

BATTERIE-SPEICHERSYSTEME

Geräte- und Systemschutz

Maßnahmen zur Reduzierung von
EM-Störungen und Schutz vor Überspannung
für CAN-Netzwerkkomponenten

Überspannungsschutz für Kommunikationsschnittstellen und Maßnahmen zur Reduzierung von EM-Störungen

DATENKOMMUNIKATIONS-LÖSUNGEN FÜR BATTERIE-SPEICHERSYSTEME

Batterie-Speichersystemen vereinen empfindliche, Feldbus-vernetzte Steuerungen und Hochspannungs-/Starkstrom-Komponenten auf engstem Raum. Die Systeme sind häufig im freien Feld und somit auch äußeren Einflüssen (Blitzschlag) ausgesetzt oder in direkter Nähe zu anderen EM-Störquellen positioniert. Umwelt- und interne EM-Einflüsse sollten bei der Planung der oftmals CAN-basierten Vernetzung der Komponenten von vorneherein berücksichtigt werden, um eine störungssichere Kommunikation zu gewährleisten und Komponenten vor Beschädigungen zu schützen. In diesem Whitepaper werden Vernetzungs-Strategien aufgezeigt, die unter Berücksichtigung der erschwerten Rahmenbedingungen eine sichere und zuverlässige CAN-Kommunikation ermöglichen.

PASSIVER KOMMUNIKATIONS- UND KOMPONENTENSCHUTZ

Bei der Verdrahtung CAN-basierter Komponenten in Batterie-Speichersystemen können bereits mit einfachen Maßnahmen EM-Störungen minimiert werden. Wichtige Grundregeln sind hierbei:

Leitungslängen optimieren

CAN verfügt über eine Linien/Bus-Topologie. Alle Teilnehmer werden parallel an den CAN-Bus angeschlossen. Der CAN-Bus als solches ist hierbei linienförmig und muss (!) an beiden Enden mit einem Abschlusswiderstand terminiert werden (120 Ohm). Stichleitungen sind nicht vorgesehen und müssen, wenn erforderlich, mittels aktiver Komponenten (z.B. Repeatern) realisiert werden. Bereits eine geschickte Leitungsführung kann die Buslänge entscheidend minimieren und somit indirekt EM-Einflüsse reduzieren.

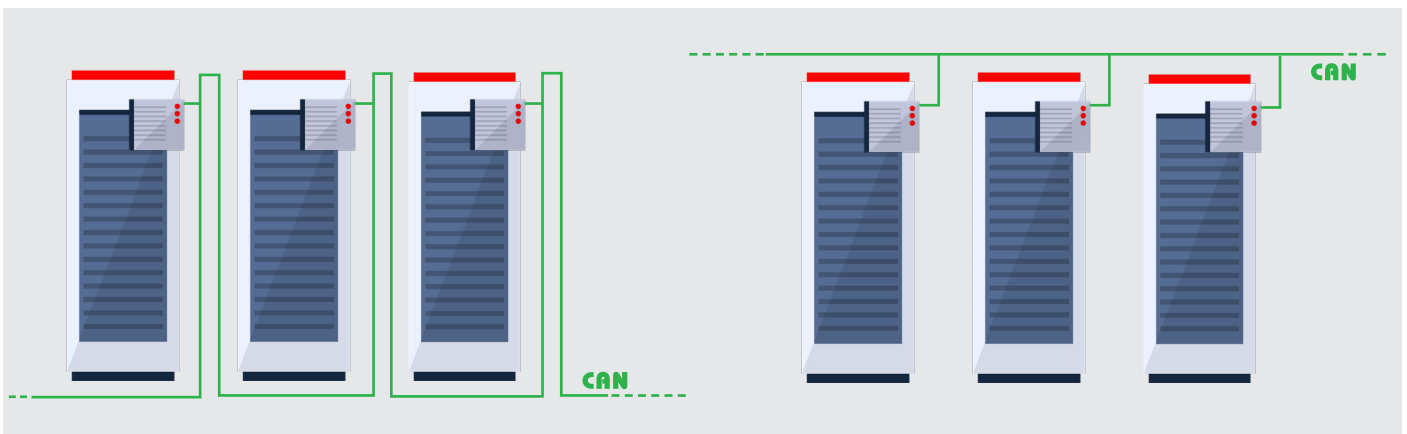


Bild 1: Nicht optimierte Leitungsführung

Bild 2: Optimierte Leitungsführung und daraus resultierende Leitungseinsparung

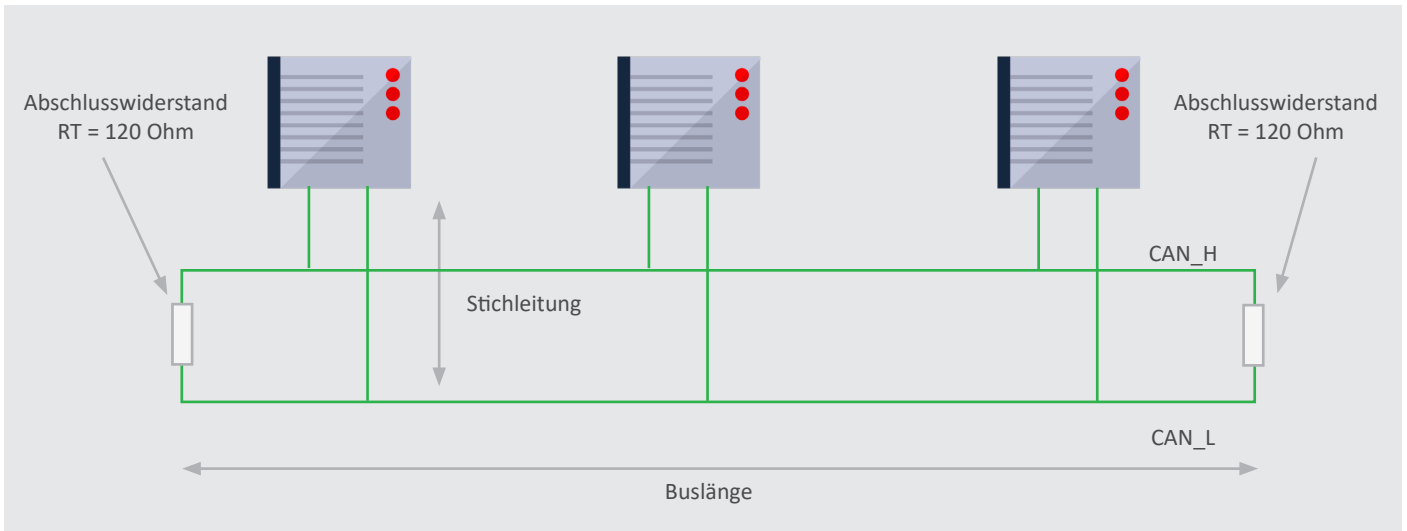


Bild 3: Bustopologie eines CAN Netzwerkes entsprechend ISO 11898-2

Leitungsführung, Leitungsart und Erdung

Bei der Leitungsführung ist, wenn möglich, auf eine getrennte Verlegung von stark stromführenden, geschalteten Leitungen und den Leitungen für die Datenkommunikation zu achten. CAN gilt als sehr robust, es sollte jedoch, auch um Probleme mit der Signalqualität im Vorfeld auszuschließen, auf den Einsatz einer geeigneten Leitung geachtet werden. Angaben zur optimalen Leitung finden sich in der ISO-11898. ISO 11898-2 spezifiziert als Busmedium eine an beiden Enden mit dem spezifischen Wellenwiderstand der Leitung abgeschlossene Zweidrahtleitung. Die folgenden elektrischen Daten sind für die Zweidrahtleitung spezifiziert:

- Maximale Leitungslänge bei 1 Mbit/s 40 m
- Maximale Länge eines Leitungsabzweigs bei 1 Mbit/s 30 cm
- Charakteristische Leitungsimpedanz 120 Ohm
- Spezifischer Leitungswiderstand (nominell) 70 mOhm/m
- Spezifische Signalverzögerung (nominell) 5 ns/m

Um Signalreflexionen zu vermeiden ist die Topologie möglichst als Linienstruktur auszuführen. In einer Standard-CAN-Leitung wird durch Verdrillung der Zweidrahtleitung eine elektromagnetisch eingekoppelte Störstrahlungen kompensiert und somit die Störnempfindlichkeit erhöht.

Durch Abschluss der Busleitung an beiden Leitungsenden mit dem Wellenwiderstand der Busleitung und durch Vermeidung von Stichleitungen werden Reflexionen an den Leitungsenden vermieden.

Bild 4 zeigt ein, mit den Reflexionen am Leitungsende überlagertes Signal an einem nicht abgeschlossenen Bus, Bild 5 den Signalverlauf bei Abschluss derselben Leitung an beiden Enden mit dem Wellenwiderstand der Leitung (120 Ohm).

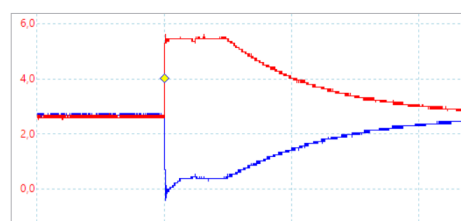


Bild 4: Busleitung nicht abgeschlossen

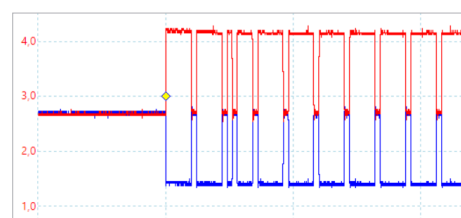


Bild 5: Busleitung an beiden Enden mit dem Wellenwiderstand der Leitung abgeschlossen

Um EM-Einflüsse von außen weiter zu reduzieren empfiehlt sich der Einsatz von geschirmten Leitungen. Hierbei ist darauf zu achten, dass nur ein Ende des Schildes geerdet wird – um sogenannte Ground-Loops zu vermeiden. Ferner wird der Einsatz von dreiadrigen Leitungen empfohlen, bei denen neben den gedrillten Leitungen für CAN_H und CAN_L auch CAN_GND verbunden werden kann. Die Erfahrung zeigt, dass besonders bei Systemen mit galvanisch isolierten CAN-Knoten, die Zuverlässigkeit durch Nutzung der CAN_GND-Leitung erhöht werden kann.

Baudrate und Leitungslänge

In Tabelle 1 ist der Zusammenhang zwischen zulässiger Bitrate und maximaler Buslänge für einige Bitraten zusammengestellt, unter Annahme von gängigen Rahmenbedingungen.

Baudrate (kBit/s)	Maximale Buslänge (m)
500	110
250	280
125	620
100	790
50	1640

Für Leitungslängen von mehr als 100 m lässt sich als Faustregel für das maximale Produkt aus Bitrate und Leitungslänge angeben:

$$\text{Bitrate}_{\max} \left[\frac{\text{MBit}}{\text{s}} \right] \cdot L_{\max} [\text{m}] \leq 60$$

Der Einfluss der Bitrate auf die Leitungslänge hängt mit der Art der Arbitrierung und den Signalübertragungsmechanismen zusammen, die das Vorhandensein eines definierten, gleichen Signalpegels bei allen Teilnehmern zu einem definierten Bit-Zeitpunkt erfordert.

Induktive/Kapazitive Einflüsse auf das Signal oder auch Signalreflexionen durch eine unsachgemäße Terminierung oder Stichleitungen können die Bitflanken verändern und somit zu einer Verschlech-

terung der Zustandserkennung führen, was zum Verwerfen von Nachrichten durch Error-Frames führt und letztlich die zuverlässige Datenübertragung massiv beeinflussen kann.

SIGNALVERBESSERUNG DURCH CAN-REPEATER

Trotz sorgfältiger Verdrahtung und bestmöglichem Leitungsmaterial lassen sich Signalstörungen auf den Leitungen oftmals nicht vollständig verhindern. Hier können CAN-Repeater Abhilfe schaffen, indem sie den Signalpegel auffrischen.

Ein Repeater stellt eine physikalische Kopplung zwischen zwei gleichen Bussystemen bereit. Über einen Repeater werden Signale regeneriert und in das jeweilige andere Segment transparent weitergegeben. Ein Repeater teilt somit einen Bus in zwei physikalisch voneinander unabhängige Segmente, was auch die Realisierung von längeren Stichleitungen ermöglicht.

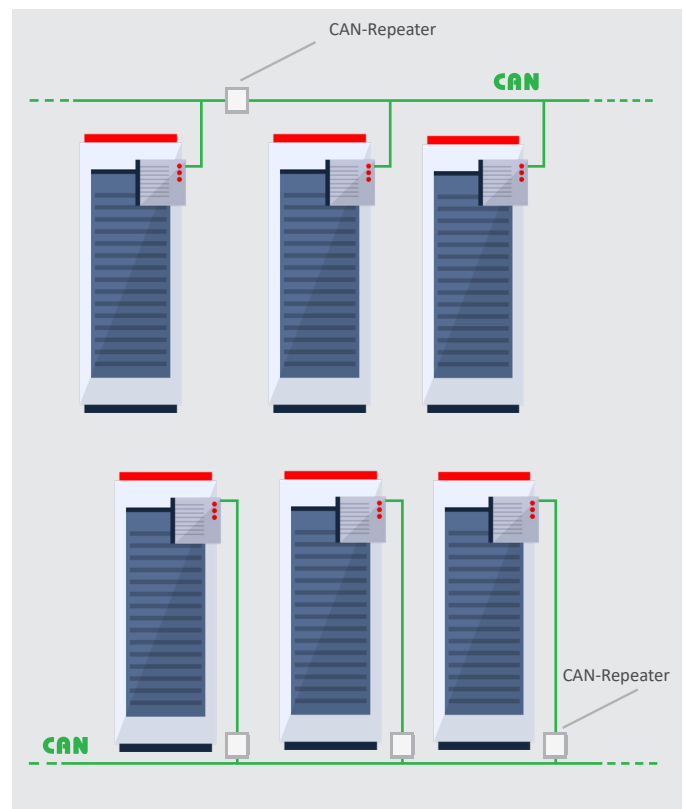


Bild 6:
Systemaufbau und Einsatzstelle des Repeaters zur Signalauffrischung und zur Ermöglichung von längeren Stichleitungen

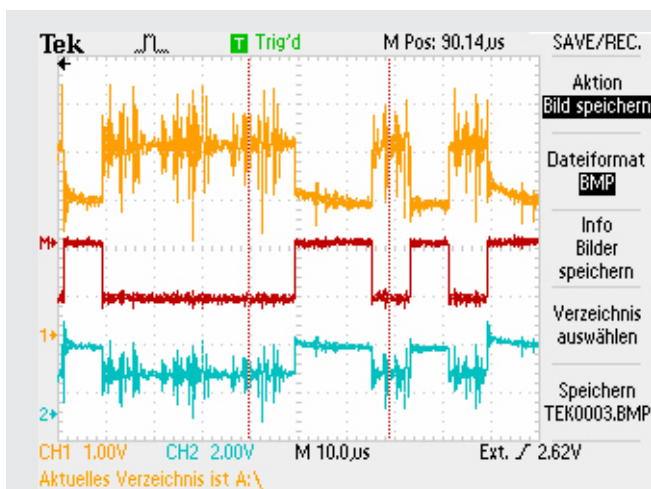


Bild 7: CAN-Bussystem mit Störungen im Signalpegel

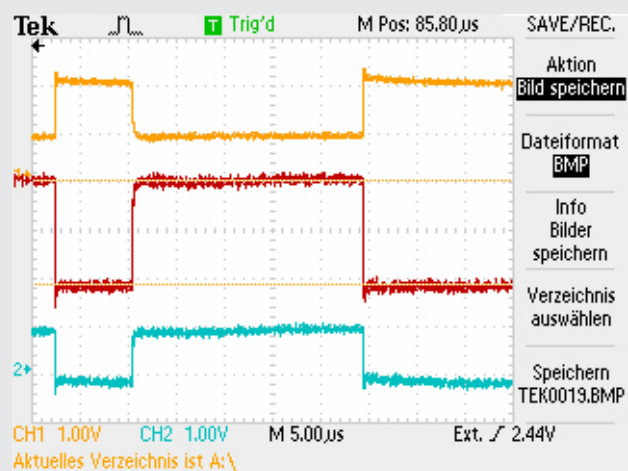
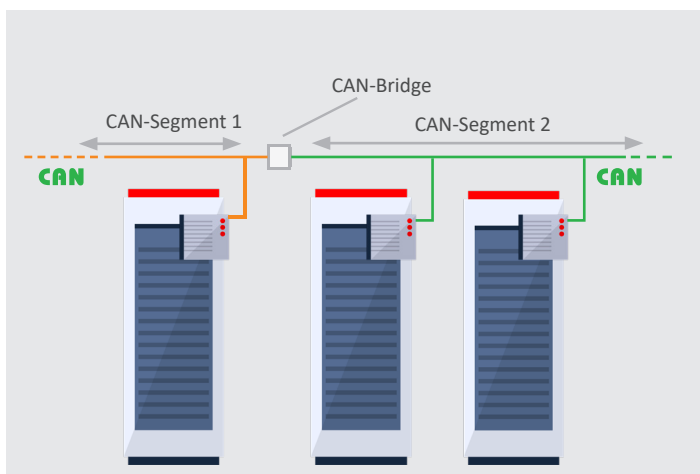


Bild 8: Signalpegel des gleichen Systems nach Einsatz eines Repeaters.

Beim Einsatz eines Repeaters ist jedoch zu beachten, dass dieser signaltechnisch gesehen einer Leitung mit einer Länge von ca. 35 Metern (ca. 175 ns Signallaufzeit) entspricht. Systeme, bei denen aufgrund der hohen Ausdehnung bereits Übertragungsprobleme bestehen, würden durch Einsatz eines Repeaters nicht von diesem profitieren.

Jedoch ermöglicht der Einsatz eines Repeaters die Realisierung von Baum- und Stern-Topologien*, was bei geschicktem Einsatz zu einer maßgeblichen Verringerung der Busausdehnung führt und somit indirekt und auch direkt signaltechnische Probleme löst.



SIGNALVERBESSERUNG DURCH CAN-BRIDGES

Im Gegensatz zum Repeater, funktioniert die Bridge nach dem Store-(Modify)-Forward-Prinzip. Dies bedeutet, dass die Bridge die CAN-Frames an einem Interface einliest, verarbeitet und am anderen Ende ausgibt. Die Bridge trennt somit ein CAN-Netzwerk in zwei unabhängige Segmente.

Neben der vollständigen Signalauffrischung ermöglicht die Bridge somit auch die Unterteilung von CAN-Netzwerken in kleinere Untersegmente. Hierbei führt die Verkleinerung der Busausdehnung, also die Aufteilung in Teilsegmente, oftmals schon zu einer erheblichen Verbesserung der Signalqualität. Die zwischen den Segmenten übertragenen Signale werden durch die Bridge optimal aufgearbeitet.

Bild 9: Systemaufbau und Einsatzstelle der Bridge zur Netzwerksegmentierung und zur Signalauffrischung

* Das Thema der Bustopologien und der Vernetzung wird in einem weiterführenden Whitepaper behandelt

Durch den Einsatz von CANbridges kann die CAN-Systemausdehnung erhöht werden und es können Baum- und Stern-Topologien zur Vereinfachung der Verdrahtung genutzt werden. Die Möglichkeit der Nachrichtenfilterung und-modifizierung bietet darüber hinaus weitere Möglichkeiten der Netzwerkoptimierung.*

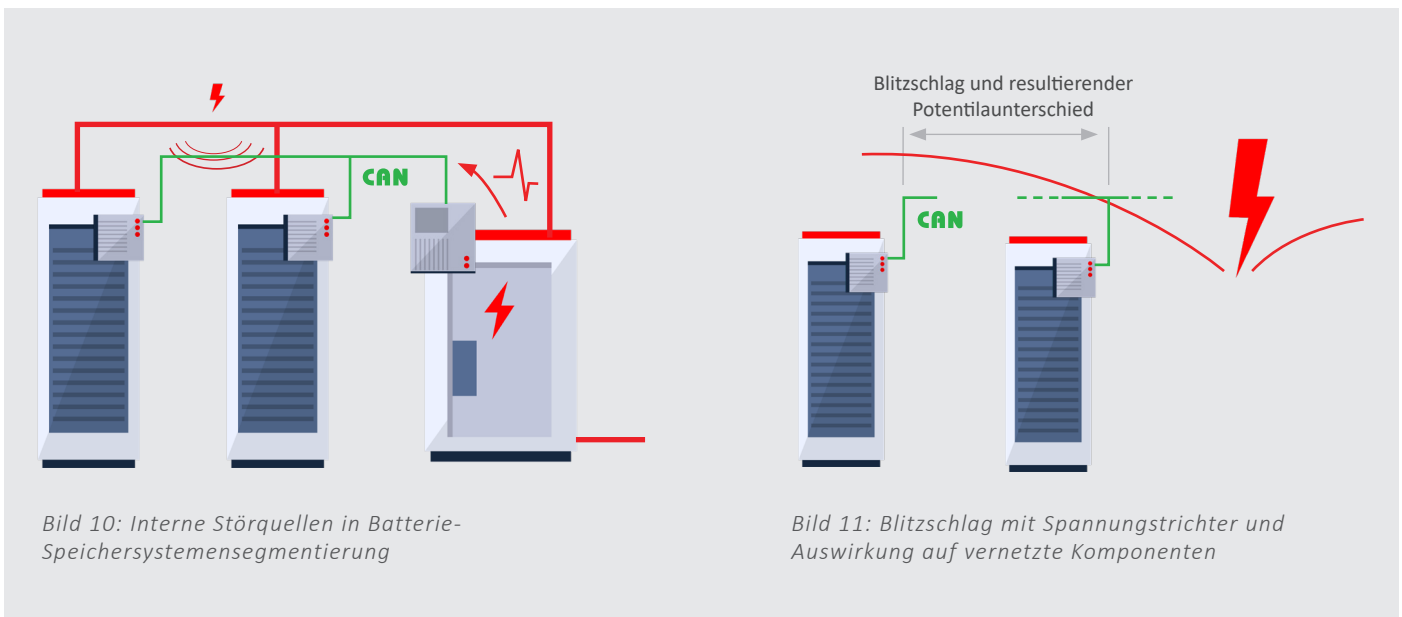
GALVANISCHER SCHUTZ VON NETZWERKSEGMENTEN UND KOMPONENTEN

Spannungsspitzen, die ihren Ursprung sowohl innerhalb als auch außerhalb von Batterie-Speichersystemen haben können, sind in der Lage elektronische Komponenten zu stören oder gar zu zerstören. Die Schaltung von hohen Spannungen und Strömen, z.B. im Bereich von AC/DC-Konvertern, kann zum Auftreten von Spannungsspitzen führen, welche über die Feldbus-Netzwerke direkt auf die einzelnen Komponenten einwirken können. Auch externe Ereignisse, wie z.B. Blitzschlag und dadurch verursachte Spannungstrichter, können zu hohen Potentialunterschieden zwischen den vernetzten Teilnehmern führen.

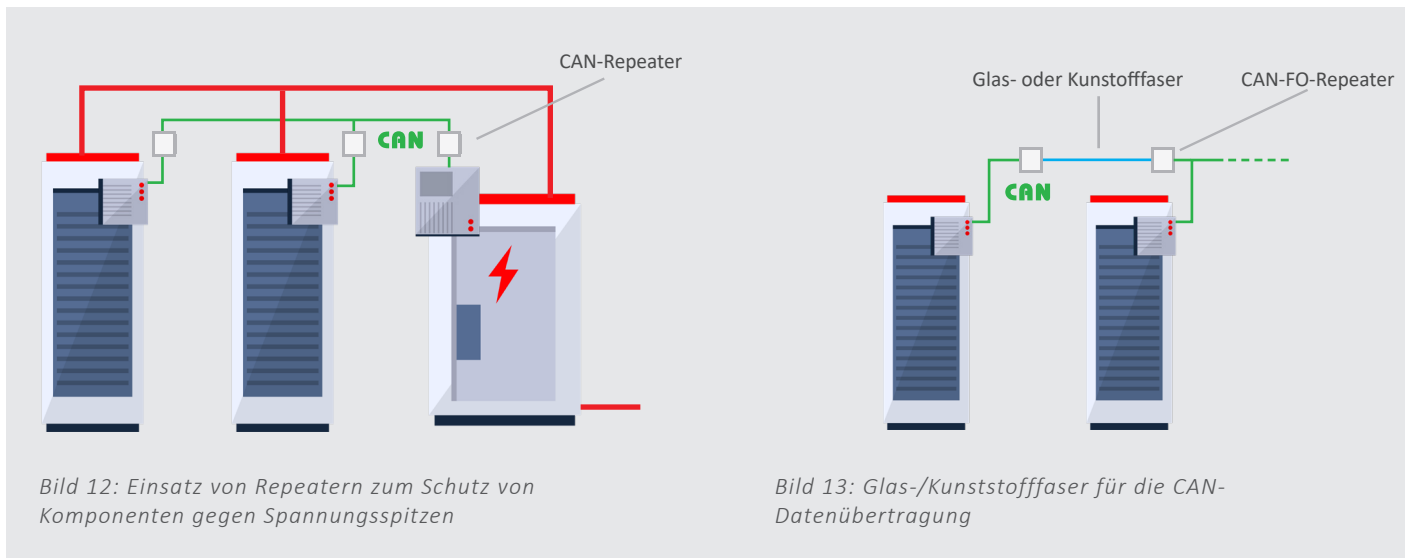
Zum Schutz der vernetzten Komponenten empfiehlt sich eine galvanische Trennung zum Bussystem. Oftmals bieten Komponentenhersteller CAN-Schnittstellen bereits mit einer optionalen galvanischen Trennung an, ist diese aber nicht vorhanden oder reicht der vorhandene Schutz in puncto Spannungshöhe nicht aus, so können galvanisch entkoppelte Repeater oder Bridges den Schutz der Komponenten herstellen.

Gängige Repeater/Bridges bieten einen galvanischen Schutz zwischen 1 kV und 4 kV und leisten somit, neben der Signalverbesserung, einen wesentlichen Beitrag zum Schutz der elektronischen Komponenten.

Höhere Schutzspannungen, wie sie eventuell bei größeren Systemausdehnungen erforderlich sind, können durch den Einsatz von Glas- oder Kunststofffasern für die CAN-Datenübertragung auf einfache Weise erreicht werden. Hier bieten sich spezielle FO-Repeater an, mit denen von Kupfer auf Fiber-Optic (und umgekehrt) konvertiert werden kann.



* Das Thema der Bustopologien und der Vernetzung wird in einem weiterführenden Whitepaper behandelt



Zusammenfassung

- Achten Sie auf optimale Verdrahtungswege und verlegen Sie Datenleitungen wenn möglich getrennt von anderen Leitungen.
- Verwenden Sie möglichst Standard-CAN-Leitungen die geschirmt und verdreht sind.
- Achten Sie auf eine „saubere“ Bus-Topologie, an beiden Enden terminiert und mit möglichst kurzen Stichleitungen.
- Nutzen Sie Repeater um Komponenten galvanisch zu schützen und EM-Störungen durch eine CAN-Bus-Segmentierung zu minimieren.
- Nutzen Sie Bridges um CAN-Netzwerke zu unterteilen, dies erhöht die maximale Systemausdehnung und minimiert EM-Störungen.

CAN-Repeater und -Bridges von HMS für den Einsatz im Bereich der Batterie-Speichersysteme



CAN-REPEATER CAN-CR120/HV

- Schutz der Segmente bis zu 3 kV
- Erhöhung der Systemzuverlässigkeit
- Sehr geringer Einfluss auf das Echtzeitverhalten des Systems
- CAN- und CAN-FD-Schnittstellen in einem Gerät
- Kosteneinsparung durch einfachere Verdrahtung

GLASFASER-CAN-REPEATER CAN-CR110/FO

- Signalübertragung in Umgebungen mit hohen EM-Einwirkungen
- Hohe galvanische Trennung
- Erhöhung der Systemzuverlässigkeit
- Sehr geringer Einfluss auf das Echtzeitverhalten des Systems
- CAN- und CAN-FD-Schnittstellen in einem Gerät

CAN-BRIDGE CANbridge NT 420

- Bis zu vier CAN-Kanäle (zwei CAN-FD) in einem Gerät für die einfache Kopplung von Segmenten
- Erhöhung der Systemausdehnung
- Höhere Systemzuverlässigkeit
- Kosteneinsparungen durch einfache Verdrahtung
- Schutz der Segmente durch galvanische Isolation
- Leistungsstarke Filter-, ID-Übersetzung-, Mapping- und Multiplex-Funktionalität



weitere Produkte finden Sie unter www.ixxat.de