

Technical Article

전송 신호 체인 설계에 차동-단일 종단 RF 증폭기를 사용할 때의 장점



Srinivas Seshadri, Keyur Tejani 및 Carey Ritchey

기존의 라디오 주파수(RF) 전송 신호 체인은 일반적으로 DAC(디지털-아날로그 컨버터)를 사용하여 베이스밴드 신호를 생성합니다. 그런 다음 이 신호는 RF 믹서 및 로컬 오실레이터를 사용하여 원하는 RF 주파수로 업변환됩니다. RF DAC 기술의 발전으로 원하는 RF 주파수에서 신호를 직접 생성할 수 있으므로 RF 전송 신호 체인의 설계 및 복잡성을 크게 간소화할 수 있습니다.

고주파 RF DAC는 균형 잡힌 차동 출력을 가지고, RF 전송 체인과 안테나는 단일 종단입니다. 역사적으로 RF 엔지니어는 패시브 발룬과 중간 단계 RF 게인 블록 두 개를 사용하여 차동-단일 종단(D2S) 변환을 수행하고 RF 신호의 소비 전력을 증가해 왔습니다. 그러나 패시브 발룬은 넓은 대역폭에서 작동해야 하는 경우 큰 PCB(인쇄 회로 보드) 풋프린트, 높은 삽입 손실, 불량 일치, 게인 및 위상 불균형 등 몇 가지 제한이 있습니다. 또한 RF 패시브 발룬은 DC에서 또는 그 주변의 작동을 지원할 수 없습니다.

D2S RF 증폭기는 차동 신호를 단일 종단 신호로 변환하고 넓은 대역폭에 걸쳐 게인을 제공할 수 있는 모놀리식 디바이스입니다. 이 문서에서는 기존의 패시브 발룬 및 RF 게인 블록 접근 방식에 비해 D2S RF 증폭기를 사용할 때의 이점을 설명합니다.

그림 1에는 DAC 버퍼와 전력 증폭기(PA) 사전 드라이버로 사용되는 TRF1108 D2S RF 증폭기가 나와 있습니다.

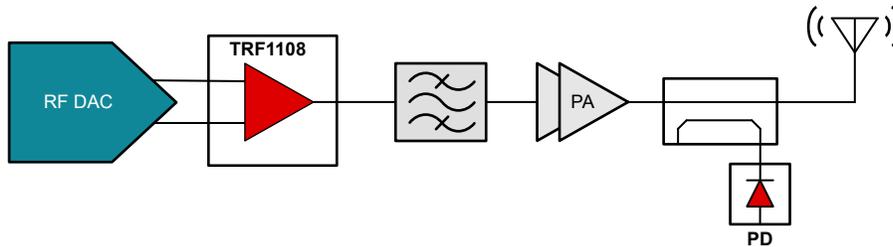


그림 1. DAC 버퍼와 PA 전치 드라이버로 사용되는 TRF1108 차동-단일 종단 RF 증폭기를 보여주는 간소화된 RF 트랜스미터 신호 체인

4mm²에서 차동-단일 종단 변환 및 게인

RF DAC 출력에서 D2S 변환을 수행하는 패시브 발룬은 특히 광대역이 필요한 경우 부피가 크고 비용이 많이 드는 경우가 많습니다. 패시브 발룬의 풋프린트가 커지면 PCB 면적이 증가하고, 특히 멀티 채널 RF DAC에서 사용할 경우 PCB 트레이스가 길어 RF 성능을 제한합니다. 또한 광대역 패시브 발룬도 높은 삽입 손실을 가지고 있어 신호 전력 손실을 보상하기 위해 고성능 RF 게인 블록이 필요합니다.

TRF1108 D2S RF 증폭기는 D2S 변환을 수행하고 게인을 제공하는 모놀리식 디바이스입니다. DC-12GHz를 지원하는 대역폭을 지원하는 D2S RF 증폭기를 DC에서 멀티 기가헤르츠까지 광대역 DAC 버퍼 애플리케이션에 사용할 수 있습니다.

TRF1108에는 2mm x 2mm의 작은 PCB 풋프린트가 있어 PCB 영역이 줄기 때문에 라우팅 시간이 단축되고 RF 성능이 향상됩니다.

그림 2에서는 TRF1108의 2mm x 2mm PCB 풋프린트를 보여주며, 필요한 PCB 영역을 줄여 TRF1108 DAC39RF10 평가 모듈에서 라우팅이 단축되고 RF 성능을 개선하는 것을 보여줍니다.

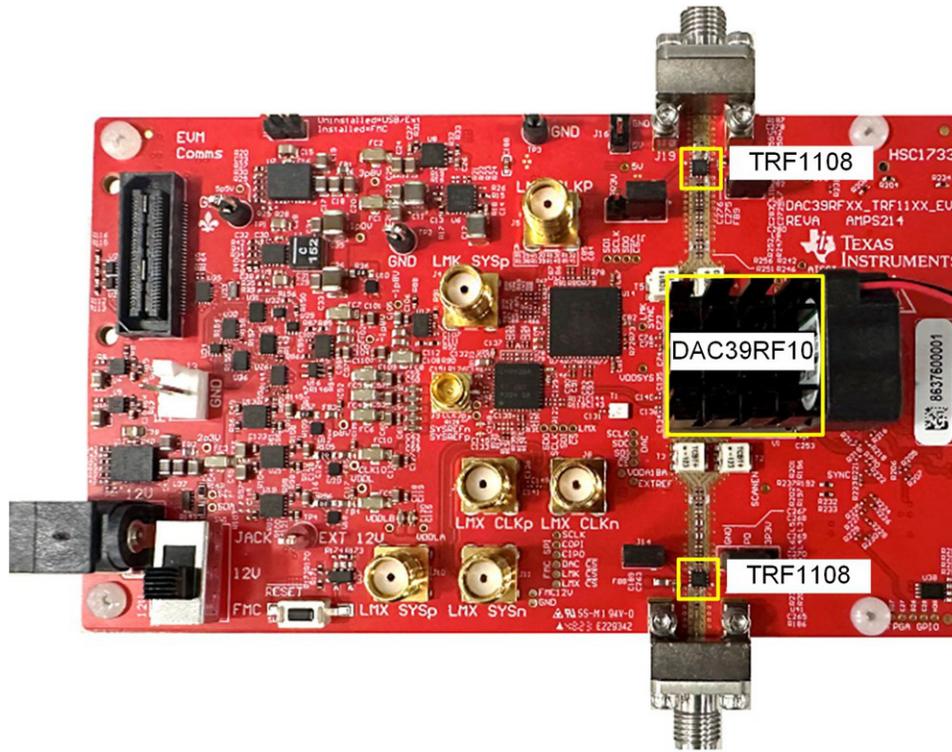


그림 2. TRF1108 DAC39RF10 평가 모듈(TRF1108-DAC39RFEVM)

고밀도 사용 사례 예시

레이더 시스템 설계자는 원하는 범위, 해상도 및 안테나 크기에 따라 작동 주파수를 선택합니다. 넓은 대역폭 범위의 RF DAC와 D2S RF 증폭기가 결합된, RF 전송 신호 체인의 영향을 최소화하면서 여러 주파수 대역 애플리케이션에 하드웨어 설계를 재사용할 수 있습니다.

RF DAC와 D2S RF 증폭기를 결합하면 디지털 빔포밍을 통해 고밀도 위상 배열 레이더 애플리케이션에 다양한 이점을 제공할 수 있습니다. 이러한 애플리케이션에서는 여러 DAC 출력이 수많은 안테나에 연결되고, 각각 상호 상대적인 위상 전환 RF 신호를 전송합니다. 멀티 채널 RF 샘플링 DAC 및 트랜시버는 단일 다이 및 패키지 내에 여러 DAC를 통합합니다. 이러한 통합을 통해 시스템 설계를 간소화하고 하드웨어 크기와 복잡성을 줄일 수 있습니다. 하지만 이러한 멀티 채널 RF DAC가 지원 가능한 가장 높은 밀도를 효율적으로 활용하려면 소형의 고성능 D2S RF 증폭기가 필요합니다.

일치하는 입력 및 출력

전통적으로 RF DAC와 함께 사용되는 광대역 패시브 밸런스는 양호한 입력 및 출력 반환 손실을 유지하는 데 어려움이 있으며, 반환 손실은 입력 및 출력 종단 임피던스에도 민감합니다. 이 감도는 관심 RF 대역 전반에서 임피던스가 다양하여 전송된 신호의 원치 않는 게인 편차를 생성합니다. TRF1108의 차동 입력은 100Ω에 임피던스 정합이 됩니다. TRF1108의 단일 종단 출력은 50Ω에 광대역으로 매칭되어 반환 손실이 개선되고, 넓은 RF 대역폭에서 매우 평평한 통과 대역 응답을 생성합니다(그림 3 참조).

그림 4 TRF1108의 정합 입력 및 출력이 RF DAC와 결합할 때 100MHz~8GHz의 플랫 통과 대역 응답을 만드는 방법이 표시됩니다.

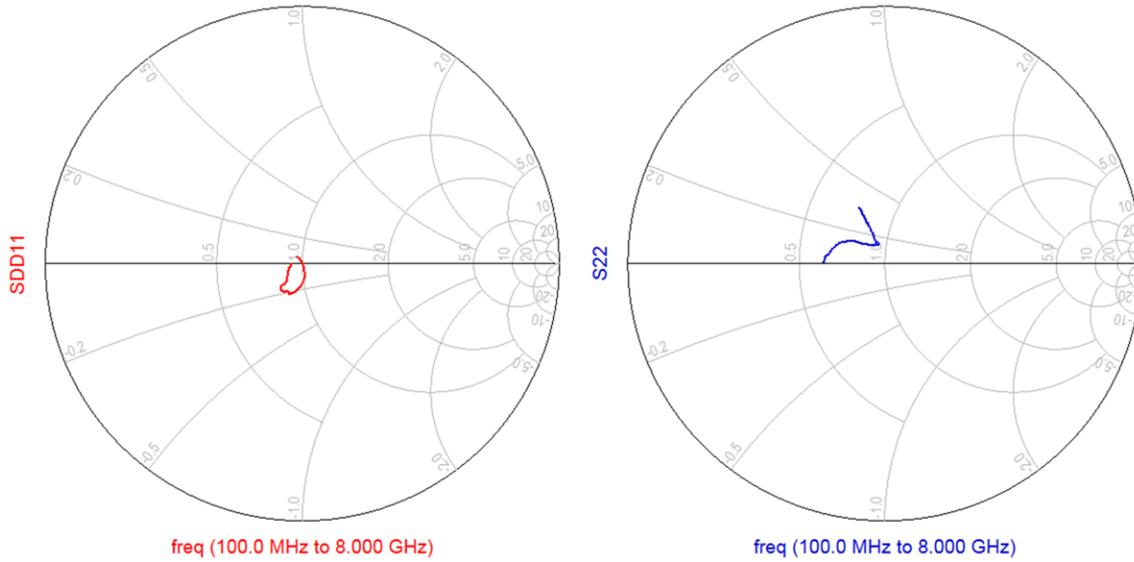


그림 3. 스미스 차트에 TRF1108의 S 매개 변수를 입력하고 출력

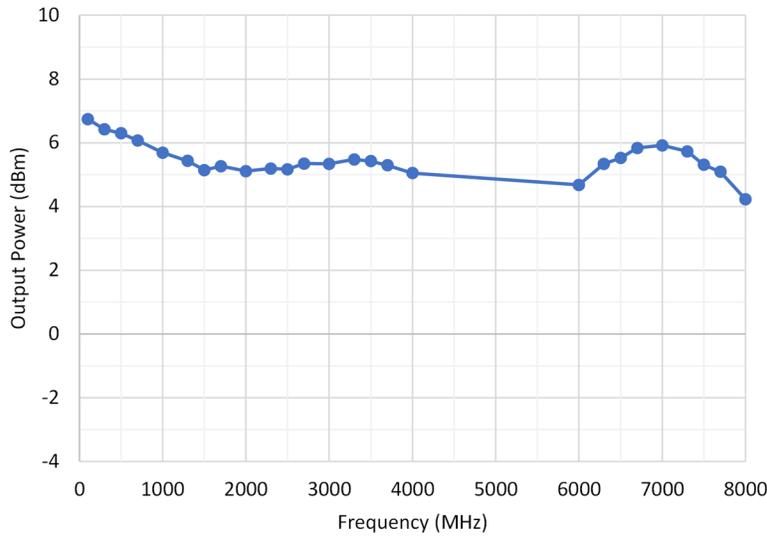


그림 4. 100MHz~8GHz의 TRF1108 DAC39RF10 주파수 응답

성능에 최적화

광대역 패시브 RF 발룬은 RF DAC에서 최대 신호 전력 레벨을 줄이는 높은 삽입 손실을 제공합니다. 패시브 발룬을 따라 삽입 손실을 보상하고 RF 신호의 전력 레벨을 높이기 위해 단일 중단 고성능 RF 게인 블록이 필요합니다. 단일 중단 RF 게인 블록은 일반적으로 2차 비선형성 성능이 저하되며 신호 대역폭이 여러 옥타브에 걸쳐 있는 경우 결과 왜곡을 필터링할 수 없습니다. 또한 광대역 발룬의 부실한 게인과 위상 불균형은 더욱 불균형으로 이어져 RF 신호의 2차 비선형성을 떨어뜨리게 됩니다.

TRF1108 같은 D2S RF 증폭기는 향상된 게인 및 위상 불균형 성능을 구현하는 데 도움이 되는 피드백 기술을 포함합니다. 입력의 차동 특성은 단일 중단 RF 게인 블록에 비해 2차 왜곡을 개선합니다. TRF1108 D2S RF 증폭기는 다중 옥타브 RF 전송 애플리케이션에 향상된 2차 비선형성을 제공합니다.

마무리

RF DAC의 기술 발전으로 레이더, 소프트웨어 정의 무선, RF 테스트 및 측정 장비 분야의 유연한 광대역 RF 애플리케이션을 구현할 수 있게 되었습니다. 여러 RF DAC를 다중 채널 DAC 및 RF 샘플링 트랜시버에 통합하면 전송 신호 체인 설계가 간소화되고 다중 전송 RF 및 위상 어레이 애플리케이션에서 큰 PCB 영역의 필요성이 줄어듭니다.

TRF1108과 같은 D2S RF 증폭기는 DC에서 12GHz까지의 RF 신호 대역폭을 제공합니다. 이는 RF DAC의 넓은 RF 대역폭과 성능을 보완합니다. 단일 칩 D2S RF 증폭기인 TRF1108은 클래식 패시브 발룬과 RF 게인 블록을 개선합니다. 또한 더 작은 PCB 영역, 줄어든 RF 라우팅 길이, 더 나은 매칭, 향상된 성능을 제공합니다. 따라서 더 높은 밀도, 더 나은 성능, 유연한 RF 전송 설계가 가능합니다.

추가 리소스

- D2S RF 증폭기에 대한 자세한 기술 정보는 [Xilinx RFSoc 데이터 컨버터를 사용하는 TRF1208, TRF1108 액티브 발룬 인터페이스](#)를 참조하십시오.
- 아날로그 디자인 학술지의 "[RF DAC의 두 번째 고조파에 발룬의 영향](#)"을 읽어 보십시오.
- TI.com에서 [TRF1108EVM](#)을 주문하고 지금 바로 시작하세요.
- TI의 [RF 및 마이크로파 제품](#)을 확인해 보십시오.

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 침해에 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, 규정 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 [ti.com](https://www.ti.com)에서 확인하거나 이러한 TI 제품과 함께 제공되는 [TI의 판매 약관](#) 또는 기타 해당 약관의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다.

TI는 사용자가 제안했을 수 있는 추가 또는 기타 조건을 반대하거나 거부합니다.

주소: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), 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 will 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](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.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.

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

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated