Grundprinzipien von Generatoren für die Informationstechnik - Teil 3

Jeder IT-Profi, der für den Betrieb von Datenverarbeitungsgeräten verantwortlich ist, muss sicherstellen, dass das Datencenter oder der Netzwerkraum auf längere Stromausfälle vorbereitet ist. Mit der Kenntnis der Grundfunktionen und -konzepte von Notstromgeneratorsystemen besitzen IT-Profis eine solide Grundlage für die erfolgreiche Spezifikation betriebskritischer Anlagen sowie für deren Installation und Einsatz. Dieser Fachartikel ist eine Einführung in Notstromgeneratoren und Subsysteme, die bei Ausfall der Netzstromversorgung die kritischen elektrischen Lasten einer Anlage versorgen.

Spannungsregelung
Die Grundfunktion eines Spannungsreglers besteht darin, die Ausgangsspannung der Wechselstrommaschine zu regeln. Der Betrieb des Spannungsreglers ist von entscheidender Bedeutung für kritische Lasten, die von der Stromversorgung des Computersystems abhängen. Ziel ist es, ein System mit einer entsprechenden Reaktionszeit zu konfigurieren, um Unter- und Überspannungen zu minimieren, die bei Lastwechseln auftreten. Ein weiteres zu beachtendes Problem ist das Verhalten des Reglers bei nichtlinearen Lasten wie älteren Schaltnetzteilen. Nichtlineare Lasten verbrauchen Strom eventuell auf eine Weise, die der Spannungswellenform nicht entspricht, während Widerstandslasten (wie Lampen) Strom synchron zur Spannungswellenform verbrauchen. Nichtlineare Lasten können die Leistung eines Generatorsystems beeinträchtigen und damit die Verfügbarkeit der kritischen Last während des Bereitschaftsbetriebs gefährden.

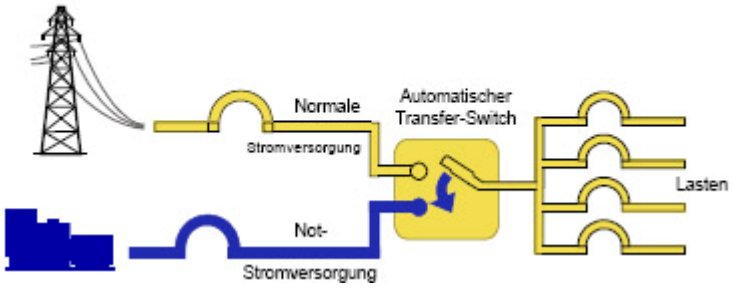
In EGSA 101E Abschnitt 5 wird der Parameter Spannungsregelung als „Differenz zwischen der Dauerspannung ohne Last und der Volllastspannung ausgedrückt als Prozentsatz der Volllastspannung“ definiert. Drei Aspekte der Wechselstrommaschine bestimmen die Spannung: die Stärke des Magnetfeldes, die Geschwindigkeit, mit der das Magnetfeld durchfahren wird und die Anzahl der Wicklungen auf der Spule. Die beiden letztgenannten Faktoren sind in diesem Fall konstant. Die Spannungsregelung ist somit eine Funktion der Magnetfeldänderung; von dieser hängt das gewünschte Ergebnis ab.

Es gibt zahlreiche Techniken zur Überwachung der Ausgangsspannung, die zum Ziel haben, eine möglichst geeignete Stromqualität für Datencenter bereitzustellen. Unabhängig von der Konstruktion des Reglers sollte die Anlage so konstruiert sein, dass selbst im „ungünstigsten Fall“ die maximal zulässige Spannungsschwankung unterschritten wird. Die Faktoren, durch die der ungünstigste Fall herbeigeführt werden kann, sind eine niedrige Spannung aufgrund einer zu hohen Wicklungstemperatur oder ein hoher Anteil nichtlinearer Lasten. In den heutigen Datencentern gibt es sehr wenige nichtlineare Lasten, da hier Netzteile mit Leistungsfaktorkorrektur überwiegen. Wenn der Generator jedoch als Reserve für andere Gebäudesysteme dient, muss festgestellt werden, welche nichtlinearen Lasten vorhanden sind, damit das richtige Generatorsystem ausgewählt wird.

Schaltvorrichtung und Unterverteilung
Die Unterverteilung des Generatorausgangsstroms an die kritischen Lasten ist ein weiterer für die Systemkonzeption sehr wichtiger Bereich. Das IEEE Emerald Book (IEEE-Norm 1100-1999) gilt als maßgeblich für die Stromversorgung empfindlicher Geräte. Es ist zu empfehlen, das System nach dem IEEE Orange Book (IEEE-Norm 446-1995) zu konzipieren. Das IEEE Orange Book enthält Richtlinien für automatische Systeme, die die Stromversorgungsquelle überwachen und den Start des Motors sowie die Übertragung der Last auf den Generator auslösen, sobald dieser verfügbar ist und stabil arbeitet. Die Richtlinien gelten ebenso für die

erneute Übertragung der Last an die Netzversorgung, wenn diese wieder normal funktioniert. In der Regel sind diese Funktionen in einen so genannten automatischen Transfer-Switch (ATS) integriert. Weitere übliche Funktionen sind die automatische Planung von Generatortests und ein sehr wichtiger Abkühlungszyklus für den Generator nach der Wiederherstellung der Netzversorgung. Üblicherweise stammt diese Hardware von verschiedenen Herstellern, beispielsweise von Generatorherstellern, Herstellern von Verteilervorrichtungen und Spezialisten für ATS. Es gibt heute jedoch vorgefertigte Systeme, die ohne die Nachteile angepasster Lösungen wie hohe Anschaffungskosten und Komplexität auskommen. Weitere Informationen über ATS-Systeme finden Sie im APC White paper Nr. 94, „Grundprinzipien von Generatoren für die Informationstechnik“. In Abbildung 3 ist die Position des ATS in der elektrischen Verteilung des Gebäudes dargestellt.

Abbildung 3 *– Notstromgeneratorsystem mit automatischem Transfer-Switch*

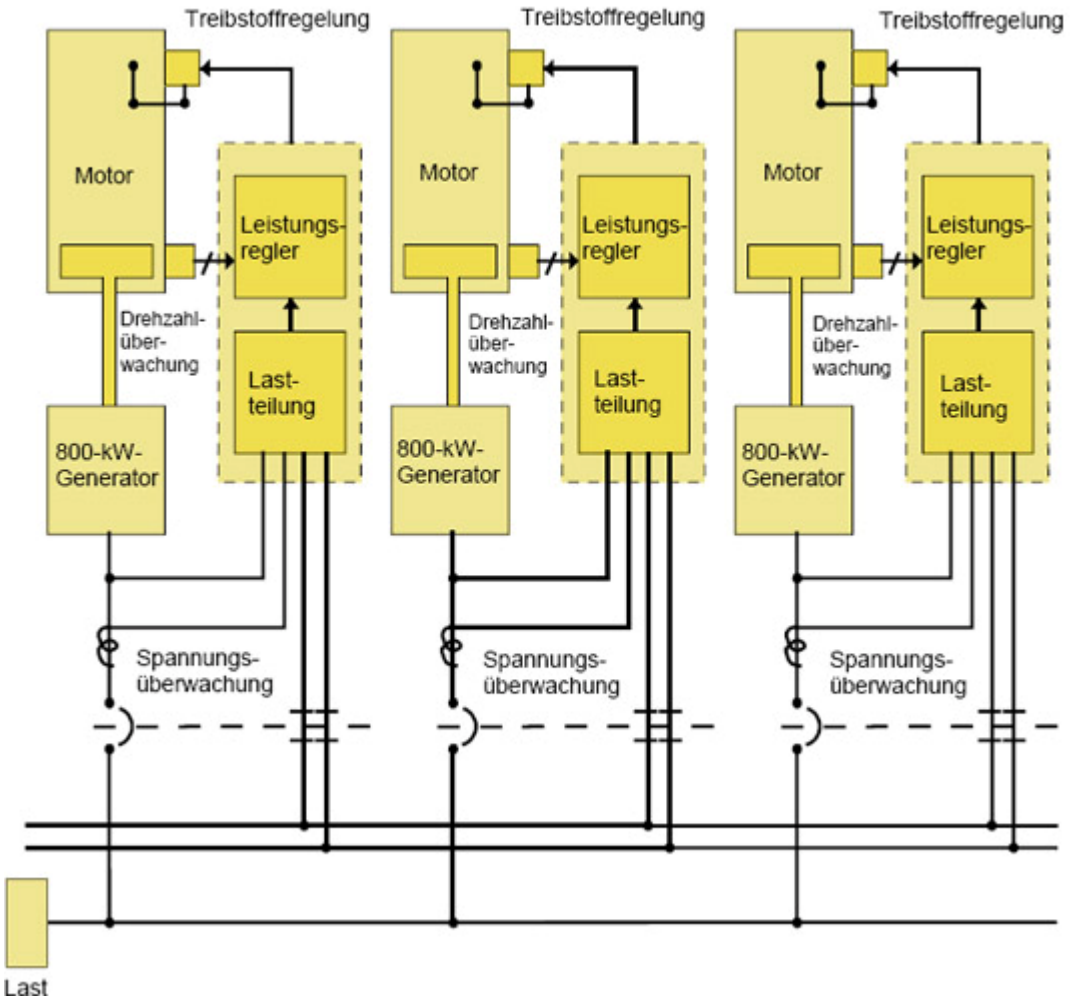


Das System muss zudem einen entsprechenden Überstromschutz aufweisen. Die Kontakte des Schaltmechanismus müssen Einschaltströmen widerstehen können, ohne dass sie verschmelzen. Wichtig ist außerdem, dass der Switch bei Volllaststrom nicht zu heiß wird und den entsprechenden Kurzschlussstrom liefern kann (der benötigt wird, um Überstromschutzgeräte wie Leistungstrennschalter auszulösen). Für den erneuten Wechsel zur Netzversorgung gibt es verschiedene Schaltschemata, die als offener und geschlossener Übergang bezeichnet werden. Beim offenen wird die Last zuerst von der Netzversorgung getrennt, bevor sie mit dem Generator verbunden wird. Beim geschlossenen Übergang wird die Last zuerst mit dem Generator verbunden und dann von der Netzversorgung getrennt. Dabei sind das Netz und der Generator also für einen kurzen Zeitraum gleichzeitig angeschlossen. Der geschlossene Übergang ist komplizierter, dafür sind die Unterbrechungen beim Umschaltvorgang minimal.

Mehrere oder parallele redundante Generatorsysteme

Die Frage nach der Anzahl der Systeme hängt sehr von der gewünschten Kapazität und Zuverlässigkeit der Anlage ab. Ein System aus mehreren (identischen) kleineren Einheiten, die gemeinsam die benötigte Spitzenlast liefern können, und mit einer zusätzlichen Einheit hat eine N+1-Redundanz. Ein Beispiel hierfür ist die in Abbildung 4 dargestellte Anlage mit drei synchronisierten 800-kW-Generatoren, die eine Last von 1,6 MW unterstützen, wobei die dritten 800 kW in Reserve bleiben.

Abbildung 4 – *isochrones 1,6 MW-Generatorsystem mit N+1-Redundan*



Während der Startsequenz werden alle drei Generatoren angelassen und synchronisiert. Eine Last von 1,6 MW kann jetzt mit einer N+1-Redundanz unterstützt werden. Parallelschaltvorrichtungen stellen zwar zusätzliche Kosten dar, erhöhen aber auch die statistische Zuverlässigkeit gegenüber einem einzelnen Antriebsaggregat. In diesem Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt mehr als ein Generatorsystem ausfällt, gering, verglichen mit einem System mit nur einem Generator. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, dass ein Ausfall aus allgemeinen Gründen, beispielsweise das Ausgehen des Treibstoffs, einen scheinbar redundanten Plan zunichte machen kann.

Ein weiterer wichtiger Vorteil des modularen Konzepts, bei dem kleinere Systeme entsprechend der Größe der Last hinzugefügt werden, ist seine Skalierbarkeit. Für Anlagen, deren Wachstum schon geplant ist, wird eventuell ein System entworfen, das auf künftige zusätzliche Kapazität ausgelegt ist. Dazu muss der nötige Platz reserviert und die zulässige Stromstärke der Verkabelung entsprechend der zu erwartenden Last vorab ausgewählt werden. Die Kapitalkosten und die entsprechende Wartung werden aufgeschoben, bis sich die Investition durch das Wachstum der kritischen Last als lohnend erweist. Die Anforderungen sind sorgfältig zu analysieren und die Systeme sind in vernünftiger Weise entsprechend den oben gegebenen Definitionen auszuwählen. Weitere Informationen über die Skalierbarkeit finden Sie im APC-White paper Nr. 37, „Überdimensionierte Datencenter und Serverraum-Installationen: Kostenvermeidung“.

Quelle: www.voltimum.de

Allgemeines System- und Kompatibilitätskonzept
Im APC White paper Nr. 95, „Dimensionierung von motorgetriebenen Generatoren für betriebskritische Infrastrukturen“, werden die Skalierung und Belastung von Generatoren erörtert. Es ist jedoch wichtig, die Einflüsse von Leistungsfaktor, Transfer-Switches und USV auf die Gesamtleistung des kombinierten Systems hervorzuheben. Sind mehrere Hersteller beteiligt, müssen alle an dem Projekt beteiligten Hersteller an umfassenden Installationstests und Inbetriebnahmeschritten teilnehmen. Dabei können unvorhergesehene Kompatibilitätsprobleme aufgedeckt werden, bevor die kritischen Lasten davon betroffen sind. Diese Tests können mit verschiedenen Lasten bis zur vollen Auslastung durchgeführt werden. Häufig müssen Lastbänke eingebracht werden, welche die vorgesehenen Lasten ersetzen. Bedenken Sie jedoch, dass diese nicht dem Leistungfaktor der Computerlasten entsprechen. Wenn keine speziellen Blindlastbänke zur Verfügung stehen, sollten zusätzliche Tests mit den tatsächlichen Lasten durchgeführt werden, sobald diese verfügbar sind.

Eine Möglichkeit, die bei Verwendung speziell angepasster Generatoren, ATS- und USV-Lösungen mehrerer Hersteller auftretenden komplizierten Probleme und Tests zu vermeiden, ist die Spezifikation eines Komplettsystems, das von einem einzigen Hersteller nach den ISO 9000-Normen vorgefertigt, hergestellt und getestet wurde. Ein weiterer Vorteil vorgefertigter Systeme ist die infolge genormter Herstellungsverfahren ständig zunehmende Qualität und Zuverlässigkeit, wodurch Mängel ausgemerzt werden (Zuverlässigkeitszunahme).

Ergebnisse
Das Antriebsaggregat liefert die Energie für das Generatorsystem und benötigt einen präzise arbeitenden Leistungsregler, damit bei Lastwechseln eine stabile Frequenz erzeugt wird. Wechselstrommaschine, Spannungsregler und andere Regler sind erforderlich, um Wechselstrom guter Qualität zu erzeugen und an den Transfer-Switch zu übertragen, der die kritischen Lasten damit versorgt. Herkömmliche Generatorsysteme können kompliziert sein, was teurere Konstruktionen und ein größeres Fehlerpotenzial zur Folge hat. Eine Alternative sind vorgefertigte Systeme, die dank genormter Herstellungsverfahren eine höhere Zuverlässigkeit bieten.