감지 또는 고장 진단이 없음)

GND(그라운드)로 단락, 개방 또는 배터리로 단락될 가능성이 존재한다.

### 마이크로폰 레귤레이터의 장점

최대 20개의 디스크리트 소자들로 구성되는 부품 진단 및 보호 회로는 일반적으로 높은 조립 비용이 들지만 복잡한 고장 모드를 찾아내 효과적인 분석을 한다. 그런데 이러한 명령 및 제어 기능을 수행하기 위해 귀중한 마이크로컨트롤러 자원을 소비한다. 단일 IC인 통합 마이크로폰 레귤레이터는 이와 반대로 약간의 외부 소형 신호 부품만을 필요로 한다. 이 소자는 또한 전류 한계 정확도 및 커런트 미러 비율 등 정밀 제어되는 프로세스 변수를 가짐으로써 고장에 관한 전략, 고장 감지 문턱값, 최악의 상황 분석을 보다 직접적으로 설정하게 한다.

회로 프로그래밍 가능성 측면에서 디스크리트 부품 회로의 유연한 설계는 IC 인에이블, 프로그래밍 가능 출력

전압 및 전류 한계 레벨을 특징으로 하는 이 마이크로폰 레귤레이터로 달성된다. 정확한 루프 안정성 한계 등 조절 가능한 출력 전압은 저비용 및 표준 ESR(equivalent series resistance) 출력 커패시터로 인한 안정적인 루프가 마이크로폰의 입력 요건과 상관관계에 있는 목표 출력 전압의 설정을 가능하도록 보호함을 의미한다. 그림 1에 디스크리트 마이크로폰 바이어스 회로의 예를 나타낸다.

### 애플리케이션 예

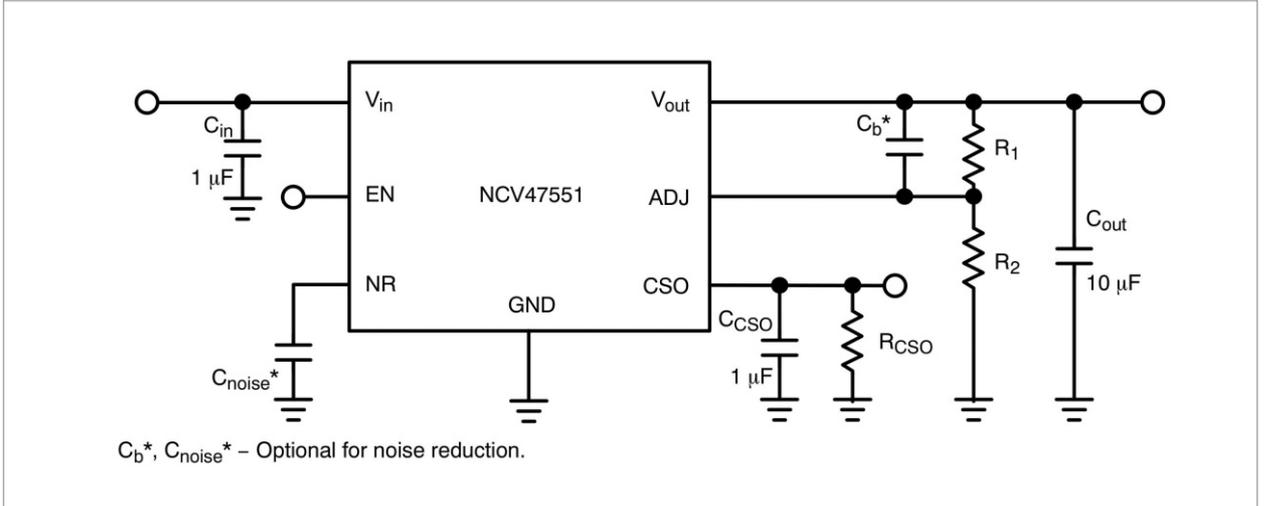
그림 2는 표준 애플리케이션 설정의 마이크로폰 레귤레이터를 보여준다. 여기에 사용된 소자는 온세미가 최근에 출시한 NCV47551으로 외부 레지스터 디바이더를 사용하여 3.3 V ~ 20 V의 범위에서 설정될 수 있는 조절형 출력 전압을 제공한다. 레귤레이터의 CSO(current sense output)를 통해 소싱되는 미러 커런트는 부하 전류

에 대한 고정비(일반적으로 1:1)에서 접지된 고정 레지스터를 교차하는 전압( $V_{CSO}$ )으로 모니터링되며 ADC(analog-to-digital converter)를 사용하여 샘플링된다.

레지스터 값인  $R_{CSO}$  또한 전류 한계 문턱값 수준을 프로그래밍 한다. CSO 전압을 모니터링하는 커런트 미러는 개방 회로, short to ground 및 정상 작동 조건 등을 구별하는 데 사용될 수 있다.

마이크로폰 부하 전류가 일반적으로 매우 낮은 값을 가지므로 커런트 미러 비율은 개방 회로 감지 문제를 야기하지 않는 수준으로 설정될 필요가 있다. 개방 회로 발생시 CSO 전류는 최소값으로 떨어진다. 그러나 ADC 입력 커패시턴스가 샘플 및 홀드 시상수로 충전되도록 하기 위해선 충분히 높게 유지될 필요가 있다.

그럼에도 불구하고 ADC 그 자체는 CSO 핀은 전류 한계 및 전류 기능



[그림 2] 온세미의 NCV47551를 이용한 마이크로폰 레귤레이터 애플리케이션 구성도

기능을 결합하므로 감지 레벨 전류 문턱값이 너무 낮으면 전류 한계값을 교란할 수 있는 CSO에 대한 부하로 작용한다. 따라서 1:1 미러 비율만 지켜지면 외부 버퍼를 갖지 않아도 된다.

$V_{CSO}$  값을 모니터링하면 ADC를 사용하여 다양한 고장 조건을 감지할 수 있다.  $V_{OUT}$ 이 GND에 단락되는 조건에서는 부하 임피던스가 0 또는 0 근처로 떨어져 부하 전류가 상승하며 외부에서 프로그래밍된 전류 한계가 세배로 증가해 출력 전압이 비례적으로 줄어든다. 이에 따라  $V_{CSO}$ 는 순간적으로 더 높은 한계값에 도달한다. 두 번째 보호는 내부의 고정 값에서 설정된 두 번째 기본 전류 한계로 제공되는데 프로그래밍된 전류 한계보다 빠른 루프 응답으로 기동시 전류 제한을 보장한다.

최대 정선 온도가 초과되지 않게 하기 위해 레귤레이터 선행 패스 요소 옆의 TSD(thermal sensing device)를 이용해 열 한계 문턱값을 감지하는 추

가적인 보호 기능도 있다. 이 문턱값이 초과되면 레귤레이터는 상황이 바뀔 때까지 스스로를 비활성화한다.

개방 부하 조건이 발생하면 부하 전류는 0 또는 0 근처로 떨어진다. 샘플 및 홀드 요건을 충족하기 위해  $I_{CSO}$ 가 대부분의 ADC의 입력 커패시턴스를 충전할 충분한 값보다 크지 않도록 보장되면  $V_{CSO}$ 는 전위에 가깝게 떨어진다. 배터리 단락 조건은  $V_{CSO}$ 출력을 이용하여 직접 파악될 수는 없으나 이 소자는 구동 또는 비구동 상태에서  $V_{OUT}$ 이 배터리에 단락되는 조건에서도 보호된다. 필요한 경우 배터리 단락(short to battery)을 감지하기 위해 외부 회로가 추가될 수 있다.

다른 중요 고려사항은 잡음(noise)의 억제이다. 높은 DC 이득은 레귤레이터 출력의 잡음을 최소화하는 PSRR(power supply ripple rejection)를 제공하는데 고주파 전류를 분기하는 2차 고주파 저 임피던스 경로를 우회를 통해 제공할 뿐 아니라 출력 잡음

도 제거한다. 이러한 용도로 외부 세라믹 바이패스 커패시터  $C_{NOISE}$ 가 사용된다.

NCV47551소자는 차량용으로 설계되었다. 이 소자의 입력 핀은 최대 45V 피크의 ISO 16750-2 로드 덤프 펄스를 지지할 수 있으며, 외부 역전압방지의 필요성을 없애준다. 또한 이 칩은 특히 저잡음 파워 서플라이를 제공하도록 설계되었으므로 마이크로폰에 일어날 수 있는 고장 조건을 감지하는 ADC와 호환성을 보장한다.

## 결론

차세대 전류 감지 레귤레이터 IC들은 자동차 오디오 및 인포테인먼트 애플리케이션 내의 대부분의 외부 마이크로폰을 구동하는데 필요한 간단한 집적 솔루션을 제공한다. 이러한 소자들은 부하 상태를 모니터링하여 고효율 고장 진단이 가능한 기능을 가지며 주요한 고장이 발생한 경우 보호 기능도 제공한다. **ES**