

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Verfügbarkeit, Ausschreibung, Service, nichtlineare Lasten und Planung

Erschienen in der Fachzeitschrift Spektrum^{GT} 5/2001

– Markus Gehrig –

Eine USV-Anlage ist kapitalintensiv, deshalb sollte ihre Wirkung möglichst effektiv zum Tragen kommen. Damit dies geschieht, ist bei der Projektierung auf verschiedene Kriterien zu achten. Im nachstehenden Bericht wird auf einige ausgesuchte Punkte kurz eingegangen.

Warum eine USV

Wenn eine USV-Anlage installiert und betrieben wird, soll sie in einem adäquaten Verhältnis zum Risiko stehen. Grundsätzlich sollte die Investition und die Betriebskosten zur Minderung des Risikos zusammen nur so gross sein, wie das Risiko selbst, nämlich das Produkt aus Schadensausmass und Eintretenswahrscheinlichkeit.

Die stark vereinfachte Ungleichung lautet:

$$I + B \leq S \cdot (E1 - E2)$$

I = Investition

B = Betriebskosten

S = Schadensausmass

E1 = Eintretenswahrscheinlichkeit ohne USV

E2 = Eintretenswahrscheinlichkeit mit USV

Normalerweise wird nur die linke Seite der Ungleichung ausgewertet und danach beurteilt ob die Investition sinnvoll ist. Da die rechte Seite nicht oder ungenügend bekannt ist, wird meistens nur gefühlsmässig abgeschätzt ob die Massnahme genügt.

Wie sollten Redundanzen aussehen

Redundanz bedeutet Überflüssigkeit. Es werden also Komponenten eingebaut, die für den normalen Betrieb überflüssig sind, und welche dann wirken, wenn eine Komponente ausfällt. Die Effektivität einer Investition ist allerdings nur dann gegeben wenn die Redundanz uneingeschränkt wirken kann. Dazu sind einige Erläuterungen notwendig:

Der Redundanzgrad bestimmt die Verfügbarkeit, oder einfacher ausgedrückt die Sicherheit des gesamten USV-Systems: eine aus zwei Anlagen ist nicht die selbe Redundanz wie eine aus drei

oder mehr Anlagen. Bei mehr als vier Anlagen sollte auch die Anzahl der überflüssigen Anlagen erhöht werden. Die Tendenz zur Leistungsmodularität, d.h. kleine Leistungseinheiten werden parallelgeschaltet, erfordert eine entsprechend sorgfältige Projektierung und Installationsaufführung. Denn die Auswirkungen eines ungenügenden Lastabgleichs nehmen zu mit grösserer Anzahl parallelgeschalteter Anlagen.

Die vor- und nachgeschalteten Schaltanlagen sollten in vergleichbarer Qualität ausgeführt sein. Besonders der Auswechselbarkeit der Schalter, der Dimensionierung und der Übersichtlichkeit sollte hohe Beachtung geschenkt werden. Ausserdem ist immer ein aktuelles Prinzipschema im Anlagenraum aufzuhängen. Daraus sollten alle funktionalen Zusammenhänge ersichtlich sein.

Einfluss des Services

Für die Verfügbarkeit der USV ist aber nicht nur die MTBF massgebend sondern auch die MTTR, nämlich jene Zeit, welche benötigt wird um ein System zu reparieren. Dazu ist eine kurze Interventionszeit und eine Bauweise welche eine rasche Instandsetzung zulässt notwendig.

Reine Handelsfirmen können eine gleichwertige USV billiger anbieten als Lieferanten und Hersteller, welche eine leistungsfähige Serviceabteilung unterhalten. Deshalb ist der Service einer Firma hoch zu bewerten. Der Service ist der Investitionsschutz.

Moderne USV-Anlagen sind entweder in Leistungs- oder in Funktionsmodulen aufgebaut, welche im Schadenfall rasch ersetzt werden können.

Die Ausschreibung einer USV

Mit der Ausschreibung kann sich der Planer beim Bauherr profilieren. Eifrig werden Submissionen früherer Anlagen, Standardtexte verschiedener Lieferanten (unterschiedlicher Systeme) und sogar Devis der Konkurrenten zusammengetragen, zusammengeschnitten und zusammengefügt. Das Resultat lässt sich zeigen: Ein Werk mit vielen interessanten Fachausdrücken, Spezifikationen und Formeln, welches beim Durchblättern Kompetenz des Planers erahnen lässt. Der Anbieter weiss genau was er zu liefern hat: Einen Apfel geschützt mit einer Schale wie jene eine Orange. Aber selbstverständlich soll diese Frucht riechen wie eine Grapefruit und einen Geschmack einer Banane haben. Ach ja – und die Farbe muss natürlich...

Die Aufgabe einer Ausschreibung ist die Schaffung von Transparenz. USV kann mit verschiedenen Technologien realisiert werden. In der Spezifikation sollten Fragen über die Technologie, die Ausrüstung und Optionen Niederschlag finden. Die Leistungsdefinitionen, Begriffsdefinitionen und die Minimalanforderungen sollten genau formuliert werden. Mit den eingehenden Angeboten kann der Ingenieur einen Offertspiegel

erstellen, welcher nicht nur die Preise sondern auch technische Kriterien vergleicht.

Bei der Ausschreibung ist in Bezug auf die Verfügbarkeit, noch folgende Anmerkung wichtig: Die grösste Stärke einer USV ist, dass sie ein Standardprodukt ist und das auch bleiben sollte. Durch die Ausschreibung sollte der Lieferant nicht zu Speziallösungen gezwungen werden. Eine spezielle Signalschnittstelle kann auch ausserhalb der USV realisiert werden, wenn zum Beispiel eine Kontaktvervielfachung oder ähnliches notwendig ist, kostet das nicht alle Welt.

Nicht Standard-Anlagen sind schwieriger und teurer zu Warten, da der Servicetechniker nicht mit seinem Standardwissen arbeiten kann, sondern noch zusätzlich zur Vorbereitung jedes Mal auch noch die anlagespezifischen Informationen lesen muss. In einem Notfalleinsatz könnte dies eine Falle sein. Ausserdem sind Nichtstandards auch in der Produktion teuer, besonders eine Spezialfarbe.

Nicht lineare Lasten

Die Schaltnetzgeräte (Switch Mode Power Supplies) welche heute in allen möglichen elektronischen Geräten eingebaut sind, verursachen Netzurückwirkungen vor allem im Bereich der 3. Harmonischen.

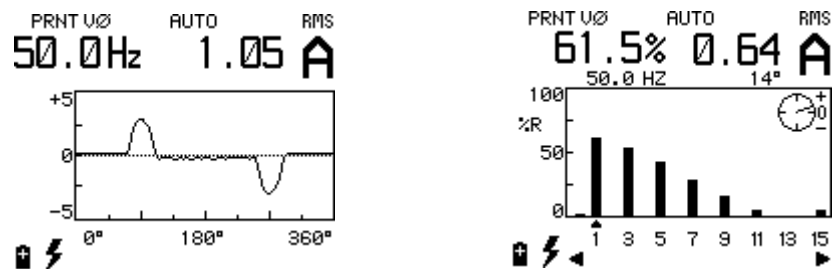


Abbildung 1: Laststrom eines PC's im Zeit- und Frequenzbereich

Neben der Harmonischenanalyse (Fourier) ist auch der Crestfaktor, oder auch Scheitelfaktor genannt, ein Mass für die Verzerrung also die Abweichung von der reinen Schwingung. Der Crestfaktor ist das Verhältnis aus dem Scheitelwert und dem Effektivwert und ist demnach ein indirektes Mass für die Verzerrung.

Es werden oft Crestfaktoren von 3 und mehr erwartet. Bei allen USV-Anlagen sind dem Crestfaktor Grenzen gesetzt. Das will die Physik so. Der Hersteller hat aber unterschiedliche Möglichkeiten, damit umzugehen. Für den Kunden ist es am meisten von Vorteil, wenn der Lieferant den maximalen Crestfaktor angibt, bei welchem die nominelle Spannungsverzerrung (THDu) gehalten werden kann. Angaben wie der Crestfaktor kann beliebig hoch sein, tönen zwar verführerisch, die Ernüchterung ist aber umso intensiver: Die Sinusform der Spannung wird im Peakbereich flachgedrückt und somit verzerrt.



Abbildung 2: USV-Anlagen mit je 120 kVA

Überlastung

Eine dauernd an der Grenze ihrer Belastbarkeit betriebene USV-Anlage birgt ein hohes Sicherheitsrisiko welches in die Betrachtungen einbezogen werden muss.

Die Eckdaten kVA und $\cos \varphi$ beschreiben nur den Idealfall. In der Praxis beeinflussen aber neben der Phasenverschiebung auch die Stromform und andere lastbedingte Faktoren die Belastbarkeit. Bei einer vermeintlich «guten» Auslastung, kann eine Abweichung vom Idealfall schnell eine latente Überlastung der Anlage bedeuten.



Abbildung 3: Batterieanlage zu USV

Der Autor ist Inhaber eines Ingenieurbüros, das sich ausschliesslich mit Stromversorgungen auseinandersetzt. Das Büro bietet u.a. Beratung, Planung und Messtechnik im Zusammenhang mit USV-Anlagen an.

Autor:

Markus Gehrig
Dipl. El. Ing. TS/REG B
MG Power Engineering AG
Strehlgasse 32, 8600 Dübendorf
Telefon: 044 882 17 18
Telefax: 044 882 17 19
Internet: www.power-engineering.ch
E-mail: m.gehrig@power-engineering.ch