

Smart Grids: Präzises Timing für robuste Energieinfrastruktur



Der Wintersturm Uri traf im Februar 2021 auf Texas und legte die Stromversorgung von rund 4,5 Mio. Einwohnern lahm. Der Sturm forderte 210 Todesopfer, und die finanziellen Verluste werden auf 80 bis 130 Mrd. US-\$ geschätzt. Zahlreiche Ursachen sorgten für den Stromausfall, u. a. Ausfälle bei Stromerzeugern bis hin zu Störungen bei der Übertragung und Verteilung, darunter ein maximaler Lastabwurf und die niedrigste Netzfrequenz, die es je in diesem Bundesstaat gab.

Uri ist nur ein Beispiel, das die Bedeutung einer widerstandsfähigen Energieinfrastruktur unterstreicht. Da extreme Wetterbedingungen immer häufiger auftreten, ist die Kontinuität der Stromversorgung bei extremen Netzbelastungen wichtiger denn je.

Genauere Abstimmungen sind wichtig

Heutige Stromnetze sind komplex und nutzen einen breiten Mix aus Energiequellen, darunter Gas, Kohle, Kernenergie, Wind und Sonne. Hinzu kommt eine immense Vielfalt an Technologien, die an der Energieerzeugung,

-speicherung, -übertragung und -verteilung beteiligt sind. Diese und die sie durchlaufenden Datensignale müssen genau aufeinander abgestimmt sein. Eine Schwachstelle in der Infrastruktur kann im Ernstfall den Stromzugang für Haushalte und Unternehmen unterbrechen.

Um eine zuverlässige Stromversorgung zu gewährleisten, wird das Stromnetz immer intelligenter (Smart Grid). Hochmoderne Sensoren, Rechenleistung, fortgeschrittenen Kommunikation etc. ermöglichen effizientere und widerstandsfähigere Stromnetze. In diesem Beitrag geht es darum, wie Timing/Takt-ICs als kritische Komponenten eines intelligenten Energienetzes dafür sorgen, dass Strom fließt.

Warum das derzeitige Stromnetz anfällig ist

Das Stromnetz ist aufgrund der veralteten Infrastruktur, des zentralisierten Aufbaus und der Unfähigkeit, den modernen Energiebedarf zu decken, anfällig. Viele Komponenten, die vor Jahrzehnten gebaut wurden, sind veraltet und störanfällig.

Eine zentralisierte Struktur führt zu einzelnen Ausfallpunkten, an denen Probleme an wichtigen Knotenpunkten zu großflächigen Ausfällen führen können. Externe Einflüsse wie extreme Wetterbedingungen und Cyberangriffe auf veraltete Systeme erhöhen die Anfälligkeit. Zudem hat das Netz Schwierigkeiten, erneuerbare Energiequellen wie Solar- und Windenergie zu integrieren, was seine Unfähigkeit unterstreicht, sich an den modernen Energiebedarf anzupassen.

Die Nachfrage beeinflusst die Belastbarkeit eines Stromnetzes. Die Betreiber müssen die Netzfrequenz innerhalb einer engen Toleranz halten (z. B. $\pm 0,05$ Hz bei 60 Hz in Nordamerika bzw. 50 Hz in Europa). Das Electrical Reliability Council of Texas (ERCOT), die Organisation, die das texanische Stromnetz verwaltet, warnt davor, dass eine längere Frequenzabweichung Wechselstromverbindungen unterbrechen und Geräte beschädigen kann. Tatsächlich führt eine hohe Nachfrage, die das Angebot übersteigt, zu Frequenzeinbrüchen, die Kraftwerksabschaltungen oder Stromausfälle erzwingen, während

Autor:
Rich Kapusta
Vice President
Segment Marketing
SiTime
www.sitime.com

eine niedrige Nachfrage bei hohem Angebot die Frequenz ansteigen lässt und Versorgungskürzungen/-unterbrechungen erforderlich macht. Aufgrund dieser Schwachstellen ist das Netz für eine stärker elektrifizierte Zukunft schlecht gerüstet.

Im Fall von Uri war die Stromnachfrage aufgrund der eisigen Temperaturen erhöht. Die Frequenz des Netzes lag am 15. Februar 2021 vier Minuten und 23 Sekunden lang unter 59,4 Hz. „Das gesamte System stand kurz vor dem Zusammenbruch, was eine Neukonfiguration erfordert hätte, die Tage, wenn nicht Wochen (oder sogar Monate) gedauert hätte. Eine Neukonfiguration würde einen schrittweisen Prozess erfordern, bei dem einzelne Kraftwerke gestartet und das Netz dann schrittweise wieder aufgebaut werden müsste“, heißt es in der Studie „Cascading Risks: Understanding the 2021 Winter Blackout in Texas“ in Energy Research & Social Science.

Was ist ein Smart Grid?

Ein intelligentes Versorgungsnetz (Smart Grid) ist ein fortgeschrittenes Energienetz, das moderne Kommunikations- und Automatisierungstechnik integriert, um die Erzeugung, Verteilung und den Verbrauch von Strom zu optimieren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Netzen ermöglicht es eine 2-Wege-Kommunikation

zwischen Energieversorgern und -verbrauchern, was die Überwachung in Echtzeit, Bedarfs-Management und Fehlererkennung ermöglicht. Smart Grids unterstützen die Integration erneuerbarer Energien wie Sonnen- und Windenergie, fördern die Nachhaltigkeit und verringern die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Außerdem verbessern sie die Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und Widerstandsfähigkeit, indem sie Ausfälle oder Ungleichgewichte schnell erkennen und beheben. Durch den Einsatz von Sensoren, Datenanalyse und Steuerungssystemen schaffen Smart Grids eine anpassungsfähigere und intelligentere Energieinfrastruktur, die auf den sich wandelnden Energiebedarf zugeschnitten ist.

Wie Timing-ICs intelligente Netze unterstützen

Timing/Takt-ICs sind in einem Smart Grid von entscheidender Bedeutung, da sie eine präzise Synchronisierung für die Kommunikation, Datenverarbeitung und Steuerung im gesamten Netz ermöglichen. Präzises Timing stellt sicher, dass sich verteilte (dezentrale) Energieressourcen wie Systeme für erneuerbare Energien und Energiespeicher nahtlos in den Netzbetrieb integrieren und koordinieren lassen. Es ermöglicht Echtzeitüberwachung, Fehlererkennung

und Lastausgleich, was für das Aufrechterhalten der Netzstabilität und -effizienz unerlässlich ist. Darüber hinaus unterstützen Timing-ICs die sichere und zuverlässige Kommunikation zwischen elektronischen Geräten, verringern die Latenzzeit und minimieren Fehler im kritischen Netzbetrieb, was sie zu einer grundlegenden Komponente der Smart-Grid-Infrastruktur macht.

SiTime bietet Präzisions-Timing-ICs für Anwendungen in Stromversorgungsnetzen: Super-TCXOs unterstützen die präzise Synchronisation der Datenübertragung, Frequenzstabilität sowie Fehlererkennung und -behebung.

Timing-/Takt-ICs sind unerlässlich für:

- **Netzdaten-Synchronisation:** präzise Synchronisation der Datenübertragung im gesamten Netz ermöglicht eine nahtlose Koordination zwischen Energieerzeugung, -verteilung und -verbrauch
- **Frequenzstabilität:** Eine präzise Netzfrequenz (50/60 Hz) gewährleistet Stabilität auch bei Schwankungen von Energieangebot und -nachfrage.
- **Fehlererkennung und -reaktion:** Präzises Timing ist entscheidend, um Störungen innerhalb von Millisekunden zu erkennen und darauf

zu reagieren. Dies verhindert, dass sich Ausfälle aus das gesamte Netz ausbreiten.

- **Integration erneuerbarer Energien:** Timing-ICs helfen bei der Steuerung schwankender Leistung von Solar- und Windenergie durch die Synchronisierung von Stromspeichersystemen und Netzbetrieb.
- **Datenkommunikation in Echtzeit:** Präzises Timing unterstützt die Überwachung und Steuerung in Echtzeit, so dass Versorgungsunternehmen schnelle und fundierte Entscheidungen treffen können.
- **Energieeffizienz:** Timing-ICs ermöglichen einen effizienten Lastausgleich, indem sie die Energielieferung an den Echtzeitbedarf anpassen, Verschwendung reduzieren und die Gesamtleistung des Netzes verbessern.
- **Energiespeicherung:** Timing-ICs ermöglichen eine präzise Synchronisation und Kommunikation in Energiespeichersystemen, was die Leistungsfähigkeit, Effizienz und Integration in das Stromnetz optimiert.
- **Cybersicherheit:** Timing-ICs sind für die Sicherung von Kommunikationsprotokollen und Datenintegrität in Smart Grids unerlässlich. ◀



AUSSERGEWÖHNLICH. ENGAGIERT!

JETZT SCHÜTZEN:
WWF.DE/PROTECTOR

WERDEN SIE »GLOBAL 200 PROTECTOR« UND BEWAHREN SIE DIE ARTENVIELFALT UNSERER ERDE.

Von den Regenwäldern Afrikas über die Arktis bis zu unserem Wattenmeer – die „Global 200 Regionen“ bergen die biologisch wertvollsten Lebensräume der Erde. Helfen Sie dabei, sie zu erhalten!

WWF Deutschland | Niloufar Ashour | Reinhardtstraße 18 | 10117 Berlin
Telefon: 030 311 777-732 | E-Mail: info@wwf.de

