

## Technical Article

# 클래스 D 증폭기 1L 변조로 차량용 오디오 시스템 설계 축소



Mark Ritchey



정교한 디지털 프로세싱과 아날로그 반도체는 오디오 설계자가 휴대용 스피커, 랩톱, 사운드 바, 차량용 사운드 시스템에서 향상된 오디오 기술에 대한 소비자의 수요를 충족하는 몰입형 오디오 환경을 제공하는 새로운 방법을 만드는 데 도움이 되고 있습니다.

오늘날의 차량용 오디오 시스템은 최초의 단일 스피커 차량 라디오에 사용되는 진공관 구동 증폭기보다 훨씬 더 정교합니다. 일부 신형 자동차 모델에는 차량 전체에 24개 이상의 스피커가 있습니다. 이러한 첫 번째 시스템에서 몰입형 고품질 오디오 시스템으로의 전환은 크기, 무게, 비용 및 오디오 품질이라는 차량에서 더 나은 오디오를 제공할 수 있는 네 가지 설계 추세에 중점을 두고 있습니다. 이러한 추세는 차량용 오디오 시장에서 잘 알려져 있습니다. 하지만 진짜 과제는 고품질 오디오 성능을 유지하면서 솔루션과 비용을 줄이는 방법입니다.

## 오디오 증폭기 설계가 한 단계 더 발전

몇 년 동안 차량용 오디오 시스템은 클래스 AB 오디오 증폭기를 사용하여 자동차 스피커에 사운드를 전달했습니다. 지난 몇 년 동안 클래스 AB 증폭기에서 클래스 D 증폭기로 전환하는 추세가 있었습니다. 클래스 D 증폭기는 설계자가 열 발산 및 시스템 중량 목표를 줄일 수 있도록 도와줍니다.

클래스 D 차량용 증폭기에 익숙한 설계 엔지니어는 고주파 스위칭 잡음을 필터링하기 위해 오디오 채널당 LC(인덕터-커패시터) 필터 2개가 필요하다는 것을 알고 있습니다. LC 필터의 크기를 축소하기 위해 TI는 최대 2.1MHz 스위칭을 지원하는 오디오 증폭기를 개발하여 훨씬 더 작고 저렴한 인덕터 사용을 가능하게 했습니다. [그림 1](#)에서는 인덕터의 이러한 크기 진화를 400kHz에서 2.1MHz까지 비교합니다.

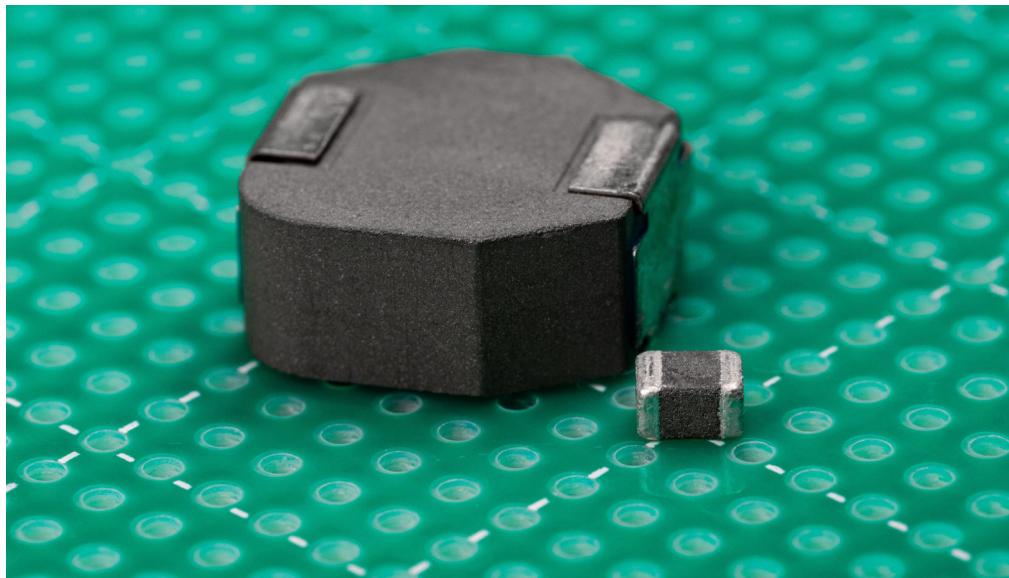


그림 1. 8.2 $\mu$ H 인덕터(400kHz)와 소형 3.3 $\mu$ H 인덕터(2.1MHz)의 크기 비교

이제 TI는 TI의 독점 단일 인덕터(1L) 변조 기술을 통합한 오디오 증폭기로 LC 필터 크기를 더욱 줄이기 위한 다음 단계를 진행하고 있습니다. 이 기술은 클래스 D 성능을 유지하면서 채널당 인덕터 수를 절반으로 줄여서 인덕터 비용을 50% 줄이고, 솔루션을 최대 50% 더 작고 가볍게 만들 수 있습니다. 최종 이점으로는 간소화된 오디오 설계 및 향상된 효율성이 있습니다.

### 1L 변조 기술 적용

TI의 1L 변조 기술은 LC 필터의 인덕터 수를 절반으로 줄입니다. 이제 차량 트림 라인에 32개의 오디오 채널이 필요한 사운드 시스템을 갖춘 하이엔드 모델이 포함된 자동차를 상상해 보십시오. 모든 오디오 채널에 대해 스피커가 있으며 모든 스피커에는 양극과 음극이라는 두 개의 커넥터가 있습니다. BD 또는 단면 펄스 폭(1SPW) 변조만 지원하는 증폭기의 경우 각 리드는 총 64개의 인덕터로 구성된 LC 필터가 필요합니다. 1L 변조 증폭기가 있으면 오디오 채널당 LC 필터만 하나만 있으면 인덕터 수를 32개로 줄일 수 있습니다.

그림 2에서는 1L 변조를 갖춘 증폭기가 20채널 오디오 시스템의 인더터 수를 10채널로 줄여 크기를 34% 줄이는 방법을 보여줍니다.

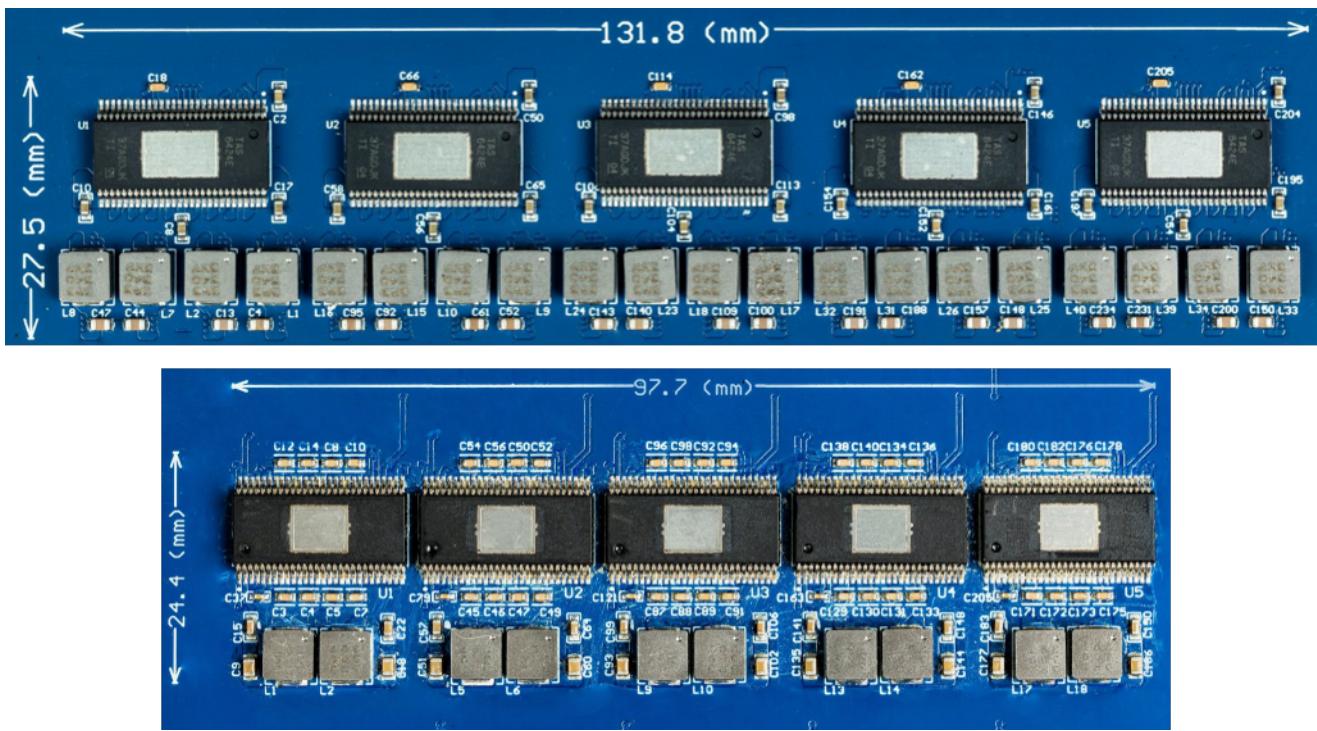


그림 2. TI의 TAS6424E-Q1 클래스 D 증폭기(상단)를 사용한 20채널 차량용 오디오 시스템 설계와 TI의 TAS67524-Q1 클래스 D 증폭기 5개(하단)를 사용한 설계 비교

시스템 설계자에게 중요한 관심사는 이 증폭기를 얼마나 쉽게 구현할 수 있는가일 것입니다. 당사의 1L 변조 기술은 시스템에 원활하게 통합되도록 고안되었습니다. TI는 1L 변조를 통해 설계자가 상당한 설계 문제를 일으키지 않고도 모든 이점을 누릴 수 있도록 증폭기에 맞는 변조 체계를 만들었습니다. 동시에 고품질 클래스 D 오디오 성능을 유지할 수 있습니다.

**TAS67524-Q1 오디오 증폭기**는 실시간 부하 진단, 채널당 전류 감지, 최대 19V 작동과 같은 기능을 통합하여 안전한 작동 및 성능을 제공합니다. 실시간 부하 진단은 개방 부하, 단락 부하, 전원 단락 및 접지 단락 상태를 오디오가 재생되는지 여부에 관계없이 추적합니다. 이 기능은 증폭기가 제대로 작동하도록 보장하고 안전하고 안정적인 청취 환경을 제공합니다.

또 다른 주목할 만한 기능은 저지연 경로 옵션입니다. 시스템에 능동 잡음 제거 또는 도로 잡음 제거가 필요한 경우 TAS67524-Q1은 주입된 오디오 신호의 빠른 응답을 위해 완전한 기능의 저지연 오디오를 지원합니다.

## 결론

TI의 1L 변조 기술의 이점은 차량용 오디오 경험에 우선 순위를 지정하고 설계의 경계를 확장할 수 있는 동시에 전류 솔루션보다 더 작고 가벼운 설계를 만들 수 있습니다.

## 추가 리소스

- [TAS67524 평가 모듈\(TAS67524Q1EVM\)](#)을 주문하십시오.
- 증폭기, 프로세서, 컨버터 및 스위치를 비롯한 TI의 포괄적인 [오디오 솔루션](#)을 확인해 보세요.

## 상표

모든 상표는 각 소유권자의 자산입니다.

## 중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 묵시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [TI의 판매 약관](#), [TI의 일반 품질 지침](#) 또는 [ti.com](#)이나 해당 TI 제품과 함께 제공되는 기타 조건의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다. TI가 명시적으로 제품을 사용자 정의 또는 고객 정의용으로 지정하지 않는 한, TI 제품은 범용의 표준 카탈로그 장치입니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 어떠한 추가적이거나 상이한 조건도 반대하며 이를 거부합니다.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

최종 업데이트: 2025/10/25

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you fully indemnify TI and its representatives against any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on [ti.com](#) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may propose.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025