

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme



Vorwort

Heute stehen Energieeffizienz und Kosteneinsparungen ganz oben auf der Prioritätenliste von USV-Anwendern – ganz gleich, um welchen Einsatzzweck es sich handelt. Die effiziente Energienutzung spielt jedoch besonders bei Rechenzentren eine große Rolle, sowohl unter dem Aspekt der Umweltfreundlichkeit als auch dem der Kosten. Folglich benötigen Betreiber von Rechenzentren Lösungen, die optimale Leistung und Zuverlässigkeit in sich vereinen, um so auf der einen Seite die gewünschten Energie- und Kosteneinsparungen zu erzielen und auf der anderen Seite die unterbrechungsfreie Versorgung sicherzustellen, die sie für ihre betriebskritischen Anwendungen bereitstellen müssen. Umgekehrt sollen die USV-Systeme bei minimalen Kosten eine optimale Stromversorgungsqualität erbringen und dabei eine Redundanzstufe bereitstellen, die den reibungslosen Betrieb sicherstellt.

Dazu werden heute immer häufiger modulare Konzepte für leistungsstarke USV-Systeme verwendet. Zudem stehen modulare Lösungen im Einklang mit dem EU-Verhaltenskodex (Code-of-Conduct) zur Anwendung von „Best Practice-Strategien“ in Rechenzentren. Dieser Kodex stellt die Vorteile heraus, die der Einsatz modularer Konzepte für energieeffiziente USV-Systeme mit sich bringt.

Masterguard ist als eines der führenden USV-Unternehmen dafür bekannt, die Marktanforderungen früh zu erkennen und Lösungen mit richtungsweisender Technologie zu entwickeln. Vor diesem Hintergrund wurde Trinergy entwickelt: eine intelligente modulare USV-Lösung, die höchsten Standards in Bezug auf Leistung, Wartungsfreundlichkeit, Flexibilität und Skalierbarkeit entspricht und dabei maximale Energiesparmöglichkeiten bietet. Darüber hinaus erfüllt Trinergy hinsichtlich Modularität alle Anforderungen des zuvor erwähnten EU-Verhaltenskodex zur Anwendung von „Best Practice-Strategien“ in Rechenzentren.

Trinergy ist aber nicht vergleichbar mit den üblichen modularen Lösungen, die bislang in der USV-Branche angeboten werden. Die Designmerkmale der modularen Architektur von Trinergy sind herausragend und werden später im Einzelnen vorgestellt. Zunächst soll erläutert werden, welches Modularitätskonzept den Innovationssprung der Trinergy begründet.

EU-Verhaltenskodex: „Best Practise“-USV-Konzepte bei der Energieeffizienz in Rechenzentren

„ Die Bereitstellung überschüssiger Leistungskapazitäten... in Rechenzentren führt zu beträchtlichen Zusatzkosten und ist überdies unnötig. Effizienter ist es, ein Rechenzentrum für die modulare (skalierbare) Erweiterung auszulegen und seine Kapazitäten entsprechend einem bedarfsorientierten Ausbauprogramm anzupassen.“

Der EU-Verhaltenskodex empfiehlt

„ ...modulare (skalierbare) USV-Systeme für eine breite Palette von Stromversorgungsfunktionen. Die eigentliche Installation, die Transformatoren und die Verkabelung werden entsprechend der elektrischen Last der geplanten Anlage ausgeführt, aber die „...USVen...“ werden nach Bedarf als Module installiert. Dadurch werden sowohl die Investitionskosten als auch die fixen Gemeinkosten des Systems deutlich gesenkt.“

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme

Beim modularen Aufbau einer USV wird/werden das System/die Komponenten in kleinere Einheiten – die Module – unterteilt. Diese Module wirken als Gesamtsystem zusammen. Je nach Konzept des Herstellers können die USV-Module auch als Leistungs- und/oder Batteriemodulen kombiniert werden. Im Hinblick auf die USV vermeidet die aus einer Gruppe von parallel arbeitenden Modulen bestehende Konfiguration das Auftreten eines sogenannten „Single-point-

of-failure“, also einer zentralen Fehlerstelle, und minimiert so denkbare Ausfallzeiten.

Das grundlegende Konzept der Modularität wird in unterschiedlicher Ausprägung bereits seit geraumer Zeit in den Masterguard USV-Systemen umgesetzt. Im folgenden werden die unterschiedlichen Möglichkeiten kurz beschrieben.

Vertikale Modularität



Innenansicht der USV mit Unterbaugruppen

Vertikale Modularität: bezieht sich auf den internen Aufbau der USV. Vergleichbar zu anderen Elektronikprodukten können bei der USV komplette Baugruppen und bestückte Platinen als Module gewechselt werden. Durch einfach herausziehbare Unterbaugruppen im USV-Gehäuse wird die Flexibilität beim Umbau und die Wartungsfreundlichkeit beim Service der USV verbessert und der Zeitaufwand für Wartung und Reparatur (MTTR – “Mean Time to Repair”) reduziert.

Horizontale Modularität



Herkömmliche horizontale Modularität: Parallelschaltung von USV-Modulen

Horizontale Modularität: bezieht sich auf die Möglichkeit zur Erhöhung der Gesamtsystemleistung und/oder Redundanz durch Hinzufügen weiterer Leistungs- oder Batteriemodule zu einer bestehenden Steuereinheit. Dank der horizontalen Modularität kann der Endbenutzer sich darauf beschränken, zunächst nur in die aktuell benötigte USV-Leistung zu investieren. Die Systemleistung kann dann später an einen wachsenden Bedarf angepasst werden. Die Steuereinheit muss allerdings an die zukünftigen Erfordernisse angepasst sein.

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme

Modularität bei Trinergy

Die Trinergy ist in der Lage, die Betriebsumgebung zu überwachen und selbstständig den effizientesten Betriebsmodus auszuwählen, um Störungen auszugleichen und die Verbraucher optimal zu versorgen.

Eine der Eigenschaften, die Trinergy zu einer einzigartigen USV machen, ist die Verbindung von vertikaler und horizontaler Modularität mit der zusätzlichen **dritten "Dimension", der orthogonalen Modularität**.

Die drei "Dimensionen" der Modularität von Trinergy ermöglichen es dem Benutzer, einer zentralen Steuer- und Anschlusseinheit (I/O-Box) einer Trinergy zu jedem beliebigen Zeitpunkt innerhalb der USV-Betriebszeit Leistungsmodul hinzuzufügen. Zusätzlich können bis zu acht Trinergy-Einheiten parallel geschaltet werden. Auf diese Weise kann die höchste derzeit mögliche Wirkleistung mit einem einzelnen USV-System erzielt werden: 9,6 MW.



Trinergy mit drei Dimensionen der Modularität: vertikal, horizontal und orthogonal. Zusammen bilden sie die beste derzeit erhältliche skalierbare Lösung.

Und so funktionieren die drei Dimensionen der Modularität von Trinergy

Vertikale Modularität für Wartungsfähigkeit

Die vertikale Modularität bei der Trinergy wird durch übereinander angeordnete Einschübe im Schrank realisiert. Die Einschübe können einzeln herausgezogen werden, wodurch die Wartung und Reparatur erleichtert wird.

Zu den Hauptmerkmalen der vertikalen Modularität von Trinergy gehören:

- **Bauweise** - Jeder einzelne UVS-Leistungsmodulschrank enthält Standard-Unterbaugruppen für Gleichrichter, Wechselrichter und statischen Bypass als Komponenten einer einzelnen 200-kW-USV.
- **Zugang** - Die Module sind einfach von der Vorderseite der Schränke zugänglich, wodurch die Ausführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten erleichtert wird. Der Zugang von der Vorderseite ist zudem platzsparend, da kein Freiraum an der Rückseite des Geräts gelassen werden muss.

- **Wartung** - Die Trinergy 200-kW-Module sind einfach herausziehbare Einschübe, die die Wartung einzelner Komponenten erheblich vereinfachen.
- **Installation** - Das modulare Design von Trinergy erleichtert die Installation dadurch, dass die USV gegebenenfalls Modul für Modul vor Ort zusammengebaut werden kann. Somit ist das System auch für schwierig zugängliche Standorte ideal geeignet. Die maximalen Abmessungen einer einzelnen Trinergy 200-kW-Einheit sind: 1070 mm (B) x 850 mm (T) x 1780 mm (H).

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme

Es ist möglich, abhängig von der I/O-Box, Trinergy-Einheiten auf eine Leistung von 1,2 MW aufzurüsten, indem komplette 200-kW-Schrankmodule der bestehenden modularen Infrastruktur hinzugefügt werden.

Zu den Hauptmerkmalen der horizontalen Modularität von Trinergy gehören:

- Parallele Module** - Ein einzelnes USV-System kann aus bis zu sechs 200-kW-USV-Schrankmodulen bestehen. Die Anzahl der USV-Module, die angeschlossen werden können, hängt von der Wahl der zentralen I/O-Box ab, die für zwei, vier oder maximal sechs 200-kW-Module ausgelegt sein kann. Nachdem die dedizierte I/O-Box installiert wurde, kann das USV-System entsprechend der erforderlichen Nennleistung konfiguriert werden, indem je nach den Leistungsanforderungen Module hinzugefügt oder entfernt werden.
- Verteilte Steuerung** - Die Regelung des Parallelbetriebs bei der Trinergy ist auf die USV-Module verteilt. Es gibt daher keine Master/Slave-Architektur und kein Risiko einer zentralen Fehlerstelle. Der springende Punkt dabei ist, dass die Regelung eines aus mehreren Modulen bestehenden Gesamtsystems automatisch von allen integrierten Steuerungen der einzelnen USV-Module gleichermaßen erfolgt und überwacht wird. Ein Datenbussystem mit geschlossenem Regelkreis (closed-loop) ermöglicht den Datenaustausch zwischen den Modulen, so dass der erste Fehler in der Datenübertragung keine Auswirkungen auf den Betrieb oder die Versorgung der Verbraucher hat.
- Vor Ort aufrüstbar und anpassbar** - Ein Trinergy-System kann bei der Erstkonfiguration so eingerichtet werden, dass es die aktuellen Lastanforderungen erfüllt, ohne aufgrund eines voraussichtlichen späteren Mehrbedarfs zu groß bemessen zu sein. Weitere Module können zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt werden, wenn die Leistungsanforderungen sich ändern. Auf diese Weise kann die Anfangsinvestition auf ein Minimum beschränkt werden, und es wird sichergestellt, dass das USV-System mit einer deutlich höheren prozentualen Auslastung arbeitet und optimal genutzt wird.
- Interne Redundanz** - Trinergy kann für unterschiedliche Systemredundanzstufen konfiguriert werden. Ein System wird als redundant bezeichnet, wenn die Anzahl der installierten Leistungsmodule mindestens N+1 beträgt; dabei gilt, dass N die Anzahl der für die Versorgung der Verbraucher erforderlichen Leistungsmodule und 1 der Redundanzkoeffizient ist. Sollte es dann zum Ausfall eines Leistungsmoduls kommen, wird dieses Modul automatisch vom System getrennt, während die verbleibenden Module die kritischen Verbraucher weiter versorgen.
- Gleichzeitige Wartungsfähigkeit** - Trinergy ist so konzipiert, dass einzelne Leistungsmodule zur sicheren Wartung getrennt werden können, während die übrigen Module die Verbraucher weiter mit Strom gleichbleibender Qualität versorgen.
- Verfügbarkeit** - Die Verfügbarkeit der Stromversorgung für die kritischen Verbraucher steht in direktem Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit und Wartungsfähigkeit des USV-Systems. Das bedeutet, dass die mittlere fehlerfreie Betriebszeit (Mean Time Between Failure - MTBF) der Anlage hoch und der durchschnittliche Zeitaufwand für eine denkbare Reparatur (Mean Time To Repair - MTTR) so gering wie möglich sein sollte, um einen hohen Systemverfügbarkeitsfaktor zu erreichen. Trinergy erfüllt beide Anforderungen durch die Verwendung erprobter 200-kW-Leistungsmodule für eine hohe MTBF und standardmäßiger modularer USV-Unterbaugruppen zur Sicherstellung eines möglichst geringen MTTR für jedes USV-Gerät.
- Zuverlässigkeit (MTBF)** - Besonders für die Ausführung kritischer Computeranwendungen, wie z. B. Datenzentren, ist es unabdingbar, dass die mittlere fehlerfreie Betriebszeit (MTBF) eines USV-Systems so hoch wie möglich ist. Die Redundanz spielt daher bei der Bereitstellung hochverlässlicher Stromversorgungssysteme mit hoher MTBF eine entscheidende Rolle. Der Vorteil des modularen Systems Trinergy besteht darin, dass zusätzliche Module schnell und problemlos hinzugefügt werden können, um die erforderliche Redundanzstufe herzustellen.
- Die hohe MTBF des Trinergy-Systems** konnte durch den Einsatz der bewährten Masterguard-Technologie ohne Transformatoren erreicht werden, die derzeit für die bestehenden 200-kVA-USV verwendet wird.
- Wartungsfähigkeit (MTTR)** - Die modulare Anordnung der internen Trinergy-Unterbaugruppen stellt einen geringen durchschnittlichen Zeitaufwand für Reparaturen (MTTR) an den einzelnen USV-Modulen sicher. Wenn Ersatzteile vor Ort vorgehalten werden, kann der MTTR weiter reduziert werden.
- Batterien** - Das Konzept der Modularität erstreckt sich auch auf die Batterien. Wenngleich es möglich ist, eine gemeinsame Batterie für das gesamte Trinergy-System zu verwenden, kann die Zuverlässigkeit durch den Einsatz dezentraler Batteriesysteme, d. h. einer separaten Batterieeinheit für jedes 200-kW-USV-Modul, weiter erhöht werden. Dabei dient die I/O-Box als Gleichstrom-Anschlussmodul und ermöglicht den Anschluss und die Verwendung einer einzelnen Batterie oder dezentraler Batterien

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme

Orthogonale Modularität für Parallelschaltbarkeit

Zu den Hauptmerkmalen der orthogonalen Modularität der Trinergy gehören:

- **Gesamtsystemleistung** - Die orthogonale Modularität bezieht sich auf die Fähigkeit von Trinergy, bis zu acht 1,2-MW-USV-Systeme miteinander zu verbinden, von denen jedes aus sechs 200-kW-USV-Modulen besteht. Die so erreichte Gesamtsystemleistung beträgt 9,6 MW.
- **Flexibilität der Systemleistung** - Trinergy kann auch an den Energiebedarf vor Ort vorhandener Schaltgeräte angepasst werden. Beispielsweise kann sich ein 2-MW-System aus zwei Systemen à fünf 200-kW-Module oder aus fünf Systemen à zwei 200-kW-Module zusammensetzen, um die vorhandenen Schaltgeräte zu nutzen.
- **Systemleistungsredundanz** - Das USV-System kann jederzeit hinsichtlich der Redundanz erweitert werden. Beispiel: Eine 1-MW-Last kann von fünf 200-kW-Modulen bereitgestellt werden, die durch ein zusätzliches Modul ergänzt werden, um die erforderliche Redundanz für die gegebene Last zu schaffen. Das bedeutet, wenn acht Gruppen von sechs 200-kW-Systemen (N+1) parallel betrieben werden sollen, ergibt sich eine effektive Gesamtredundanzstufe für dieses 8-MW-System von (N+8). Auf diese Weise wird bei entsprechenden Lastanforderungen ein

außerordentlich hohes Sicherheitsniveau bei höchster Verfügbarkeit der Stromversorgung erreicht. Wenn jedoch nur eine geringere Redundanzstufe erforderlich ist (N+1), kann eine höhere Leistungskonfiguration von 9,4 MW erreicht werden, ohne dass auf Redundanz verzichtet werden muss.

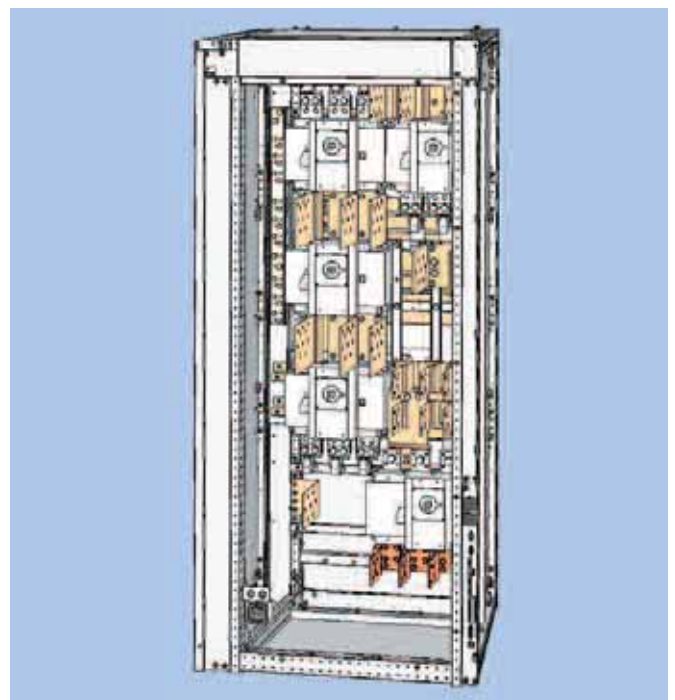
- **Zyklische Redundanz** - Bei Verwendung eines redundanten Systems kommt es öfter vor, dass die USV mit geringer Auslastung arbeitet, was wiederum ihre Effizienz herabsetzt. Trinergy verfügt daher über eine integrierte zyklische Redundanzfunktion, die dafür sorgt, dass bei überschüssigen Leistungskapazitäten USV-Module automatisch abgeschaltet werden. Trinergy kann so mit hoher Effizienz betrieben werden, auch wenn die Auslastung sehr gering ist. Gleichzeitig wird die Zuverlässigkeit des Systems erhöht, indem nur die erforderlichen Leistungsmodule aktiviert werden. Die Verwendung der automatischen zyklischen Redundanz ermöglicht es, das Gesamtsystem zu jeder Zeit mit optimalem Wirkungsgrad zu betreiben und dabei ein hohes Maß an Stromversorgungssicherheit aufrechtzuerhalten. Das zyklische Redundanzsystem sorgt dafür, dass die nicht benötigten, im Ruhezustand befindlichen USV-Module abwechselnd aktiviert werden damit die Betriebszeiten der einzelnen Module nahezu gleich bleiben.

I/O-Box

Herzstück der drei Trinergy-Modularitätsebenen ist die I/O-Box. Diese wichtige Schnittstelle sorgt für die Netzwerkfähigkeit und dient dem Leistungsanschluss.

Herkömmliche USV-Parallelsysteme erfordern pro USV eine Schutzvorrichtung für die Eingangsversorgung. Trinergy vereinfacht dies durch eine zentrale I/O-Box, die als zentraler Knoten für alle Netzwerk- und Leistungsanschlüsse dient. Die zentrale I/O-Box verfügt zudem über einen 12,1-Zoll-LCD-Touchscreen, auf dem das System und die einzelnen Module bequem überwacht werden können. Der Touchscreen bietet Zugriff auf Betriebsparameter und das Wartungsprotokoll, mit dem alle Wartungseingriffe zurückverfolgt werden können.

Die Haupttrennschalter (Gleichrichter- und statischer Bypass-Trennschalter, Wartungsbypass-Trennschalter, Ausgangstrennschalter und Batterie-Trennschalter) befinden sich an der Vorderseite der I/O-Box. So kann jedes Modul zu Wartungszwecken vom System getrennt werden, ohne dass die Versorgung der Verbraucher unterbrochen werden muss. Die zentrale I/O-Box ist für drei Nennleistungen erhältlich: 400 kW, 800 kW und 1200 kW. An die größte Ausführung können bis zu sechs 200-kW-Leistungsmodule angeschlossen werden. Sie enthält zudem die Eingangs- und Ausgangsanschlüsse und ist sowohl für die Kabeleinführung von oben als auch von unten vorbereitet. Die E/A-Schnittstelle für Strom- und Datenverbindungen erleichtert die Installation erheblich. Auch die Batteriekonfigurationen mit zentraler Batterie oder dezentralen Batterien werden in der zentralen I/O-Boxen angeschlossen.



Innenansicht des E/A-Geräts

Modularer Aufbau leistungsstarker USV-Systeme

Die beschriebenen Eigenschaften belegen, dass die modulare Architektur von Trinergy eine hohe Flexibilität und ein bislang unerreichtes Effizienzniveau ermöglicht. Diese Modularität steht nicht nur im Einklang mit dem EU-Verhaltenskodex zur Anwendung von „Best Practice-Strategien“ in Rechenzentren, sondern bietet den Endnutzern attraktive Vorteile durch erhebliche Einsparungen bei den Investitions- und Betriebskosten.

Die modulare Architektur von Trinergy ist darauf ausgelegt ein USV-System je nach den sich ändernden Anforderungen in kleinen oder großen Schritten anzupassen. Dadurch ergeben sich naturgemäß Kosteneinsparungen für die Endnutzer, die sich auf Investitionen in die kurzfristig benötigte USV-Leistung beschränken können und dabei trotzdem die Gewissheit haben, später jederzeit auf der vorhandenen Infrastruktur aufbauen zu können.