

USV-Grundlagen

So funktionieren unterbrechungssichere Stromversorgungen

Wer beim Arbeiten am PC schon einmal wichtige Daten durch einen Stromausfall verloren hat, wünscht sich eine unterbrechungssichere Stromversorgung. Sie sitzt zwischen Steckdose und Rechner und versorgt PC und Monitor akkugestützt mit Energie, wenn die Netzspannung unter einen kritischen Wert sinkt.

Von Rudolf Opitz

Einfache unterbrechungssichere Stromversorgungen (USVs) enthalten einen Bleigel-Akku samt Ladeelektronik, eine Wechselrichterschaltung und eine Spannungsüberwachung. Im Normalbetrieb ist der Netzeingang mit dem Ausgang und den daran angeschlossenen Geräten verbunden. Der Energieverbrauch der USV beschränkt sich dann auf die Erhaltungsladung des Akkus und die Kontrolle der Netzspannung. Letzteres übernimmt bei aktuellen Geräten ein Mikrocontroller.

Sinkt die Netzspannung unter einen bestimmten Wert, der meist bei 170 Volt liegt, aktiviert die USV den Wechselrichter. Der produziert aus der 12-Volt-Gleichspannung des Akkus 230 Volt Wechselspannung. Danach schaltet ein Relais auf den Ausgang des Wechselrichters um, der dann die Versorgung von PC und Monitor übernimmt (Stützbetrieb). Gleichzeitig meldet ein Signalpieper den Netzausfall und den Stützbetrieb. Der gesamte Umschaltvorgang dauert nur 4 bis 10 Millisekunden und liegt innerhalb der Stützzeit von ATX-Netzteilen (mindesten 16 ms laut ATX-Norm).

Wechselrichter

Das Herz einer USV ist der Wechselrichter, der aus der Gleichspannung der Batterie 230 Volt Wechselspannung erzeugt. Einfache für PCs gedachte USVs enthalten Stufen- oder Trapez-Wechsel-

richter, deren Ausgangsspannung eher rechteckig ist, sich aber mit wenig Aufwand generieren lässt. Dazu polen vier Schalter in Brückenordnung die Gleichspannung am Eingang hundert Mal pro Sekunde um, was am Ausgang eine 50-Hertz-Wechselspannung ergibt. Als Schalter kamen früher Thyristoren zum Einsatz, heute sind es in der Regel MOSFETs (Metall-Oxid-Feldeffekt-Transistoren).

Die notwendige Höhe der Netzspannung könnte man zwar mit einem Transformator erreichen, doch würde der bei Nennlasten von mehreren hundert Watt zu groß und schwer. Daher sitzt in den meisten USVs vor der Wechselrichterbrücke ein Gleichspannungs-Aufwärtswandler, der die Batteriespannung auf die für die Wechselrichtung passende Höhe bringt. So spart man sich den teuren Trafo und verbessert obendrein den Wirkungsgrad.

Mit der mehr oder weniger rechteckförmigen Ausgangsspannung kommen Schaltnetzteile von PCs und Monitoren gut zurecht, für induktive Lasten (Motoren, Drucker) taugt sie nicht. Braucht man am USV-Ausgang eine saubere Sinusspannung, muss der Wechselrichter die Spannung per Pulsweitenmodulation (PWM) generieren und über ein Ausgangsfilter glätten. Solche Sinuswechselrichter sind teurer und finden sich in USVs für empfindlichere Geräte in Krankenhäusern, Rechenzentren und Industrie.

(Un)abhängigkeit

Einfache USVs nennt man Standby- oder VFD-Modelle (Voltage and Frequency Dependent). Günstige Geräte ab 40 Euro können einen Bürorechner samt Monitor drei bis zehn Minuten lang im Stützbetrieb versorgen [1]. Das reicht, um offene Dateien zu speichern und den PC herunterzufahren.

Ein weiterer USV-Typ kann kleinere Schwankungen der Netzspannung ausgleichen, ohne gleich in den Stützbetrieb zu wechseln. Diesen Typ nennt man VI

(Voltage Independent) oder Line interactive. Bei teureren Modellen mit hoher Nennleistung kommt ein bidirektionaler Wechselrichter zum Einsatz, der die Ladespannung des Akkus generiert und Schwankungen der Wechselspannung am Ausgang ausgleicht; die Frequenz folgt der Eingangsspannung. In kleineren und günstigen VI-USVs findet man einen großen Trafo mit mehreren Anzapfungen (siehe Bild rechts unten). Erkennt der Mikrocontroller eine Abweichung der Eingangsspannung nach oben oder unten, schaltet er einfach auf eine passende Anzapfung des Trafos um. Ein Alarm wird dann noch nicht ausgelöst; man hört lediglich ein Relais klicken. Erst bei stärkeren Abweichungen schaltet die USV in den Stützbetrieb und gibt eine Warnung aus.

Hat die USV eine Schnittstelle zum PC – bei Geräten für Einzel-PCs ist es in der Regel USB –, werden alle Events je nach Software protokolliert; bei Stützbetrieb kann das Betriebssystem automatisch heruntergefahren werden.

Der dritte USV-Typ, die Online-USV oder VFI (Voltage and Frequency Independent) ist eher für Server und Hochverfügbarkeitsrechner interessant: Sie koppelt die angeschlossenen Geräte komplett vom Stromnetz ab. Im Normalbetrieb lädt der Netzeingang lediglich das Akkupack; der Wechselrichter – bei einer VFI meist ein hochwertiger Sinuswandler – läuft ständig und versorgt die Verbraucher. Netzspannung und -frequenz lassen sich bei vielen Modellen sogar einstellen.

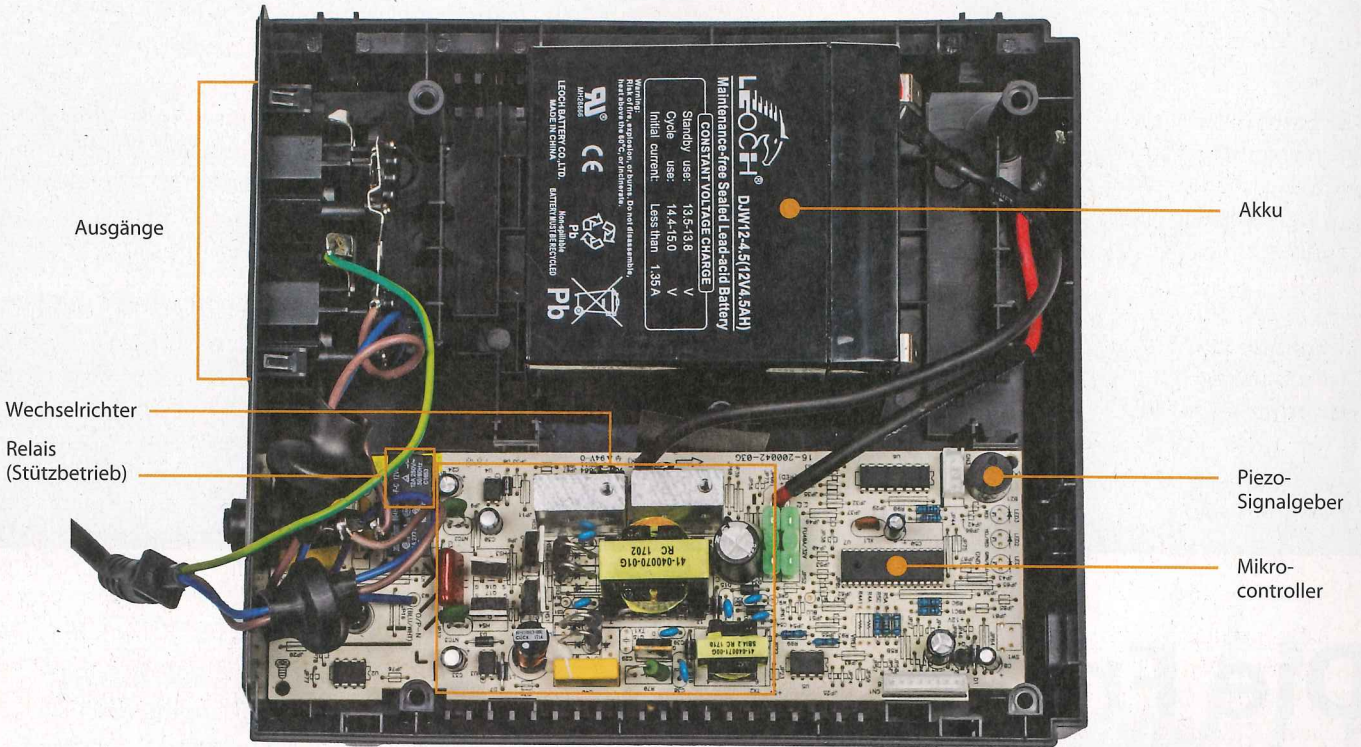
Online-USVs sind allerdings deutlich teurer als die anderen USV-Typen und schlucken selbst mehr Strom. Ihr Wirkungsgrad liegt daher nur bei etwa 85 Prozent. Offline- und Line-interactive-USVs haben üblicherweise einen Wirkungsgrad von 95 bis 98 Prozent. (rop@ct.de) ct

Literatur

[1] Rudolf Opitz, Blackout-Versicherung, Günstige USVs für den Büro-PC, c't 3/2018, S. 110

Aufbau von VFD- und VI-USVs

VFD- oder Offline-USV (BlueWalker VFD 400)



VI-USV (Line interactive, CyberPower UT 700E)

