Strom sparen im Schlaf

USV-Hibernation sorgt für niedrige Kosten bei hoher Verfügbarkeit

Bild 1: Darstellung der intelligenten Hibernation

Der Ruhezustand galt früher bei einer unternehmenswichtigen USV-Anlage als absolutes No-Go. Zu groß war die Gefahr, dass die Transfer-Time beim Anlaufen Ausfälle der Last verursachen würde. Doch durch Fortschritte bei der Schaltungstechnik und vor allem aufgrund des modularen Konzepts aktueller USV-Anlagen, kann der Ruhezustand oder Hibernation-Mode sehr viel Energie bei gleichbleibend hoher Verfügbarkeit sparen.

Bei einer USV-Anlage kommt es auf maximale Verfügbarkeit an. Das System muss beständig betriebsbereit sein sowie zu jeder Zeit und unter allen Umständen die Last mit sauberer, stabiler Netzspannung versorgen. Nicht umsonst gilt der VFI-SS-Modus, bei dem die Ausgangsspannung unabhängig vom Netz komplett synthetisch über einen Inverter aus der Batteriespannung erzeugt wird, als das Nonplusultra in punkto Ausgangsqualität. Ständiger Betrieb bedeutet natürlich auch ständigen Stromverbrauch. Der Wirkungsgrad solcher Anlagen bewegt sich trotz enormer Verbesserungen in der Schaltungstechnik im Bereich der niedrigen 90 Prozent. Zum Teil wird er auch erheblich unterschritten, wenn die Anlage, wie in vielen Rechenzentren üblich, als Teil eines A/B-Versorgungsnetzes nur die Hälfte der Last bewältigt und eine zweite USV-Anlage die andere Hälfte versorgt. Weil USV-Anlagen ihren maximalen Wirkungsgrad in der Nähe der Volllast erreichen, ist diese Konstellation besonders ineffizient.

Keine Transferzeit durch Modularität

Durch die hohen Verfügbarkeitsanforderungen im Rechenzentrum, wo Systemausfälle schlichtweg nicht tolerierbar sind, gelten USV-Anlagen, die nach dem VFI-SS-Prinzip arbeiten als unverzichtbar. Das ist zumindest zum Teil auch historisch bedingt. Als Alternative zu VFI-SS waren früher nur Anlagen verfügbar, die im Fehlerfall relativ lange Zeitspannen benötigten, bis sie die Netzspannung aus dem Inverter erzeugen konnten. Was als Backup- oder Line-Interactive-USV bekannt war, nutzte im Regelfall die Netzspannung zur Versorgung der Last und schaltete erst bei einem ernsten Problem auf den Inverterbetrieb um. Während des Schaltvorgangs war die Last unversorgt. Die sogenannte Transferzeit lag im Bereich einiger zehn Millisekunden – unproblematisch für den privaten Einsatz, aber zu riskant für hoch ausgelastete Server. An der VFI-SS-USV, früher auch Online-USV genannt, führte also kein Weg vorbei.

Modularität

Doch die Entwicklung der letzten Jahre im Bereich USV stand vor allem unter dem Zeichen der Modularität. Wird die zu sichernde Last auf mehrere Module aufgeteilt, wird es erheblich einfacher, Redundanz auf Modulebene aufzubauen. Für einen n+1 Betrieb ist keine komplette zusätzliche USV-Anlage mehr notwendig, sondern nur ein weiteres Modul und für n+2 Redundanz reichen zwei zusätzliche Module. Das hat völlig neue Möglichkeiten für die Einsatzbereitschaft und Verfügbarkeit von USV-Anlagen zur Folge. Weil es mehrere Module sind, über die Last versorgt wird, lautet die Frage nicht mehr „Entweder oder?“ wenn es um Energieeffizienz versus Versorgungsgarantie geht. Aktuelle modulare USV-Systeme erlauben zahlreiche Betriebsmodi, bei denen je nach Leistungsbedarf und Verfügbarkeitsanforderungen nicht alle Module beständig arbeiten, sondern eine Balance gefunden wird. Das Ergebnis sind drastisch verbesserte Wirkungsgrade bei gleichbleibend hoher Verfügbarkeit.

In heute üblichen, modularen USV-Anlagen im mittleren und hohen Leistungsbereich bis zu zwei Megawatt arbeiten oft Module, die eigentlich gar nicht benötigt werden. Eigentlich könnte man im normalen Betrieb, wenn beide Versorgungsschienen funktionieren, die Hälfte der Module ausschalten und dadurch Energie sparen sowie den Verschleiß dieser USV-Module verringern. Tritt ein Fehler ein, zum Beispiel wenn im schlimmsten Fall eines der beiden Versorgungsnetze A oder B ausfällt – müssen diese USV-Module jedoch wieder schnell und ohne Unterbrechungen für die Last aktiviert werden können.

Hibernation-Modus spart, wenn er korrekt eingesetzt wird

Weiterentwicklungen in der Schaltungstechnik haben den dazu notwendigen intelligenten Hibernation Mode (Hibernation – Ruhezustand,

Wöhrle Stromversorgungssysteme GmbH
www.woehrle-svs.de

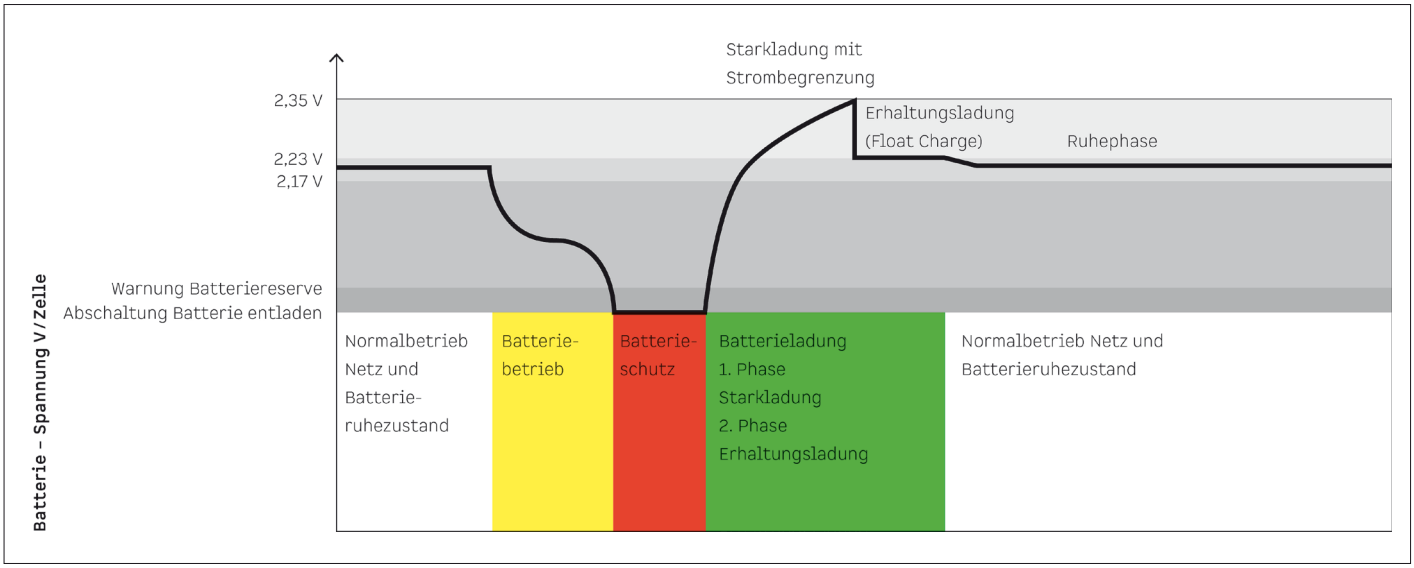

Bild 2: Darstellung des Ruhezustands der Batterie

Winterschlaf) in der USV mittlerweile möglich gemacht. Anwender können zahlreiche Parameter konfigurieren, die festlegen, wann wie viele USV-Module im Ruhezustand verharren, während die aktiven Module die Last versorgen. Natürlich gibt es zahlreiche Anforderungsprofile im Rechenzentrum, nicht jeder Server beherbergt Anwendungen mit der gleichen Wichtigkeit und nicht jede Lastsituation benötigt die gleich hohe Redundanzreserve. Darum muss die USV-Anlage detaillierte Einstellmöglichkeiten bieten, um sicherzustellen, dass sich der Hibernation-Modus nicht negativ auf die Verfügbarkeit auswirkt.

Lastreserve definieren

Es ist unter anderem unbedingt erforderlich, die Lastreserve, die die USV-Anlage als Redundanz vorhält, zu definieren. Haben die Module jeweils 40 kW Nennlast und ist die Last 100 kW groß, sind drei Module für den Standardbetrieb notwendig. Bei einer n+1 Redundanz, muss ein weiteres Modul aktiv mitlaufen, bei n+2 zwei Module. Wenn das Gesamtsystem mit einer Nennlast von 400 kW umgehen kann, also über insgesamt zehn Module verfügt, sind selbst bei n+2 Redundanz fünf davon unnötig und können in den Hibernation-Modus wechseln. Sobald sich die Last ändert, kann die USV-Anlage Module aus dem Schlafmodus holen und in das System einfügen. Die n+2 Redundanz bleibt während der gesamten Zeit erhalten. Weil selbst mit drei Modulen noch 20 kW Lastreserven bestehen, bleibt dafür viel Zeit, wenn die USV-Anlage dynamisch auf Laständerungen reagiert. Ebenfalls möglich wäre es, weitere Module in den Hibernation-Modus zu versetzen, wenn die abgenommene Last sinkt.

Weitere Vorteile des intelligenten Ruhezustands

Neben der Energieeinsparung durch die ruhenden Module, die je nach USV-System erheblich sein kann, profitieren die Anwender aber auch in anderer Weise vom intelligenten Ruhezustand. Denn abgeschaltete Module erzeugen keine Abwärme, müssen nicht gekühlt werden und unterliegen auch keinem Verschleiß hinsichtlich der Betriebsstunden. Um zu verhindern, dass einige Module ständig laufen und andere gar nicht zum Einsatz kommen, ist es wichtig, alle Module möglichst gleichmäßig zu verwenden. Ein entsprechender Algorithmus in der USV-Anlage regelt die Zyklen zwischen Ruhe- und Arbeitsphase der Module. Anwender sollten in der Lage sein, die Pausenzyklen dieser Rotation definieren zu können. Sinnvoll sind Werte zwischen einigen Minuten und einigen Monaten. In der Default-Einstellung wechseln viele USV-Anlagen die Module im Rhythmus von mehreren Minuten durch. Für eine problemlose geplante Wartung sollte es möglich sein, Module im Ruhezustand aus der Ferne mittels VPN-gesichertem Netzwerkzugriff wieder in den Normalbetrieb zu versetzen.

Hibernation-Modus als Ganzes definieren

Entscheidend ist auch, dass der Hibernation-Modus für das USV-System als Ganzes definiert werden kann. Gerade wenn mehrere modulare USV-Anlagen parallelgeschaltet sind, müssen alle Subsysteme über den aktuellen Zustand aller Module und die Anforderungen an Last und Verfügbarkeit Bescheid wissen. So können auch komplette Subsysteme abgeschaltet werden, was für die Energieeffizienz die größten Vorteile bedeutet, weil dann nicht nur die Leistungsmodule, sondern auch die umgebende Infrastruktur des Subsystems keinen Strom mehr verbraucht. Bei Lastwechsel oder einer plötzlichen Lasterhöhung schalten die Module in so kurzer Zeit in den Normalbetrieb zurück, dass es zu keinerlei Versorgungsunterbrechung der Last kommt. Dazu muss die USV-Anlage beim erneuten Hochfahren natürlich auch den möglicherweise starken Lastanstieg innerhalb kurzer Zeit abfangen können. Im Bypass-Betrieb sollte der Überlaststrom bis zum Zehnfachen des Nennstroms verkraftet werden, im Wechselrichterbetrieb ist Faktor fünf sinnvoll.

Ruhezustand auf Batterieladung ausdehnen

Dieser Hibernation-Modus ist nicht nur ein sinnvoller Zustand für die Leistungsmodule. Auch bei den Batteriemodulen verringert ein Ruhezustand den Verschleiß und die Kosten. In der Regel liegt an den Batterien dauerhaft die Erhaltungsladespannung an. Bei größeren Batterien führt das zu einem andauernden Ladestrom, der die Batterie erwärmt. Insbesondere dann, wenn die Batterie nicht klimatisiert oder ohnehin höheren Umgebungstemperaturen ausgesetzt ist, führt das zu einer sehr schnellen Alterung. Durch ein intelligentes Batteriemanagement kann man Ruhezustände auch auf die Batterien ausdehnen, so dass Ladepausen von mehreren Tagen bis zu mehreren Wochen eingestellt werden können. Die Batterien verlieren in dieser Zeit so gut wie keine Kapazität, verbrauchen keine Ladeleistung und altern deutlich geringer.

Batterien überwachen

Selbstverständlich müssen die Batterien in dieser Zeit stets überwacht werden. Ebenfalls wichtig ist, dass in der USV-Anlage – je nach eingesetztem Batterietyp – nach der Ladepause eine Stark- oder Ausgleichsladung programmiert werden kann. Um die Anlage optimal an die Batterie anzupassen, ist es notwendig, Parameter wie Ladespannung bei Erhaltungsladung, Ladespannung bei Ausgleichsladung, Ladestrom bei Erhaltungs- und Ausgleichsladung sowie die Dauer von Ausgleichsladung, Erhaltungsladung und Ladepause unabhängig voneinander einzustellen.

Die Redundanz ist bei modularen Anlagen nicht nur auf die Leistungseinheiten beschränkt, sondern muss

Bild 3: Darstellung der Parallelkommunikation als Ring zur Vermeidung des „Single Point of Failure"

auch die Parallelkommunikation umfassen. Sinnvoll sind redundante Steuerungen und – falls mehrere Systemschränke Verwendung finden – eine redundante Parallelverkabelung in Ring-Topologie. Nicht zuletzt muss der Anwender das System auch bedienen können, wenn eine Bedieneinheit oder ein Display ausfallen.

Individuelle Abwägung für optimale Verfügbarkeit notwendig

Die Optimierung von Energieeffizienz versus Verfügbarkeit ist keine triviale Aufgabe. Für einen optimalen Arbeitspunkt sollte die Last zwischen möglichst vielen der vorhandenen Leistungsmodule aufgeteilt sein. Je höher die Anzahl der Leistungsmodule, umso kleiner ist die Abstufung und damit die Differenz zum optimalen Arbeitspunkt. Doch dann wird der Hibernation-Modus seltener oder nie erreicht und es gibt keinen Einspareffekt. Mehr Module als notwendig einzubauen ist ebenfalls eine Möglichkeit, die Last auf viele Module zu verteilen und trotzdem noch Reserven zu haben, die in den Ruhezustand geschaltet werden können. Allerdings bedeuten mehr Module auch höhere Anschaffungskosten sowie mehr Aufwand für die Wartung. In der Praxis gilt es einen wirtschaftlichen Kompromiss zu finden, der durch beste Zuverlässigkeit und geringste TCO (Total Cost of Ownership) bestimmt wird.

Gelingt es durch diesen intelligenten Ruhemodus auch nur, ein halbes Prozent der jährlichen Verluste einzusparen, bedeutet das bei einer Last von 800 kW eine jährliche Ersparnis von 35.000 kWh Energie. Dies entspricht etwa dem Energieverbrauch von zehn Haushaltern mit zwei bis drei Bewohnern. ◄