

Technical Article

AI 데이터 센터가 볼 수 없는 전원 글리치



Shannon Lippincott, 고속 데이터 컨버터 부문 마케팅 매니저

데이터 센터의 전력 모니터링이 AI 작업 부하를 따라가지 못하면 어떻게 될까요?

오늘날 규모가 가장 큰 AI 배포는 수만 개의 GPU(그래픽 처리 장치)에 걸쳐 있을 수 있으며, 엄청난 컴퓨팅 능력을 제공하는 동시에 작동 조건이 초 단위로 변화합니다. 작업 부하가 증가하거나 감소함에 따라, 서버 전력 시스템은 갈수록 동적으로 변하는 수요에 대응해야 합니다. 그 결과 프로세서 전원 레일에서 전압 강하, 오버슈트 및 기타 과도 이벤트가 발생하며, 그 중 대부분은 나노초 단위로 발생할 수 있습니다([그림 1](#) 참조).

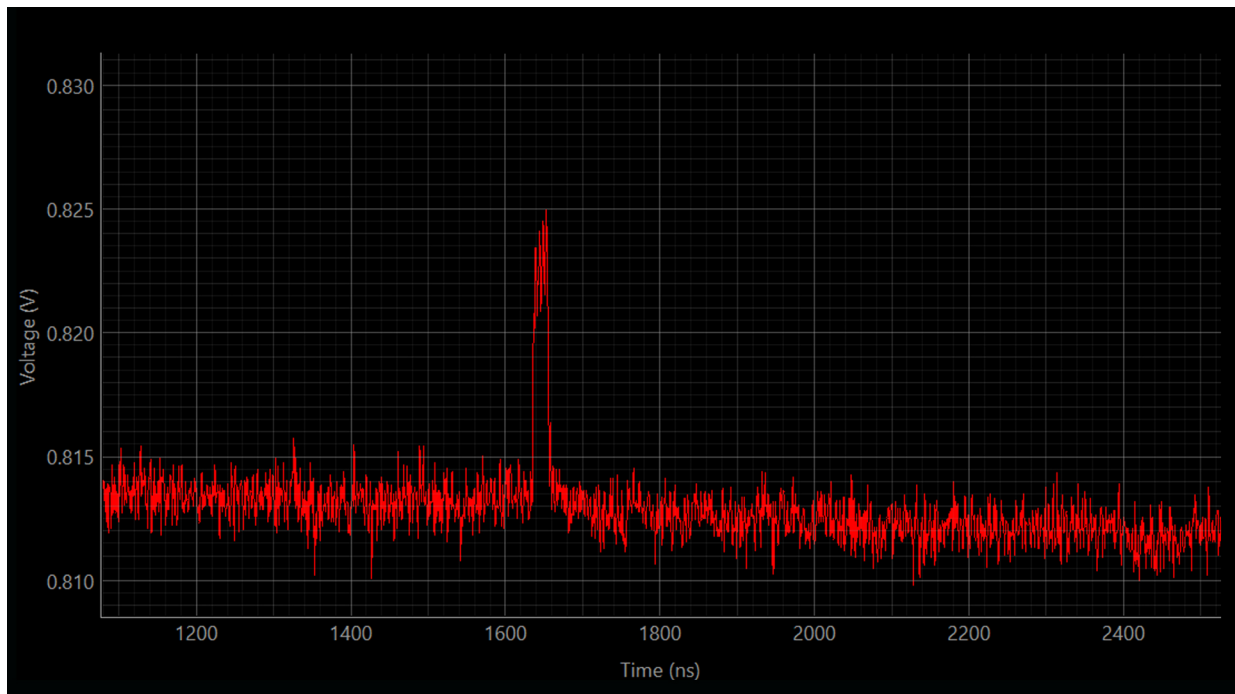


그림 1. 서버 랙에서 발생한 나노초 수준의 과도 이벤트

보이지 않는 전원 이벤트의 영향 증대

엔터프라이즈 서버, 테스트 및 측정 장비, 무선 인프라 및 기타 시스템은 엔지니어들에게 전압, 전류, 전력, 온도 및 전체 시스템 상태에 대한 실시간 정보를 제공하기 위해 오랫동안 원격 측정에 의존해 왔습니다. 그러나 이러한 시스템 중 다수는 지금까지 밀리초(ms) 수준 이상의 간격으로 작동해 왔으며, 이는 현재 프로세서 전원 레일에서 발생하는 과도 이벤트와 이를 관측하기 위한 톨 사이에 여섯 자리 수의 격차가 있음을 의미합니다.

현재 나노초 수준의 원격 측정법이 존재하기는 하지만, 대부분의 이벤트가 복잡한 워크플로 중에 발생하여 큰 비용이 따르는 가동 중단 또는 예기치 않은 가동 중단 시간을 유발할 수 있으며, 기존 원격 측정 시스템에 나타나지 않는 경우도 많습니다.

눈 깜짝할 사이에(약 100밀리초) 서버는 몇 나노초 규모의 전기 이벤트를 경험할 수 있습니다. 이런 전기 이벤트가 감지되지 않은 채 방치되면 리셋, 재테스트, 분류, 성능 저하 및 워크로드 중단을 발생시켜 AI 컴퓨팅 성능과 활용도를 크게 줄일 수 있습니다. 최근 [Uptime Institute](#)는 주요 장애의 57%에서 10만 달러 이상의 비용이 발생했으며, 발생 장애 5건 중 1건은 100만 달러를 초과하는 비용을 발생시켰다고 보고했습니다.

데이터 센터 엔지니어들도 비슷한 이야기를 합니다. 교육 클러스터에서 중요한 실행을 멈추게 하는 간헐적 오류가 발생하지만, 필요할 때 재현할 수 있을 만큼 자주 발생하지는 않는다고 합니다. 기존의 원격 측정 툴에는 전력, 열 및 활용도가 정상으로 보이는 안정적인 동작만 나타나므로, 근원적인 원인을 찾을 수 있는 단서가 전혀 남지 않습니다.

지금까지 고속 탐지 기술은 수천 개의 서버 랙에 배포하기에는 너무 크고 전력 소모가 많으며 비용이 많이 들었습니다. 이 기술이 없으면 기술자가 수동으로 상황을 디버깅해야 하며, 때로는 문제의 원인인 나노초 규모의 과도 현상을 찾아내기 위해 하드웨어, 펌웨어 및 시스템 로그를 검토하는 데 수 시간 또는 수 일이 걸리는 경우도 있습니다.

더 빠른 전력 모니터링이 문제 해결을 개선하는 방법

연속적인 나노초 수준의 모니터링은 "보이지 않는" 이벤트가 발생하는 순간에 이를 포착합니다. 즉각적인 근본 원인 분석 및 예방적 유지보수에 필요한 실행 가능 데이터가 제공되므로, 엔지니어는 조기 경고 신호가 큰 비용이 따르는 시스템 장애로 확대되기 전에 이를 식별할 수 있습니다.

이러한 수준의 세부 정보는 중요하지만, 대용량 데이터를 지속적으로 스트리밍하면 필연적으로 스토리지와 네트워크 대역폭에 과부하가 걸릴 수 밖에 없습니다. 이벤트 기반 원격 측정은 환경을 지속적으로 모니터링하면서 세밀한 고속 과도 이벤트만 보고함으로써 과도한 데이터 부담 없이 이러한 문제를 해결합니다.

TI의 데이터 컨버터 및 클록 부문 부사장인 Karthik Vasanth는 이렇게 말합니다. "기술자들이 찾는 글리치는 건초 더미 속의 바늘과 같습니다. 엔지니어가 바늘의 매개 변수를 프로그래밍하면 침은 건초 더미를 뒤집니다."

하지만 여기에는 더 큰 이점이 있습니다. Vasanth는 이러한 나노초 수준의 이벤트를 모니터링하는 것이 "데이터 센터 신뢰성의 선행 지표 또는 전조"라고 말합니다. 즉, 이러한 수준의 가시성을 확보하면 엔지니어가 장애에 단순히 대응하는 것에 그치지 않고 장애에 한발 앞서 대처할 수 있다는 것입니다.

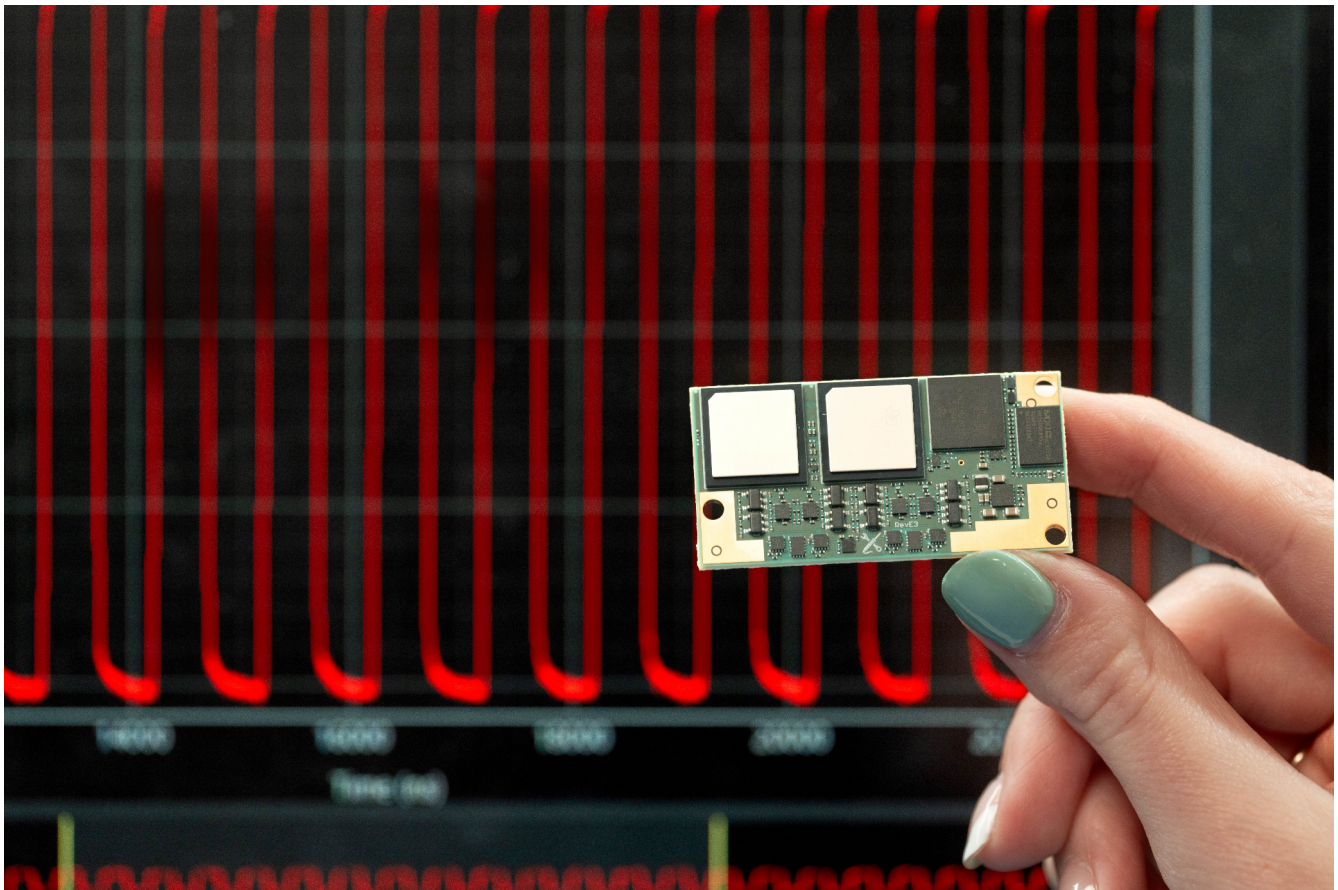


그림 2. TI의 새로운 나노초 수준 기술로 구현되는 이벤트 기반 원격 측정

나노초 단위 전력 이벤트의 실시간 감지

빛은 1나노초 동안에 1피트 가까이 이동합니다. 이는 서버가 단 1밀리초 내에 수천 건의 이벤트를 경험할 수 있을 정도로 빠른 속도입니다. 이러한 속도와 정밀도로 이벤트를 감지하는 것은 일반적으로 데이터 센터 모니터링용으로 구축된 원격 측정 시스템의 역량을 넘어서는 일이었습니다.

3GSPS 성능을 갖춘 TI의 **ADC34DSO75** RF(무선 주파수) 샘플링 ADC(아날로그-디지털 컨버터)는 연중무휴 24시간 나노초 수준의 이벤트 기반 원격 측정을 제공합니다. ADC34DSO75는 첨단 아날로그 설계와 통합 디지털 신호 프로세서를 활용하여 실시간으로 신호를 처리하고 조정하는 동시에 FPGA(필드 프로그래머블 게이트 어레이)의 복잡성과 비용을 줄여줍니다. 68dBFS의 SNR(신호 대 잡음 비율)과 낮은 위상 및 진폭 잡음을 견뎌냈으며, 경쟁 솔루션의 절반에 불과한 전력을 소비합니다.

프로세서가 1.2V 미만에서 작동하기 때문에 전기적 이벤트는 마이크로볼트 또는 밀리볼트 수준으로 나타날 수 있습니다. 이처럼 미세한 이벤트를 식별하려면 타이밍과 전압 분해능이 모두 필요하므로 SNR과 동적 범위가 원시 샘플링 속도만큼 중요해집니다.

ADC34DSO75의 구성 가능한 통합 이벤트 감지 및 캡처를 통해 엔지니어는 특정 요구에 맞게 모니터링을 조정할 수 있습니다. 8진 SPI를 통해 MCU로 저속 스트리밍하므로, 비용이 많이 들고 전력 소모가 많은 FPGA가 필요하지 않으며 전체 아키텍처를 간소화할 수 있습니다.

또한 TI는 ADC34DSO75를 기반으로 구축된 SOM(시스템 온 모듈) 보드(**그림 3**)를 개발했습니다. 이 8채널 보드는 각각 4개의 채널을 처리하는 두 개의 데이터 컨버터를 사용하여 프로세서 내부의 8개 전압을 나노초 분해능으로 측정합니다. 보드는 MCU 및 이벤트 데이터를 저장하는 플래시 메모리가 포함되어 있으므로, 실제로 전원이 끊기더라도 정보가 카드에 그대로 유지되어 나중에 쉽게 가져올 수 있습니다. 설계자는 200Mbps에서 약 10mS만에 전체 온보드 메모리를 오프로드할 수 있으므로, 작업 중단 없이 이벤트 데이터에 빠르게 액세스할 수 있습니다.



그림 3. 프로세서 내부의 8개 전압을 나노초 분해능으로 측정하는 TI의 8채널 SOM

나노초 수준의 이벤트 기반 원격 측정을 제공하는 최초의 솔루션인 1인치 x 2인치 크기의 SOM은 데이터 센터 설계자가 경쟁 솔루션보다 작은 크기, 낮은 전력 및 비용으로 새로운 차원의 시스템 성능을 달성할 수 있게 해줍니다. 원격 이벤트 보고 기능을 사용하면 이벤트 문제를 해결하기 위해 현장에 기술자를 파견하거나 오실로스코프를 연결할 필요가 없으므로, 가동 중단 시간이 최소화되고 물리적 하드웨어 액세스에 따른 보안 위험이 줄어듭니다.

실시간 전력 모니터링의 미래

AI 컴퓨팅 밀도와 전력 수요가 증가함에 따라 연속적인 고분해능 모니터링에 대한 필요성도 데이터 센터를 넘어 확대되고 있습니다. 이러한 수준의 모니터링은 자동 테스트 장비에서 나노초 글리치로 인해 테스트 유효성 검사가 왜곡되고 오류가 발생하는 것을 방지합니다. 무선 인프라, 특히 5G 및 6G 원격 측정 시스템에서는 엔지니어가 신호 품질을 저하시키는 과도 이벤트를 추적할 수 있습니다.

앞으로 나노초 수준의 모니터링과 시스템 인텔리전스를 결합하면 예측형 결함 감지 및 자율 시스템 관리를 구현할 수 있을 것입니다. 신뢰성의 기준은 계속 높아지고 있습니다. 데이터 센터 설계는 차량용 등급의 안정성 표준을 충족할 것을 점점 더 요구받고 있으며, 일부 운영자는 10억분율 수준의 신뢰성을 목표로 하고 있습니다. 전자 장치가 점점 더 복잡해짐에 따라, 안정성 문제를 해결할 수 있는 능력은 전적으로 초정밀 가시성에 달려 있습니다.

추가 리소스

- [ADC34RF72 평가 모듈](#)을 주문하여 시작해 보세요.

작성자 소개

Shannon Lippincott은 텍사스 인스트루먼트의 고속 데이터 컨버터 제품 마케팅 매니저입니다. Shannon은 데이터 센터, 테스트 및 측정, 통신 인프라를 아우르는 애플리케이션을 위한 정밀 아날로그 및 혼합 신호 기술을 시장에 출시할 수 있도록 지원하고 있습니다. Lippincott은 애리조나 주립대학교에서 혼합 신호 회로 설계를 중점으로 전기공학 학사 학위와 공학 석사 학위를 취득했습니다.

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](https://www.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