

Schlussbericht **November 2005**

Erarbeitung eines Code of Conduct für USV-Anlagen

Schnyder Ingenieure AG, Bösch 23, 6331 Hünenberg

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung / Résumé / Summary.....	1
1. Ausgangslage	4
2. Zielsetzung	4
3. Grundlagendokumente für den Code of Conduct.....	5
3.1. Übersicht	5
3.2. Optimierter Einsatz von USV-Anlagen.....	5
3.3. Messverfahren für USV-Anlagen und Q/E-Matrix	6
3.4. Label für USV-Anlagen	6
3.5. Checkliste für eine funktionale Musterausschreibung	6
4. Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen	7
4.1. Aufbau	7
4.2. Beschreibender Teil des Code of Conduct.....	7
4.3. Anhänge zum Code of Conduct.....	7
4.3.1. Generelle Grundregeln.....	7
4.3.2. Zielwerte und Zeitpläne.....	7
4.3.3. Informationen für die Planer und Anwender	8
4.3.4. Energie Management Richtlinien.....	8
4.3.5. Datenblatt zum Code of Conduct für USV-Anlagen	8
5. Einbringen des Code of Conduct für USV-Anlagen in den EU Raum	9
6. Ausblick.....	9
7. Literatur und Quellen.....	10
8. Anhänge.....	10

ZUSAMMENFASSUNG / RÉSUMÉ / SUMMARY

Zusammenfassung

Die in der Zeit von 1998 – 2004 in mehreren Arbeitsgruppen erstellten umfangreichen Grundlagen bezüglich der Energieeffizienz von USV-Anlagen sollen eine breite Anwendung finden. Dazu wird angestrebt, das vorhandene Wissen im Rahmen eines Code of Conduct für USV-Anlagen und einem Label für USV-Anlagen in den EU Raum einfließen zu lassen. Erste Kontakte mit der entsprechenden EU Commission haben gezeigt, dass diesbezüglich ein Interesse von der Seite der EU besteht.

Gemeinsam mit einer durch das Bundesamt für Energie ins Leben gerufenen USV-Trendwatching-Gruppe, die im Wesentlichen aus Vertretern der Industrie besteht, wurde ein Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen erarbeitet. Der Code of Conduct basiert bezüglich der Form auf einem bereits im EU Raum angewendeten Code of Conduct für Settop Boxen. Der Inhalt ist jedoch auf die Energieeffizienzwerte von USV-Anlagen ausgerichtet, wie diese in der Qualitäts-/Energie-Matrix und dem zugehörigen Messverfahren der vorhergehenden Projekte aufgeführt sind.

Der Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen wurde an einer gemeinsamen Sitzung mit der entsprechenden EU Commission, offiziellen Vertretern der CEMEP, mehreren europäischen Herstellern von USV-Anlagen und dem BFE präsentiert und diskutiert. Die CEMEP als Vertreterin der europäischen Hersteller von USV-Anlagen zeigte sich interessiert am Entwurf des Code of Conduct und wird diesen in das CEMEP-Meeting vom Dezember 2005 einbringen.

Die CEMEP wird abklären, wie gross die Bereitschaft bei den Herstellern von USV-Anlagen für die Anwendung eines Code of Conduct für USV-Anlagen ist. Entsprechend den Ergebnissen dieser Abklärung wird die CEMEP die Einführung des Code of Conduct vorantreiben und die Stellungnahmen der europäischen Hersteller in die definitive Version des Code of Conduct einfließen lassen.

Zudem wird die CEMEP statistische Angaben über die in Europa eingesetzten USV-Anlagen zusammentragen, um daraus die Notwendigkeit zur weiteren Verbesserung der Energieeffizienz von USV-Anlagen resp. die Notwendigkeit zur Anwendung eines Code of Conduct ableiten zu können.

Im Nachgang zur Sitzung mit der EU Commission haben einzelne Hersteller von USV-Anlagen signalisiert, dass sie die Bestrebungen des BFE zur Erstellung eines Code of Conduct unterstützen und innerhalb der CEMEP für die Einführung eines Code of Conduct plädieren werden.

Résumé

Elaborés de 1998 à 2004 par plusieurs groupes, les fondements relatifs à l'efficacité énergétique des appareils ASC devraient déboucher sur une application à grande échelle. Pour atteindre cet objectif, il est voulu que la présente connaissance exerce son influence dans le cadre du Code of Conduct et du Label pour appareils ASC dans les pays de l'union européenne. Les premiers contacts avec la commission de l'union européenne révèlent un intérêt certain du côté de l'UE.

Une esquisse du Code of Conduct pour appareils ASC a été élaboré conjointement au groupe de suivi „appareils ASC“. Ce groupe, créé par l'Office fédéral de l'énergie, se compose essentiellement de représentants de l'industrie. En ce qui concerne la forme, le Code of Conduct se base sur un Code of Conduct pour systèmes de service de la télévision digitale, déjà appliqué dans les pays de l'UE. Le contenu est toutefois orienté vers les valeurs d'efficacité énergétiques des appareils ASC, telle que spécifiés dans des matrices énergétiques et de qualité ainsi que dans la méthode de mesure des projets antérieurs.

Le projet du Code of Conduct pour appareils ASC a été présenté et examiné lors de réunions avec la commission de l'UE, représentants officiels de CEMEP, plusieurs fabricants européens pour des appareils ASC ainsi que l'Office fédéral de l'énergie. Le CEMEP, représentant des fabricants européens des appareils ASC, se montre intéressé au projet du Code of Conduct et le présentera au cours de la réunion du CEMEP au mois de décembre 2005.

Le CEMEP définira l'importance réelle de la volonté des fabricants d'appareils ASC à adapter le Code of Conduct à leurs appareils ASC. Conformément aux résultats de cette clarification, le CEMEP propulsera l'introduction du Code of Conduct tout en tenant compte des avis des fabricants européens dans la version définitive du Code of Conduct.

En outre, le CEMEP réunira les données statistiques pour appareils ASC utilisés en Europe dans le but de dériver la nécessité de l'augmentation de l'efficacité énergétique des appareils ASC ainsi que d'une application d'un Code of Conduct.

Suite à la réunion de la commission de l'UE, différents fabricants d'appareils ASC ont fait part de leur soutien aux efforts de l'Office fédéral pour l'énergie visant à établir un Code of Conduct. De plus, ces producteurs plaident pour l'introduction d'un Code of Conduct dans le CEMEP.

Summary

The documents produced by several working groups in earlier projects concerning the quality and energy efficiency of uninterruptible power supply (UPS) systems dating from 1998 to 2004 shall find a broad application. To reach this goal the existing knowledge shall flow into the European Union (EU) in a form of a Code of Conduct for UPS Systems and in form of a Label for UPS System. First contacts with the appropriate EU Commission showed that in this connection an interest from the side of the European Union exists.

Together with a UPS Trendwatching group, which was appointed by the Swiss Federal Office of Energy (SFOE) and essentially consists of representatives of the industry, a draft of the Code of Conduct for UPS Systems was written. Concerning the form, the Code of Conduct is based on the Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems, which is already applied in the EU. The content of the Code of Conduct for UPS Systems, however, is based on the efficiency of energy of UPS Systems, as this is specified in the Quality/Energy Matrix and the associated measurement procedures of former project activities.

The draft of the Code of Conduct for UPS Systems was presented and discussed at a meeting with the appropriate EU Commission, official representatives of CEMEP, several European manufacturers of UPS Systems and the SFOE. The CEMEP as a representative of the European manufacturers of UPS Systems is interested in the draft of the Code of Conduct and will discuss it in CEMEP Meeting in December 2005.

The CEMEP will check, whether the manufacturers of UPS Systems are interested to follow the conditions of a voluntary Code of Conduct for UPS Systems. According to the results of this check the CEMEP will continue with the introduction of the Code of Conduct and will consider the statements of the European manufacturers to set up the final version of the Code of Conduct.

Besides, the CEMEP will gather statistic data concerning the UPS Systems used in Europe, in order to estimate the need for the further improvement of the efficiency of energy of UPS Systems respectively the need for the application of a Code of Conduct.

In the follow-up of the meeting with the EU Commission some manufacturers of UPS Systems pointed out, that they will support the efforts of the SFOE to set up a Code of Conduct for UPS Systems and that they will strongly support within the CEMEP for the introduction of the Code of Conduct.

1. AUSGANGSLAGE

Die EU hat bereits in mehreren Bereichen freiwillige Vereinbarungen mit der jeweiligen Industrie getroffen, um die Effizienz der diesbezüglichen Geräte zu fördern. Dabei werden üblicherweise gemeinsame Ziele definiert, die in einem bestimmten Zeithorizont durch die Industrie zu erreichen sind. Als Vereinbarungsform werden verschiedene Ausprägungen wie Voluntary Agreement oder Code of Conduct verwendet.

So hat beispielsweise die EU mit der CEMEP (European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics) ein Voluntary Agreement getroffen, in welcher bestimmt wurde, dass durch die Industrie für Elektromotoren bezüglich dem eff3-Typ eine Reduktion von 50 %, kumulativ bis ins Jahr 2003 im Vergleich zu den 98-er Verkaufszahlen erreicht werden muss. Im Bereich der Settop-Boxen wurde in einem mehrjährigen EU-Prozess ein Code of Conduct erarbeitet, der zu erreichende Verbrauchswerte für diese Geräte definiert und von mehreren Unternehmen der einschlägigen Industrie unterschrieben wurde.

In der Zeit von 1998 - 2004 wurden in Arbeitsgruppen und zuletzt durch eine vom Bundesamt für Energie (BFE) ins Leben gerufene USV-Trendwatching-Gruppe umfangreiche Grundlagen zum Thema der Energieeffizienz von USV-Anlagen erarbeitet. Die USV-Trendwatching-Gruppe besteht im Wesentlichen aus Vertretern der Industrie und unterstützt die entsprechenden Arbeiten.

Um die Ergebnisse aus diesen Aktivitäten auch breitenwirksam umsetzen zu können, entwickelte sich die Idee, für die USV-Anlagen ein Label, eine Energieetikette und/oder einen europäischen Code of Conduct auszuarbeiten. Nur damit kann die erforderliche Breitenwirkung und Durchsetzungskraft erreicht werden. Vorgespräche mit dem zuständigen EU-Vertreter und diverse bilaterale Abklärungen haben ergeben, dass die EU bereit ist, auf der Basis der schweizerischen Arbeiten einen europäischen Code of Conduct und auch ein Label zu diskutieren. Auch die Schweizerische USV-Industrie hat sich positiv zu einem derartigen Vorgehen ausgesprochen.

2. ZIELSETZUNG

Im Rahmen des Projektes Code of Conduct für USV-Anlagen waren die Grundlagen für die Umsetzung eines europaweiten Code of Conduct im USV-Bereich vorzubereiten. Die letztendliche Umsetzung soll dann auf europäischer Ebene erfolgen, wobei die Schweiz aufgrund des vorhandenen Fachwissens bei der EU eine unterstützende Funktion haben wird.

Es bestand zudem der Konsens im Sinne einer freiwilligen Vereinbarung, dass die Arbeiten einvernehmlich mit der Industrie und dem BFE auszuarbeiten und zu verabschieden sind. Dazu wurde die bestehende USV-Trendwatching-Gruppe in die Arbeiten eingebunden.

3. GRUNDLAGENDOKUMENTE FÜR DEN CODE OF CONDUCT

3.1. Übersicht

In mehreren Projekten vorgängig zur Erarbeitung des Code of Conduct für USV-Anlagen wurden in Arbeitsgruppen verschiedene Dokumente zur Energieeffizienz von USV-Anlagen erarbeitet, deren Zusammenhang ist in Abbildung 1 dargestellt.

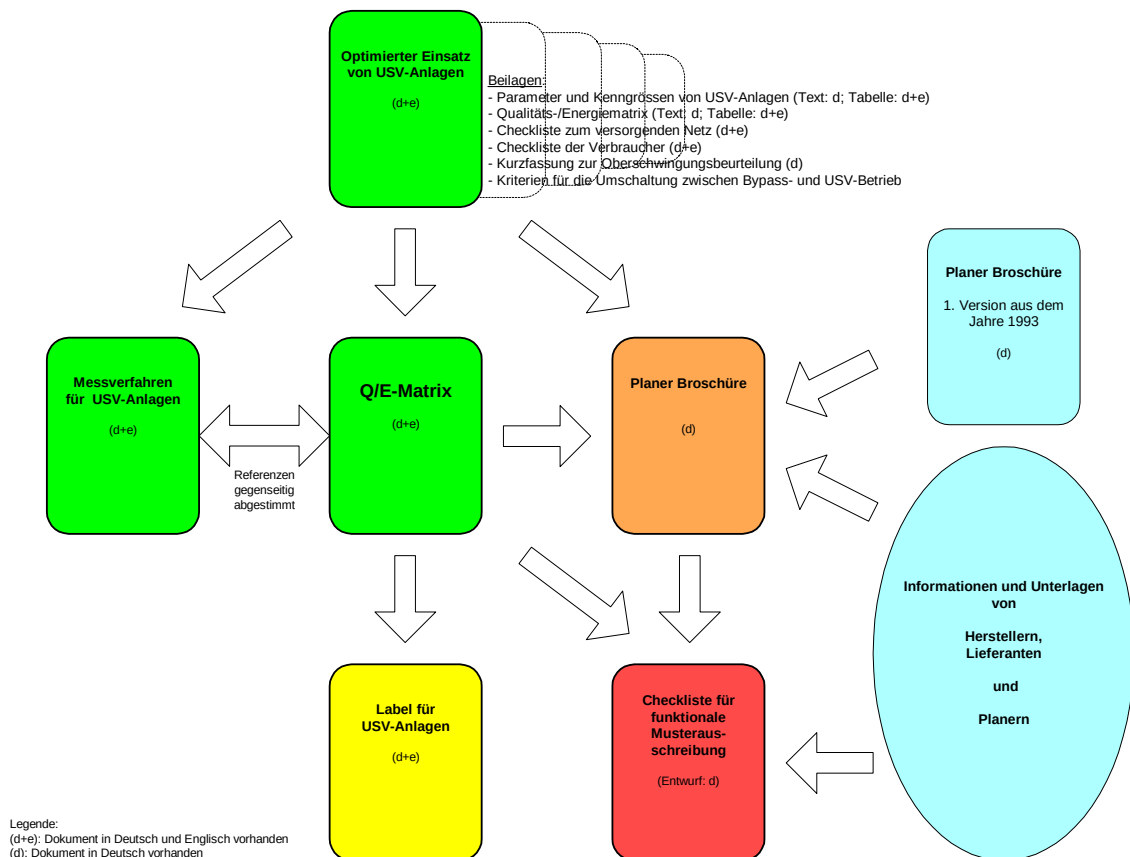


Abbildung 1: Überblick über die bisher erarbeiteten Dokumente zu USV-Anlagen

Diese Dokumente bilden die technische Grundlage für den Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen. Einzelne dieser Dokumente wurden im Rahmen des Projektes aktualisiert.

3.2. Optimierter Einsatz von USV-Anlagen

Das Dokument „Optimierter Einsatz von USV-Anlagen“ [1] bildet die Basis für sämtliche im Auftrag des BFE erstellten weiteren Dokumente bezüglich der Energieeffizienz von USV-Anlagen. Als wesentliche, daraus hervorgegangenen Dokumente sind die Qualitäts-/Energie-Matrix und das Messverfahren zu betrachten, die auch die Grundlage für die im Code of Conduct zu erfassenden Daten definieren. Als Umsetzungshilfe für Planer und Betreiber von USV-Anlagen dient die auf diesen Grundlagen basierende Planerbroschüre [2].

Eine Zusammenfassung der Planerbroschüre liegt mit dem Merkblatt „Optimierter Einsatz von USV-Anlagen“ vor (Anhang 1).

3.3. Messverfahren für USV-Anlagen und Q/E-Matrix

Das in den vorhergehenden Projekten erarbeitete Messverfahren für USV-Anlagen wurde überarbeitet, so dass es als Grundlage für die Festlegung und Überprüfung der Zielwerte im Code of Conduct für USV-Anlagen angewendet werden kann. Die wesentliche Überarbeitung bestand darin, die englische Version des Messverfahren auf den gültigen internationalen Standard IEC 62040-3 anzupassen. Aus dem vorliegenden aktuellen Messverfahren „Test and Measurement Procedures to set up the Quality-/Energy-Matrix for UPS“ (Anhang 2) wird der Teil, der die Effizienz- und Verlustmessung betrifft, für den Code of Conduct für USV-Anlagen benötigt.

Das Messverfahren ist als eine Ergänzung zu IEC 62040-3 zu betrachten, da es die Ausführung der Messungen bezüglich der Qualität und Energieeffizienz von USV-Anlagen im Detail beschreibt. Eine Aufnahme dieser Details in eine überarbeitete Version der IEC 62040-3 wurde in Erwägung gezogen.

3.4. Label für USV-Anlagen

In Ergänzung zum Code of Conduct für USV-Anlagen soll für kleine 1-phasige USV-Anlagen mit einer Leistung bis 6 kVA ein Label erstellt werden, um damit die Anwender auf eine einfache überschaubare Art umfassend über die Qualität und die Energieeffizienz der kleinen USV-Anlagen zu informieren. Der Aufbau des Labels für kleine USV-Anlagen ist in Anhang 3 in Deutsch und in Anhang 4 in Englisch beschrieben.

3.5. Checkliste für eine funktionale Musterausschreibung

Ein Dokument, das den Planern von USV-Anlagen helfen soll, energieeffiziente Anlagen einzusetzen, die der geforderten Qualität entsprechen, besteht mit der Checkliste für die Ausschreibung von kleinen USV-Anlagen (Anhang 5). Diese Musterausschreibung enthält nebst der geforderten Qualität auch Vorgaben für die Energieeffizienz entsprechend dem Code of Conduct für USV-Anlagen.

4. ENTWURF DES CODE OF CONDUCT FÜR USV-ANLAGEN

4.1. Aufbau

Der Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen (Anhang 6) wurde in englischer Sprache erstellt, da er nicht primär in der Schweiz, sondern aufgrund der Breitenwirksamkeit in der EU angewendet werden soll. Der formale Aufbau entspricht demjenigen des bestehenden Code of Conduct für Settop Boxen [3]. Der Inhalt ist jedoch auf die Energieeffizienzwerte von USV-Anlagen ausgerichtet, wie diese in der Q/E-Matrix aufgeführt sind.

Der Code of Conduct für USV-Anlagen ist unterteilt in einen kurzen beschreibenden Teil und in Anhänge mit Detailangaben zu den allgemeinen Grundregeln, den Zielwerten und den erforderlichen Informationen.

4.2. Beschreibender Teil des Code of Conduct

Der Grund für die Ausarbeitung und Anwendung eines Code of Conduct für USV-Anlagen liegt darin, dass die Energieverluste, die durch alle im EU Raum eingesetzten USV-Anlagen verursacht werden, nicht zu vernachlässigen sind und daher so gering wie möglich gehalten werden sollen. Daraus leitet sich auch das Ziel des Code of Conduct ab, den Energieverbrauch zu minimieren, resp. die Energieeffizienz zu maximieren.

Der Code of Conduct für USV-Anlagen betrifft lediglich statische Anlagen mit einer Nennspannung von 400/230 V. Die rotierenden USV-Anlagen sind vom Code of Conduct nicht betroffen.

Die Unterzeichner des Code of Conduct für USV-Anlagen verpflichten sich die im Code of Conduct definierten Vorgaben einzuhalten und sind auch bereit die für die Überprüfung notwendigen Informationen bezüglich der Energieeffizienz der entsprechenden EU Commission zu liefern.

4.3. Anhänge zum Code of Conduct

4.3.1. Generelle Grundregeln

Die Unterzeichner des Code of Conduct für USV-Anlagen werden in die Pflicht genommen, ihre Anlagen so ausulegen, dass die Energieverluste minimiert werden. Dies soll durch entsprechende verlustarme Komponenten, den Aufbau der Anlagen wie auch durch die Art des Betriebes erfolgen.

4.3.2. Zielwerte und Zeitpläne

Für die drei Standardtypen von USV-Anlagen „Doppelwandler Anlagen“, „Line Interactiv Anlagen“ und „Passiv Stand-by Anlagen“ werden für die drei Leistungsbereiche 10 kVA – 40 kVA, 40 kVA – 120 kVA sowie 120 kVA und grösser bei unterschiedlichen Belastungen und verschiedenen Betriebsarten die minimalen Energieeffizienzwerte definiert. Die Zielwerte werden für die nächsten beiden Jahre und leicht verbesserte Werte für die darauf folgenden beiden Jahre festgelegt. Zusatzkomponenten werden mit entsprechenden Zusatzverlusten berücksichtigt.

4.3.3. Informationen für die Planer und Anwender

Die Unterzeichner des Code of Conduct für USV-Anlagen erklären sich zusätzlich zur Erreichung der Zielwerte bereit, falls die EU das Label akzeptiert und umsetzt, das Label für kleine USV-Anlagen einzusetzen und für grosse Anlagen die Q/E-Matrix auszufüllen, um so die Planer und Anwender von USV-Anlagen möglichst gut über die Qualität und die Energieeffizienz der einzelnen USV-Anlagen zu informieren.

4.3.4. Energie Management Richtlinien

Die Hersteller von USV-Anlagen sollen bestrebt sein, die Anlagen so zu erstellen, dass diese wenn immer in einer möglichst energieeffizienten Art betrieben werden.

4.3.5. Datenblatt zum Code of Conduct für USV-Anlagen

Die Unterzeichner des Code of Conduct erklären sich zudem bereit, der EU Commission jährlich die vereinbarten Informationen bezüglich der Energieeffizienz zu jedem Typ von USV-Anlage mitzuteilen.

5. EINBRINGEN DES CODE OF CONDUCT FÜR USV-ANLAGEN IN DEN EU RAUM

Der Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen und die weiteren in englischer Sprache vorhandenen Dokumente, wie das Messverfahren, die Q/E-Matrix und das Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen wurde in die EU eingebracht. An einer gemeinsamen Sitzung mit der entsprechenden EU Commission, der CEMEP, mehreren europäischen Herstellern von USV-Anlagen und dem BFE wurde der Entwurf des Code of Conduct für USV-Anlagen präsentiert und diskutiert.

Die CEMEP als Vertreterin der europäischen Hersteller von USV-Anlagen zeigte sich interessiert am Entwurf des Code of Conduct und wird diesen in das CEMEP-Meeting vom Dezember 2005 einbringen.

Die erste Reaktion der europäischen Hersteller von USV-Anlagen auf den Entwurf des Code of Conduct war im Grundsatz positiv. Folgende Einschränkungen wurden angebracht:

- Für den Erfolg des Code of Conduct ist es wichtig, dass dieser von den öffentlichen Beschaffungsstellen mit unterzeichnet wird, d.h. dass sich diese Beschaffungsstellen verpflichten, nur noch USV-Anlagen von Unternehmen einzukaufen, die sich auf den Code of Conduct für USV-Anlagen verpflichtet haben.
- Die Q/E-Matrix soll kein verpflichtender Teil des Code of Conduct sein, sondern lediglich als Information dienen.
- Der Code of Conduct darf zu keiner Qualifizierung der USV-Anlagen von verschiedenen Herstellern führen.
- Die Zielwerte des Entwurfs müssen überarbeitet werden und sollen auch danach laufend der technischen Entwicklung angepasst werden.

6. AUSBLICK

Die CEMEP wird abklären, wie gross die Bereitschaft bei den Herstellern von USV-Anlagen für die Anwendung eines Code of Conduct für USV-Anlagen ist. Entsprechend den Ergebnissen dieser Abklärung wird die CEMEP die Einführung des Code of Conduct vorantreiben und die Stellungnahmen der europäischen Hersteller in die definitive Version des Code of Conduct einfließen lassen.

Zudem wird die CEMEP statistische Angaben über die in Europa eingesetzten USV-Anlagen zusammentragen, um daraus die Notwendigkeit zur weiteren Verbesserung der Energieeffizienz von USV-Anlagen resp. die Notwendigkeit zur Anwendung eines Code of Conduct ableiten zu können.

Mit der für das Labeling zuständigen Kommission der EU ist von Seiten des BFE Kontakt aufgenommen und die bisher erarbeiteten Unterlagen, die als Grundlage für ein Label verwendbar sind, wurden zugestellt. Der Kommentar der Kommission ist noch ausstehend. Somit ist für das Labeling für USV-Anlagen das weitere Vorgehen mit der EU noch zu spezifizieren.

7. LITERATUR UND QUELLEN

- [1] Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen;
Dr. G. Schnyder, P. Mauchle,
Prof. Dr. J. Weiler, Fabio Carocci, E. Niederberger;
Bundesamt für Energie, Schlussbericht August 1998
- [2] Energieoptimierte Planung und Betrieb von USV-Anlagen;
Dr. A. Neyer, Dr. G. Schnyder, P. Mauchle;
Bundesamt für Energie, Schlussbericht September 2004,
www.electricity-research.ch
- [3] Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems, Version 2 - a;
European Commission Directorate-General JRC,
Ispra, 24 November 2004
- [4] IEC 62040-3 "Uninterruptible power systems (UPS) – Part 3"; First edition 1999-03;
Reference number IEC 62040-3:1999(E)

8. ANHÄNGE

- Anhang 1: Merkblatt „Optimierter Einsatz von USV-Anlagen“
www.electricity-research.ch
- Anhang 2: Messverfahren "Test and Measurement Procedures to set up the
Quality-/Energy-Matrix for UPS" mit Q/E-Matrix
- Anhang 3: Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen
- Anhang 4: Label for small single-phase UPS
- Anhang 5: Anleitung für die Ausschreibung von kleinen USV-Anlagen
www.electricity-research.ch
- Anhang 6: Code of Conduct on energy Efficiency and Quality of Uninterruptible Power
Systems, Draft

Optimierter Einsatz von USV-Anlagen

Merkblatt für Planer und Betreiber von USV-Anlagen



USV-Anlagen werden zum Schutz der Verbraucher vor Störungen im Netz oder dem Ausfall der Netzversorgung sowie zur Reduktion von Netzurückwirkungen eingesetzt. Die detaillierte Kenntnis der Anforderungen und der Qualität von Verbrauchern und des Netzes bilden die Basis für einen optimierten und Kosten sparenden Einsatz der USV-Anlagen.

Anforderungen der Verbraucher und des versorgenden Netzes berücksichtigen!

USV-Anlagen sind mehr als nur eine sichere Stromversorgung. Die Aufgaben, die eine USV-Anlage erfüllen muss, sind abhängig von den Anforderungen der Verbraucher sowie von der Qualität und den Anforderungen des versorgenden Netzes. Eine diesbezüglich differenzierte Betrachtung bildet die Voraussetzung für einen optimierten Einsatz von USV-Anlagen und führt somit zur Reduktion von Investitions- und Betriebskosten.

Die drei Funktionen der USV-Anlagen

a) Bei einem Ausfall oder Unterbruch der Netzversorgung schaltet die USV-Anlage automatisch auf den Batteriebetrieb um und stellt dadurch die Stromversorgung sicher (Fig. 1).

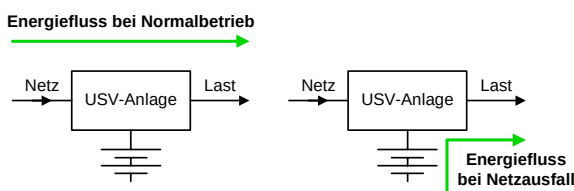


Fig. 1 Energiefluss im Normalbetrieb und bei Netzausfall oder Netzunterbruch

b) Abhängig vom Aufbauprinzip der USV-Anlage schirmt sie Netzstörungen (Fig. 2) ab, so dass die Verbraucher in ausreichender Spannungsqualität versorgt werden.

Netzstörungen	Mögliche Ursachen
	Netzunterbruch, Netzeinbruch
	Über- und Unterbelastung des Netzes
	Grosse Laständerungen
	Selten im europäischen UCTE-Netz; Möglich im Inselbetrieb
	Oberschwingungen durch Gleich- und Wechselrichter sowie Getaktete Netzteile
	Blitzeinschläge; Gleich- und Wechselrichter; Kurzschlüsse

Fig. 2 Mögliche Netzstörungen und ihre Ursachen

c) Nichtlineare Lasten erzeugen Netzurückwirkungen wie z.B. durch Oberschwingungsströme verursachte Spannungsverzerrungen. Diese Netzurückwirkungen der Verbraucher können durch USV-Anlagen vom versorgenden Netz entkoppelt werden.

Die drei Funktionen a) bis c) der USV-Anlagen müssen nicht bei allen Verbrauchern im gleichen Masse erfüllt werden. Dies ist abhängig von der Qualität und den Anforderungen des versorgenden Netzes sowie von den Verbrauchern. Eine differenzierte Betrachtung der Qualität und der Anforderung des Netzes sowie der Verbraucher zeigt auf, wie weit die einzelnen Funktionen einer USV-Anlage erbracht werden müssen. Erst dadurch kann eine USV-Anlage optimal ausgewählt und eingesetzt werden.

Betriebsarten der USV-Anlagen

Im Normalbetrieb einer USV-Anlage, d.h. bei vorhandener Netzversorgung bestehen zwei mögliche Betriebsarten, der Betrieb über den USV-Pfad (Fig. 3) und der Betrieb über Bypass (Fig. 4), von einzelnen Lieferanten auch ECO-Mode benannt.

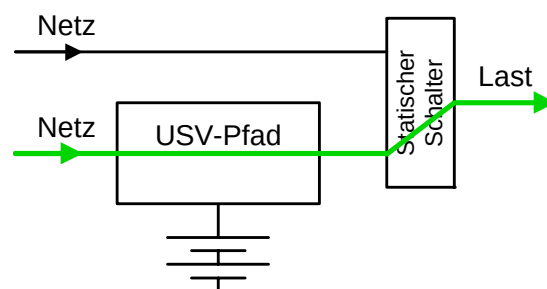


Fig. 3 Energiefluss einer USV-Anlage beim Betrieb über den USV-Pfad

Die Energie fließt beim Betrieb über den USV-Pfad (Fig. 3) abhängig vom Typ der USV-Anlage über den Gleich- und Wechselrichter bzw. über den 4-Quadrantenrichter und allenfalls weitere, sich in diesem Pfad befindliche Komponenten. Die Batterien werden geladen, bzw. auf der Schwebeladespannung gehalten. Der Energieverbrauch der USV-Anlage hängt vom Wirkungsgrad der beteiligten Komponenten ab.

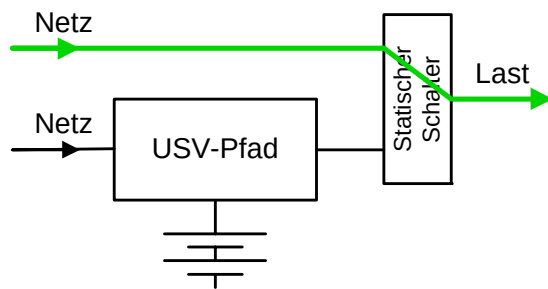


Fig. 4 Energiefluss einer USV-Anlage beim Betrieb über Bypass

Die Energie fliesst beim Betrieb über Bypass im Normalbetriebszustand oder bei einer Störung des USV-Pfades über den statischen Schalter und allenfalls weiteren, sich im Bypass befindliche Komponenten zu den Verbrauchern, d.h. die Versorgung der Verbraucher erfolgt direkt ab dem Netz. Die Batterien werden geladen, bzw. auf der Schwebeladespannung gehalten. Beim Betrieb über Bypass sind die Energieverluste der USV-Anlage geringer als beim Betrieb über den USV-Pfad.

USV-Anlagen, die über den Bypass betrieben werden, müssen im Falle einer Netzstörung automatisch auf den Betrieb über den USV-Pfad umschalten, d.h. die Versorgung über den USV-Pfad oder ab Batterie muss gewährleistet sein. Bei der Umschaltung auf den Betrieb über USV kann abhängig von der Art der Netzstörung und der Qualität der USV-Anlage ein Unterbruch der Spannung am Ausgang der USV-Anlage von maximal 20 ms auftreten. Zum Beispiel verursacht ein Kurzschluss auf der Netzseite einen Unterbruch, während ein Spannungseinbruch oder eine Frequenzabweichung am Eingang der USV-Anlage am Ausgang lediglich eine Beeinflussung der Spannungsform aber keinen Unterbruch bewirken.

Die automatische Rückkehr vom Betrieb über den USV-Pfad in den Betrieb über Bypass erfolgt erst nach einer Stabilisierungsphase der Eingangsspannung. Dadurch wird vermieden, dass in Folge instabiler Netzverhältnisse mehrmalige Umschaltungen stattfinden.

Konzentrierte Informationen in der Qualitäts-/Energie-Matrix

Zwischen der prozessorientierten Qualität einer USV-Anlage, d.h. der Behebung von Netzstörungen sowie der Reduktion von Netzzrückwirkungen, und den Energieverlusten besteht ein Zusammenhang. Dieser Zusammenhang wird in der Qualitäts-/Energie-Matrix (Q/E-Matrix) in konzentrierter Form dargestellt.

Die Q/E-Matrix enthält Angaben über

- die Nennwirk- und Nennscheinleistung der USV-Anlagen,

- den Klassifizierungs-Code der USV-Anlage gemäss IEC 62040-3,
- den Grad der Behebung von Netzstörungen des versorgenden Netzes für die Verbraucher,
- die Verbesserung des Leistungsfaktors und des Klirrfaktors des Stromes der Verbraucher am Einspeisepunkt des versorgenden Netzes und
- die Verluste und Wirkungsgrade der USV-Anlage im Normalbetrieb.

Dabei werden die beiden Betriebsarten „Betrieb über USV-Pfad“ und „Betrieb über Bypass“ aufgeführt.

Die Q/E-Matrix ist von den Lieferanten von USV-Anlagen auszufüllen und den Offerten beizufügen. Die in der Q/E-Matrix aufgeführten und verbindlichen Werte basieren auf dem Messverfahren für USV-Anlagen, das im Auftrag des BFE erstellt wurde. Diesem Messverfahren liegen die Tests zu Grunde, die in IEC 62040-3 festgelegt sind.

Die Q/E-Matrix und das Messverfahren kann im PDF-Format ab dem Internet unter www.electricity-research.ch bezogen werden.

Versorgendes Netz

Für die elektrischen Verbraucher ist es von Interesse, wie oft und wie stark das versorgende Netz vom Normalfall abweichen kann. Dabei muss ermittelt werden, wie weit Ausfälle oder Unterbrüche in der Netzversorgung und wie weit andere Netzstörungen auftreten können, d.h. wie gross das Ausmass der in der Q/E-Matrix aufgeführten Netzstörungen sein kann.

Weiter ist für das versorgende Netz von Interesse, wie gross die Netzzrückwirkungen der Verbraucher oder der USV-Anlage sind. Dies betrifft vor allem den Leistungsfaktor und die Stromüberschwingungen der Verbraucher resp. der USV-Anlagen.

Die Qualität und die Anforderung des Netzes können mit Hilfe der *Checkliste zum versorgenden Netz* des BFE ermittelt werden. Die dazu benötigten Daten müssen vom jeweiligen Betreiber des versorgenden Netzes bezogen werden.

Verbraucher

Die elektrischen Verbraucher reagieren unterschiedlich auf mögliche Netzstörungen. So gibt es Verbraucher, die

- Spannungseinbrüche bis zu 20 ms,
- Spannungsschwankungen bis $\pm 10\%$,
- Frequenzschwankungen bis $+4\%$ / -6% und
- Spannungsverzerrungen bis 8%

problemlos überstehen. Auch gegenüber Transienten sind viele Verbraucher immun. Zudem müssen nicht alle Verbraucher immer mit elektrischer Energie versorgt werden, d.h. Betriebsaus-

fälle in zeitlich beschränktem Rahmen sind durchaus akzeptabel.

Diese Anforderungen der Verbraucher an das versorgende Netz können mit Hilfe der *Checkliste der Verbraucher* des BFE zusammengestellt werden. Die dazu erforderlichen Daten müssen mit einer detaillierten Analyse der USV-Verbraucher ermittelt werden.

Bei der Erfassung der Verbraucher sollen Erfahrungswerte, den Werten aus den Datenblättern vorgezogen werden, da die Erfahrungswerte wesentlich zur Optimierung des Einsatzes der USV-Anlage beitragen.

Im Folgenden einige Beispiele zu den Anforderungen der Verbraucher.

- Ein Grossteil der Personalcomputer, Arbeitsstationen, EDV-Netzwerke und der Geräte mit getakteten Netzgeräten überstehen einen Spannungsunterbruch von 20 ms ohne Funktionsstörung und sind auch gegenüber den anderen Netzstörungen weitgehend immun.
- Im Gegensatz dazu führt bei Hochdruckleuchten oder teilweise bei Steuerungen mit Relais in Selbsthaltung ein Spannungsunterbruch von 20 ms dazu, dass sich das Gerät abschaltet und allenfalls erst nach einigen Minuten wieder gestartet werden kann.
- Bei Anlagen mit eigener Energiespeicherkapazität, wie z.B. bei Klima- und Kälteanlagen in einem Gebäude ist häufig ein Betriebsausfall von mehreren Minuten erlaubt. Im Gegensatz dazu gilt dies nicht für die Klimatisierung des USV- und eines allfälligen Batterieraumes, da für den Betrieb der USV-Anlage und der Batterien die für eine einwandfreie Funktion der Anlagen erforderlichen Umgebungsbedingungen gewährleistet sein müssen und dies vor allem bei einem Netzausfall.

Bei der Qualität der Verbraucher interessieren der Leistungsfaktor und die Stromoberschwingungen der Gesamtheit aller Verbraucher eines Anschlusspunktes. Diese Netzurückwirkungen müssen ab einer definierten Grösse der Verbrauchsleistung die Vorgaben des Netzbetreibers erfüllen.

Von den Verbrauchern, die ab einer USV-Anlage versorgt werden sollen, sind unter Berücksichtigung des jeweiligen Gleichzeitigkeitsfaktors und des Leistungsfaktors die Wirk- und Blindleistung zu bestimmen. Die Dimensionierung einer USV-Anlage basiert auf dieser Ermittlung der Wirk- und Blindleistung aller Verbraucher.

Auch dazu dient die *Checkliste der Verbraucher* des BFE.

Kategorisierung der Verbraucher

Die Verbraucher werden abhängig von ihren Anforderungen an das versorgende Netz in eine der drei folgenden Kategorien zugeordnet.

Kategorie 1: **Versorgung ab Netz**

Die Verbraucher können direkt am Netz ohne USV-Anlage betrieben werden.

Kategorie 2: **Versorgung über Bypass**

Die Verbraucher werden über eine USV-Anlage versorgt. Im Normalbetrieb erfolgt die Versorgung über den Bypass. Bei einer Netzstörung wird die Versorgung mit einem Spannungsunterbruch von max. 20 ms auf den USV-Pfad umgeschaltet. Die Verbraucher überstehen diesen Spannungsunterbruch ohne Betriebsstörung und die Funktionen der Verbraucher bleiben gewährleistet.

Kategorie 3: **Versorgung über USV-Pfad**

Die Verbraucher werden über den USV-Pfad der Anlage versorgt, d.h. eine unterbrechungsfreie Spannungsversorgung ist für die Gewährleistung der Funktionen der Verbraucher zwingend erforderlich.

Die Zuordnung der Verbraucher in die drei Kategorien erfolgt in mehreren Schritten gemäss folgendem Ablaufschema (Fig. 5).

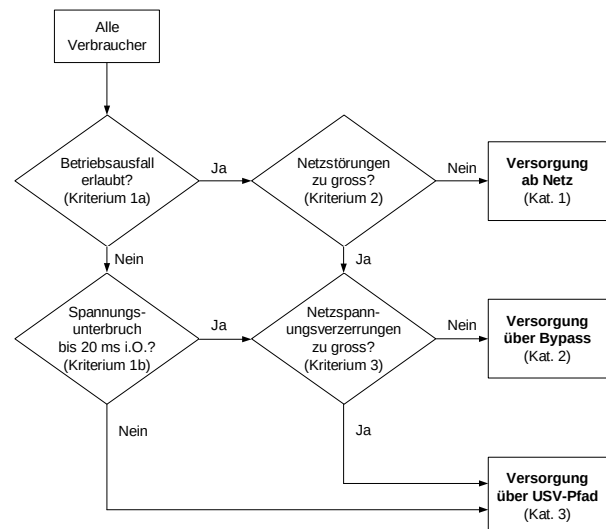


Fig. 5 Ablauf der Verbraucherkategorisierung

Schritt 1: **Grobeinteilung in die drei Kategorien**

Verbraucher, bei denen ein Betriebsausfall erlaubt ist, werden der Kategorie 1 zugeordnet (Kriterium 1a). Verbraucher, bei denen kein Betriebsausfall erlaubt ist, die aber einen Spannungsunterbruch bis 20 ms ohne Betriebs- oder Funktionsstörung ertragen, werden der Kategorie 2 zugeordnet (Kriterium 1b). Alle anderen Verbraucher werden der Kategorie 3 zugeordnet.

Schritt 2: **Detailabklärung bezüglich der Verträglichkeit einzelner Netzstörungen**

Verbraucher der Kategorie 1, bei denen die möglichen Netzstörungen des versorgenden Netzes ausserhalb der Bandbreite der Verträglichkeit der Verbraucher liegen und durch diese beschädigt werden können, werden der Kategorie 2 zugeordnet. Diese Änderung der Kategorisierung wird auch vorgenommen, wenn die Verbraucher durch

die Netzstörungen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden, ohne dass es zu einer Abschaltung des jeweiligen Verbrauchers kommt. Netzstörungen, die ausserhalb den in der Checkliste der Verbraucher aufgeführten Bandbreiten liegen, können in Industrienetzen oder im Inselbetrieb auftreten (Kriterium 2).

Schritt 3: Abklärungen bezüglich der Verträglichkeit von Spannungsverzerrungen

Verbraucher der Kategorie 2, bei denen die mögliche Spannungsverzerrung des versorgenden Netzes ausserhalb der Bandbreite der vertraglichen Spannungsverzerrung liegt, werden der Kategorie 3 zugeordnet. Hohe Spannungsverzerrungen können in Industrienetzen auftreten.

Beurteilung der Netzzurückwirkungen der Verbraucher

Zusätzlich zur Kategorisierung der Verbraucher ist auch die Beurteilung der Netzzurückwirkungen pro Kategorie durchzuführen. Dies kann wiederum mit Hilfe der *Checkliste der Verbraucher* erfolgen, wobei der Leistungsfaktor λ und der Oberschwingungslastanteil jeder Verbrauchergruppe von Interesse sind. Diese Beurteilung zeigt, dass allenfalls Massnahmen zur Reduktion der Netzzurückwirkungen der Verbraucher erforderlich sind (Fig. 6).

Bei den Verbrauchern, die direkt ab dem Netz oder dem Bypass versorgt werden, können die Netzzurückwirkungen mittels Filtern oder Blindstromkompensationen reduziert werden. Sind die Netzzurückwirkungen der Verbraucher, die über den USV-Pfad versorgt werden müssen, zu gross, so muss die USV-Anlage und deren Funktionen entsprechend gewählt werden. Zudem sollte immer auch die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, alternative Verbraucher mit geringeren Netzzurückwirkungen einzusetzen.

Verbraucher	Massnahmen wenn	
	Leistungsfaktor λ zu gering	Oberschwingungslastanteil zu hoch
Kategorie 1: Versorgung ab Netz	- Einsatz alternativer Verbraucher - Filter - Blindleistungskompensation	- Einsatz alternativer Verbraucher - Filter
Kategorie 2: Versorgung über Bypass	- Einsatz alternativer Verbraucher - Ausgewählte Verbraucher der Kategorie 3 zuordnen - Filter - Blindleistungskompensation	- Einsatz alternativer Verbraucher - Ausgewählte Verbraucher der Kategorie 3 zuordnen - Filter
Kategorie 3: Versorgung über USV-Pfad	- Abschirmung durch Gleichstromkreis der USV-Anlage *) - Leistungsfaktorkorrektur durch USV-Anlage - Aktivfilterfunktion der USV-Anlage	- Abschirmung durch Gleichstromkreis der USV-Anlage *) - Aktivfilterfunktion der USV-Anlage

Fig. 6 Mögliche Massnahmen zur Reduktion der Netzzurückwirkungen von Verbrauchern

*) Die USV-Anlage selbst muss die Anforderungen des versorgenden Netzes bezüglich der Netzzurückwirkungen ebenfalls erfüllen.

Wahl der USV-Anlage und der Betriebsart

Die Kategorisierung der Verbraucher bestimmt die Anforderungen an die USV-Anlage. Nur die Verbraucher der Kategorien 2 und 3 sind USV berechtigt und bestimmen die Leistung der USV-Anlage. Abhängig von der Aufteilung der Verbraucher in die Kategorien 2 und 3 muss festgelegt werden, ob allenfalls zwei unabhängige USV-Anlagen eingesetzt werden sollen, wobei die eine über den Bypass und die andere über den USV-Pfad betrieben wird.

Werden die Verbraucher der Kategorie 2 und 3 ab einer gemeinsamen USV-Anlage versorgt, so erfolgt dies über den USV-Pfad. Ausserhalb der offiziellen Arbeitszeiten, d.h. in der Nacht oder an den Wochenenden, kann ein Betrieb über Bypass, allenfalls trotzdem möglich sein.

Um mehr zu erfahren...

- *Optimierter Einsatz von USV-Anlagen*; Übersicht über das Projekt *Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen* des BFE aus den Jahren 1997/98, inkl. *Checkliste zum versorgenden Netz*, *Checkliste der Verbraucher* und *Q/E-Matrix*
- *Messverfahren für USV-Anlagen*; Version von 2005

- *Energieoptimierte Planung und Betrieb von USV-Anlagen*, Ein Leitfaden für Planer und Betreiber; Version von 2004, BFE
- *Checkliste für eine funktionale Musterausschreibung*; November 2004, BFE
- *Empfehlung für die Beurteilung von Netzzurückwirkungen*; VSE Empfehlung 2.72d-97

March 2005

Test and Measurement Procedures to set up the Quality-/Energy-Matrix for UPS

prepared by

Dr. G. Schnyder, P. Mauchle
Schnyder Ingenieure AG
Bösch 23
6331 Hünenberg

This study has been carried out on behalf of Swiss Federal Office of Energy. All contents and conclusions are the sole responsibility of the authors.

Please refer to the following web site for additional information concerning the Swiss Federal Office of Energy "Electricity" programme:
www.electricity-research.ch

TESTING PROCEDURES FOR UPS

Contents

1	General definitions applicable for all measurements	2
1.1	Application of the testing procedures for UPS	2
1.2	UPS input specifications	2
1.3	General ambient service conditions	2
1.4	Explanations of the modes of operation used in the Q/E Matrix.....	2
1.5	Measuring devices	2
1.6	Assessment of the dynamic behaviour of a system	2
1.7	The various types of loads.....	3
2	Testing of a network failure caused by an interruption	6
2.1	Definitions concerning failure of AC input	6
2.2	Specified measurement criteria and parameters	6
3	Testing of overvoltage / undervoltage and of frequency variations.....	8
3.1	Definitions (applicable for both measurement procedures)	8
3.2	Definitions concerning over- and undervoltage	8
3.3	Specified measurement criteria and parameters for over- and undervoltage	8
3.4	Definitions concerning frequency variations	9
3.5	Specified measurement criteria and parameters for frequency variations	9
4	Testing of network voltage fluctuations and supply failures	11
4.1	Definitions (applicable for network voltage fluctuations and supply failures).....	11
4.2	Definitions concerning voltage drops	11
4.3	Specified measurement criteria and parameters for voltage drops	13
4.4	Definitions concerning the power supply fluctuations	14
4.5	Specified measurement criteria and parameters for power supply fluctuations.....	15
5	Testing of voltage distortion	16
5.1	Definitions concerning voltage distortion	16
5.2	Specified measurement criteria and parameters of voltage distortion	21
6	Testing of energy loaded transients.....	22
6.1	Definitions concerning energy loaded transients	22
6.2	Specified measurement criteria and parameters of energy loaded transients.....	25
7	Testing of fast transients.....	26
7.1	Definitions concerning fast transients.....	26
7.2	Specified measurement criteria and parameters of fast transients.....	27
8	Measurement of power factor and harmonic distortion	28
8.1	Definitions	28
8.2	Specified measurement criteria and parameters of power factor and harmonic currents.....	34
9	Measurement of losses and efficiency	37
9.1	Definitions	37
9.2	Specified measurement criteria and parameters for losses and efficiency	37
10	Appendix A: Overview of standards referred to in this manual	39
10.1	UPS product standards	39
10.2	Definition of measuring procedures.....	39
10.3	EMV standards (to which reference is made in UPS product standards)	39
10.4	Standards concerning resistance (to which reference is made in EN 50091-2 & EN/IEC 62040-2)	39
10.5	EMV standards that include the above topics.....	39
10.6	Standard concerning quality of network voltage	40
10.7	Standard concerning accumulators and battery systems.....	40
11	Appendix B: Quality-/Energy-Matrix	41

1 General definitions applicable for all measurements

1.1 Application of the testing procedures for UPS

This document defines the tests that have to be done to fill in the Quality-/Energie-Matrix for UPS (Q/E-Matrix; see Appendix B). The details to the tests i.e. how to do them is defined in IEC 62040-3. Each Test listed in this document refers to IEC 62040-3.

1.2 UPS input specifications

For the UPS input specifications refer to IEC 62040-3 paragraph 5.2.

1.3 General ambient service conditions

For the general ambient service conditions refer to IEC 62040-3 paragraph 4.

1.4 Explanations of the modes of operation used in the Q/E Matrix

All measurements are carried out in "Normal mode" and "Bypass mode".
For the modes of operation refer to IEC 62040-3 Annex B.

Normal mode

Here the power supply is fed to the connected electrical device by the UPS-Path, i.e. depending on the configuration of the UPS through the double conversion, through the power interface or is supplied directly from mains at UPS with passive stand-by.

For normal mode of UPS operation refer to IEC 62040-3 paragraph 3.2.13.

Bypass mode

Here the power supply is fed to the electrical device via the static bypass.

For bypass mode of UPS operation refer to IEC 62040-3 paragraph 3.2.15.

1.5 Measuring devices

According to IEC 62040-3 paragraph 6.3, Instruments used for the measurement of electrical parameters shall have sufficient bandwidth to accurately measure true r.m.s value on waveforms which may be other than a fundamental sinewave, i.e. having considerable harmonic content.

The measurements can be accomplished by the use of conventional memory oscilloscopes and high performance multimeters and wattmeters using analogue or digital technologies.

Whichever type of instrumentation is used, its accuracy shall be in relation to the characteristic being measured and regularly calibrated in accordance with national standards.

1.6 Assessment of the dynamic behaviour of a system

According to the Q/E Matrix, in the event of a network disturbance it is necessary to assess how efficiently the problem is solved at the output of the UPS. This is done by observing the dynamic behaviour of the output voltage. At a disturbance at the input of the UPS the behaviour of the output voltage is measured. The specified measurement criteria are the overshoot and the total stabilisation time (cf. Fig. 1: Definition of dynamic parameters).

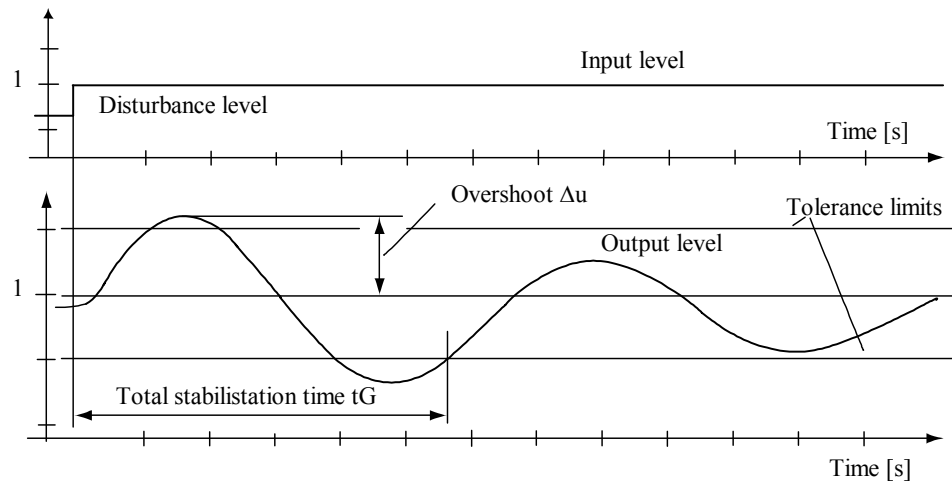


Fig. 1: Definition of dynamic parameters

As tolerance thresholds we use the levels defined in the standard EN 50160 (230 V $\pm$ 10%, 50 Hz $\pm$ 1%).

The primary criterion is the overshoot. If the tolerance bandwidth for the output voltage is not exceeded at any time following the occurrence of a disturbance at the input, the system concerned meets our requirements. In the Q/E-Matrix, a "yes" is entered in the U_{NORM} column for the tested type of disturbance, since the system was able to solve the problem. In this case, the duration of the stabilisation process is not relevant – the total stabilisation time is of no consequence.

However, if the tolerance bandwidth should be exceeded following a disturbance at the input, a "no" should be entered in the U_{NORM} column for the tested type of disturbance. The overshoot level and total stabilisation time should also be noted and entered in the Q/E-Matrix.

1.7 The various types of loads

1.7.1 Linear ohmic load

Linear ohmic load is a resistive load through which a current flows at a given rated voltage. The current is so large that the output capacity is 100 %, 75 % or 50% of the maximum active output power (P_{Nom1}) of the UPS depending on the requirements of the testing procedure. In the case of three-phase supply, the output capacity must be distributed evenly over each phase. The total output capacity must equal to 100%, 75 % or 50% of the maximum active output power of the UPS.

¹ P_{Nom1} is equivalent to the maximum permanent active output power at 100% linear resistive load.

1.7.2 Non-linear load

Non-linear load is defined and used for the tests in accordance with IEC 62040-3 Appendix E.

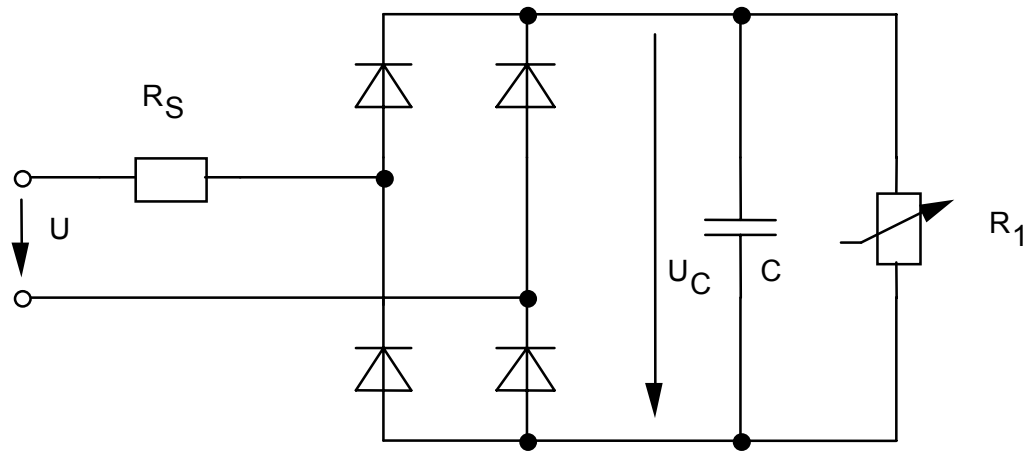


Fig. 2: Non-linear reference load in accordance with IEC 62040-3 Appendix E

The resulting apparent power across the non-linear load corresponds to the nominal apparent power (S_{Nom}) of the UPS according to IEC 62040-3 depending on the requirement of the test procedure.

In the case of three-phase supply, the output capacity must be distributed evenly over each phase.

1.7.3 100%, 75% or 50% non-linear load:

100%, 75% or 50% non-linear load is a load as per Fig. 2: Non-linear reference load in accordance with IEC 62040-3 Appendix E that with a given nominal voltage draws a current that is strong enough to ensure that the output capacity is equivalent to 100%, 75% resp. 50% of the rated apparent power depending on the requirements of the testing procedure. In the case of three-phase supply, the output capacity must be distributed evenly over each phase. The total output capacity must equal to 100%, 75% resp. 50% of the apparent power of the UPS.

1.7.4 Maximum output current:

Maximum output current is the maximum possible current that flows at a given rated voltage through a resistive-inductive load. The current is so large that the output capacity is the maximum apparent output power (S_{Nom}) of the UPS.

In the case of three-phase supply, the output capacity must be distributed evenly over each phase.

The output power factor (λ) is depending on each specific UPS.

1.7.5 0-10%, 50%, 100% asymmetric non-linear load:

0-10%, 50%, 100% asymmetric non-linear load is only possible at 3-phase UPS. The individual conductors are supplied with a load as per Fig. 2: Non-linear reference load in accordance with IEC 62040-3 Appendix E.

The first phase is dimensioned so that a current flows through it at a given rated voltage which is so great that the apparent output of this phase is 1/3 of the rated apparent power of the UPS.

The second phase is dimensioned so that a current flows through it at a given rated voltage which is so great that the apparent power of this phase is $1/6$ of the rated apparent power of the UPS.

The third phase is dimensioned so that a current flows through it at a given rated voltage which is so great that the apparent power of this phase is $1/30$ or less of the rated apparent power of the UPS.

The total of all three phases corresponds to about 50 % of the rated apparent power of the UPS.

2 Testing of a network failure caused by an interruption

2.1 Definitions concerning failure of AC input

2.1.1 Failure of AC input

This test is carried out using a standard commercial battery by switching off the input power supply of the UPS system or simultaneously switching off all rectifiers and bypass devices.

The changes in the output voltage are measured from the point of view of the specified tolerances, and the change in frequency also has to be measured.

It is important that the UPS system does not suffer any damage due to the failure of a phase during operation or as the result of an incorrect phase sequence in a three-phase system.

The power supply failure should be brought about by interrupting the alternating current as far ahead of the UPS system as is deemed reasonably practicable.

2.1.2 High-impedance network failure

A high-impedance network failure is equivalent to an interruption of the power supply. The level of the network impedance before the UPS input clamps is unlimited.

2.1.3 Low-impedance network failure

A low-impedance network failure is equivalent to a short circuit in the power supply. The level of the network impedance before the UPS input clamps is very low.

2.2 Specified measurement criteria and parameters

Duration of network interruption, at least 1 second, according to IEC 62040-3, paragraph 6.3.6.1.

Input parameters according to IEC 62040-3, paragraphs 6.3.6.1 and 6.1.3: $U_{in} = U_{nom}$, $f_{in} = f_{nom}$,

Modes of operation: Normal mode to Stored energy mode and
Bypass mode to Stored energy mode.

Measurement of the phase jump is carried out during the first period after the network failure has occurred.

The overshoot and total stabilisation time are depicted in Fig. 1: Definition of dynamic parameters.

The Test method shall be in accordance with IEC 62040-3, Annex G.

The following tests have to be done with 100 % linear resistive load

Parameters		Measurements						
The time (phase angle) of the interruption: a) where the input voltage waveform passes through zero b) at the peak of the input voltage waveform		Overshoot			Total stabilisation time			Phase jump $\varphi_{befor} - \varphi_{OutNom}$ $\Delta\varphi_{Out}$
		3 measurements			3 measurements			
		M.1	M.2	M.3	M.1	M.2	M.3	
Normal mode at:	High-impedance network failure and time a)							
	High-impedance network failure and time b)							
	Low-impedance network failure and time a)							
	Low-impedance network failure and time b)							
Bypass mode at:	High-impedance network failure and time a)							
	High-impedance network failure and time b)							
	Low-impedance network failure and time a)							
	Low-impedance network failure and time b)							

Table 1: Tests of network failure caused by an interruption

3 Testing of overvoltage / undervoltage and of frequency variations

3.1 Definitions (applicable for both measurement procedures)

In according to IEC 62040-3 paragraph 6.3.2 the UPS system operates in Normal mode and Bypass mode and the output loaded at rated apparent output power.²

The input voltage of the UPS system is produced with a generator, the output impedance of which is so low that the input voltage complies with IEC standard 61000-2-2: Maximum proportions of individual harmonics as per IEC 61000-2-2.

3.2 Definitions concerning over- and undervoltage

3.2.1 Steady-state input voltage tolerance

The test of the steady-state input voltage tolerance has to be in according to IEC 62040-3, paragraph 6.3.2.1

According to the Q/E Matrix, measurements should be made at $\pm 10\%$ and $\pm 25\%$. Only the stationary levels should be measured. Dynamic processes are dealt with under voltage fluctuations.³

3.2.2 Time at which measurement is made

Measurement of the output voltage is carried out after any transient effects have subsided.

3.3 Specified measurement criteria and parameters for over- and undervoltage

The following tests have to be done with 100 % linear apparent load.

Parameter			Measurement levels	
Input voltage			Output voltage U_{Out} in normal mode	Output voltage U_{Out} in Bypass mode
Only phase L1 varied, Phases L2 and L3 Rated voltage	172 V	75%		
	207 V	90%		
	253 V	110%		
	287 V	125%		
all 3 phases are set to the reduced or increased levels	172 V	75%		
	207 V	90%		
	253 V	110%		
	287 V	125%		

Table 2: Tests of over- and undervoltage

² Loads as per Q/E Matrix.

³ In accordance with the relevant standard, in normal mode the UPS system must remain above the tolerance range specified by the manufacturer. It must also be possible to recharge the battery if necessary. When the UPS device prevents normal operation above the level of $+10\%$ of the input voltage in that it switches to battery mode, the level of the output voltage prior to the change in operating mode should be recorded.

When the highest level of input voltage is attained, the input of the system being tested should be inspected to verify that operation is secured without damage to the power circuit.

Since we specify the threshold levels for the Q/E Matrix, these measurements are not carried out.

3.4 Definitions concerning frequency variations

3.4.1 Testing after a change of input frequency

The test of the variations of the input frequency has to be in according to IEC 62040-3, paragraph 6.3.2.2

According to the Q/E Matrix, measurements should be made at $\pm 10\%$ of nominal frequency with a sudden frequency change as with a continual frequency change.⁴

3.4.2 Testing of synchronisation and the speed of frequency change

The test of the synchronisation and the speed of frequency change have to be in according to IEC 62040-3, paragraphs 6.6.5 and 6.6.5.1.

3.5 Specified measurement criteria and parameters for frequency variations

In a first series, the input frequency should be subjected to sudden changes. This can be achieved by switching loads on and off parallel to the UPS system. This may be problematic for high capacities. The jump should correspond to $\pm 10\%$ of the nominal frequency. Here the maximum dynamic (Δf_{Outdyn}) and static ($\Delta f_{\text{Outstat}}$) deviation of the output frequency (f_{Out}) and nominal frequency (f_{Nom}) are calculated.

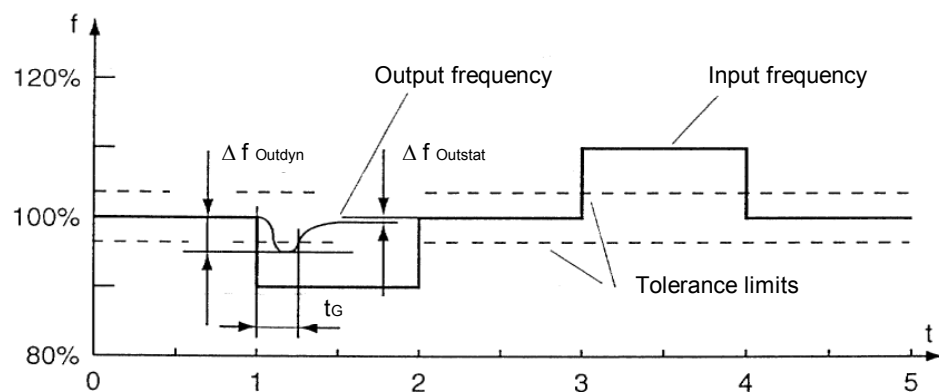


Fig. 3: Measurement of the dynamic behaviour of the output frequency with sudden frequency change at the input (tolerance thresholds $\pm 1\%$).

$$\Delta f_A = f_{\text{Nom}} - f_{\text{Out}}$$

⁴ In accordance with the relevant standard, in normal mode the UPS system must remain above the tolerance range specified by the manufacturer. It must also be possible to recharge the battery if necessary. When the UPS device prevents normal operation above the level of $+10\%$ of the input voltage in that it switches to battery mode, the level of the output voltage prior to the change in operating mode should be recorded.

When the highest level of input voltage is attained, the input of the system being tested should be inspected to verify that operation is secured without damage to the power circuit.

Since we specify the threshold levels for the Q/E Matrix, these measurements are not carried out.

In a second series, the input frequency should be subjected to continual changes. The decrease or increase of the frequency should correspond to $\pm 10\%$ of the nominal frequency. The same values should be determined as with the first series.

The device being tested has to be measured for each selected combination of testing level and frequency changes as follows: Each measurement should be carried out three times. The separate measurements should be made at intervals of 10 seconds.

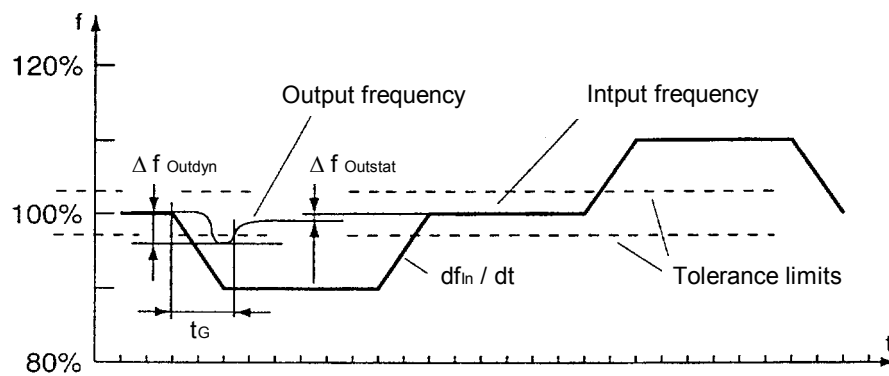


Fig. 4: Measurement of the dynamic behaviour of the output frequency with continual frequency change at the input (tolerance thresholds $\pm 1\%$).

$$Df_{in} / dt = 0.1 \text{ Hz} / T_{per} \quad T_{per} = 1 / f_{Nom}$$

The voltage is at nominal level.

The following tests have to be done with 100 % linear apparent load.

Parameters			Measurement levels								
Mode of operation:	Network frequency [Hz]		Δf_{Outdyn} [Hz]			t_{Gdyn} [s]			$\Delta f_{Outstat}$ [Hz]		
			1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Normal mode	Sudden frequency change	50=>45									
		45=>50									
		50=>55									
		55=>50									
	Continual frequency change	50=>45									
		45=>50									
		50=>55									
		55=>50									
Bypass mode	Sudden frequency change	50=>45									
		45=>50									
		50=>55									
		55=>50									
	Continual frequency change	50=>45									
		45=>50									
		50=>55									
		55=>50									

Table 3: Tests of frequency variations

4 Testing of network voltage fluctuations and supply failures

4.1 Definitions (applicable for network voltage fluctuations and supply failures)

The test of the network voltage fluctuations and supply failures shall be carried out in accordance with IEC 61000-4-11. Only brief interruptions are measured.⁵

4.1.1 Scope of application

IEC 61000-4-11 applies to electrical and electronic appliances whose input current does not exceed 16 A per conductor.⁶

4.1.2 Generators used for testing purposes

The generator must be configured in such a way that any pronounced emissions can be avoided that may interfere with the results of the test when power is fed into the mains network.

4.1.3 Power supply

The frequency of the test voltage must be within $\pm 2\%$ of the nominal frequency.

4.2 Definitions concerning voltage drops

4.2.1 Definition of voltage drop

The voltage drop is defined as a sudden reduction in voltage at a given point in the electrical system followed by a restoration of the original voltage. The duration of the voltage drop is from a half-wave to a few seconds (IEV 161-08-10, modified).

4.2.2 Sequence of a voltage drop

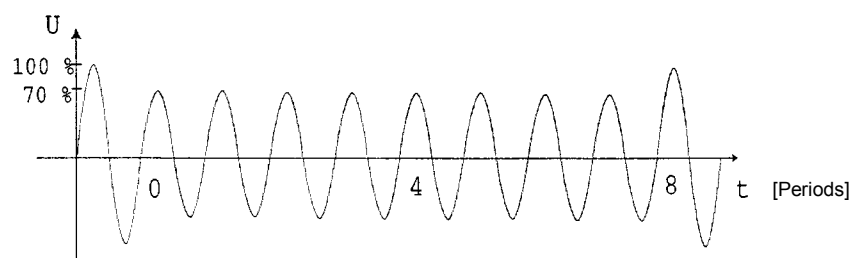


Fig. 5: Example of the sequence of a voltage drop

The transition from U_{Nom} to the changed voltage is sudden. The jump may begin or end at any phase angle of the network voltage.

⁵ This standard also covers other power supply failures and voltage fluctuations. However, in the Q/E Matrix it is precisely these disturbances that are measured, hence the use of this standard.

⁶ In practice, the same measurements are carried out for systems with a greater conductor current.

4.2.3 Overriding voltage level and duration for voltage drops:

Testing level [% U_{Nom}] of reduced voltage corresponds to input voltage U_{IN}		Duration [in semi-oscillations]
A	0	0.5 (positive voltage => within range 0° to 180°) cf. Fig 9: ¼ period from a full sinus oscillation that only occurs in the positive range.
B	0	0.5 (negative voltage => within range 180° to 360°)
C	40	1
D	40	5
E	40	10
F	40	25
G	40	50
H	70	x (cf. Note 4 below)

Table 4: Overriding voltage level and duration for voltage drops

Note 1: One or more of the above-mentioned levels and durations may be selected.

Note 2: If the system is to be tested for voltage drops of 100%, it is generally not necessary to test with other levels for the same duration. However, there are certain cases (e.g. security systems or electro-mechanical installations) in which this does not apply. The product standards or relevant committee should indicate those cases in which this note applies.

Note 3: "x" is a duration of any desired length. It may be specified in the product standards. Power supply companies in Europe have measured drops and short-term interruptions with a duration between 1 and 3,000 semi-oscillations, though the most common duration is 50 semi-oscillations.

Note 4: Every duration may be used for each testing level.

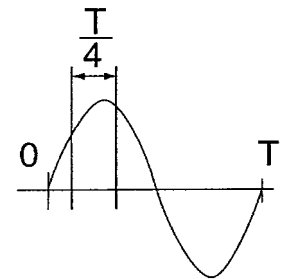


Fig. 6: ¼ period from a full sinus oscillation that only occurs in the positive range.

4.2.4 Suggested testing levels and duration for voltage drops for measurements for the Q/E Matrix:

Testing level [% U_{Nom}] of reduced voltage corresponds to input voltage U_{IN}		Duration [in semi-oscillations]
A	0	10
B	40	50
C	70	50

Table 5: Suggested testing levels and duration for voltage drops for the Q/E Matrix

4.2.5 Performance of test

The device to be tested must be tested for each combination of test level and duration with a series of three voltage drops/interruptions at intervals of at least 10 seconds (between each test). Each representative mode of operation⁷ has to be tested.

Sudden changes in the supply voltage have to occur at zero voltage and with additional phase angles that are regarded by the product committee or relevant product standard as critical.⁸

For three-phase systems, the preferred procedure is to test one conductor after the other. In certain cases, e.g. three-phase power supply, all three conductors should be tested simultaneously. For simultaneous measurement of failures or interruptions in all three phases, the provisions stipulated in IEC 61000-4-11, paragraph 6.1 for zero voltage only apply for one phase.

4.3 Specified measurement criteria and parameters for voltage drops

Each measurement should be carried out three times. The separate measurements should be made at intervals of 10 seconds.

The following tests have to be done with 100 % linear ohmic load.

Parameters			Measurement levels					
The time (phase angle) of the interruption is random			Overshoot			Total stabilisation time		
			3 measurements			3 measurements		
			M. 1	M. 2	M. 3	M. 1	M. 2	M. 3
Normal mode	Fluctuation in any desired random selected phase	A						
		B						
		C						
	All 3 phases are set to lower or higher values	A						
		B						
		C						
Bypass mode	Fluctuation in any desired randomly selected phase	A						
		B						
		C						
	All 3 phases are set to lower or higher values	A						
		B						
		C						

Table 6: Tests of voltage drops

⁷ The modes of operation as per Q/E Matrix have to be measured.

⁸ For practical reasons we suggest selecting the switching times randomly (analogously to measurements following network failure).

4.4 Definitions concerning the power supply fluctuations

4.4.1 Definition of power supply fluctuation

General change in supply voltage to a higher or lower level compared with the network voltage. The duration of the fluctuation may be short or long in terms of semi-oscillation.

4.4.2 Sequence of a power supply fluctuation

While the voltage is at another level, the change $\Delta u/\Delta t$ should be constant. The fluctuation may also be effected in stages. They should be carried out at zero points and should not exceed 10% U_{Nom} . Levels below 1% U_N are regarded as constant rate of voltage fluctuations.

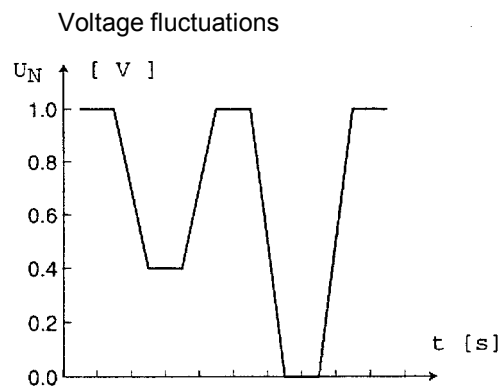


Fig. 7: Sequence of peak level in power supply fluctuations

		Time to reduction of voltage	Duration of reduced voltage	Time to increase in voltage
A	40% U_N	2 sec. $\pm$ 20%	1 sec. $\pm$ 20%	2 sec. $\pm$ 20%
B	0% U_N	2 sec. $\pm$ 20%	1 sec. $\pm$ 20%	2 sec. $\pm$ 20%
C	0% U_N	15 sec. $\pm$ 20%	15 sec. $\pm$ 20%	15 sec. $\pm$ 20%

Table 7: Parameters for the sequence progress of brief fluctuations in supply voltage

4.4.3 Performance of test

The device should be tested with each specified voltage fluctuation for the most representative modes of operation⁹.

Each measurement should be carried out three times. The separate measurements should be made at intervals of 10 seconds.

⁹ modes of operation as per Q/E Matrix.

4.5 Specified measurement criteria and parameters for power supply fluctuations

The following tests have to be done with 100 % linear ohmic load.

Parameters			Measurement levels					
			Overshoot			Total stabilisation time		
			M. 1	M. 2	M 3	M. 1	M. 2	M 3
Normal mode	Fluctuation in any desired randomly selected phase	A						
		B						
		C						
	All 3 phases are set to a lower or higher values	A B C						
Bypass mode	Fluctuation in any desired randomly selected phase	A						
		B						
		C						
	All 3 phases are set to a lower or higher values	A B C						

Table 8: Tests of power supply fluctuations

5 Testing of voltage distortion

5.1 Definitions concerning voltage distortion

IEC 61000-4-13 defines the methods for immunity tests and recommends test levels for electronic devices with a maximum current of 16A per phase. This regulation only takes account of harmonics and intermodulation harmonics at frequencies up to a maximum of 2.4 kHz (50 Hz) and 2.4 kHz (60 Hz).

Definition of THD

$$\sum THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{H=40} (u_h)^2}$$

$u_h = U_h / U_1$

h is the ordinal no. of the harmonic

The r.m.s values should be indicated for U_h and U_1

U_1 is the first harmonic

f_1 is the first harmonic frequency

EUT= equipment under test

5.1.1 Categories for devices in an electromagnetic environment

5.1.1.1 Category 1:

Devices in this category are operated on a power supply that has superior characteristics to those of the public network. The category is intended for devices that react highly sensitively to power supply disturbances (e.g. laboratory appliances).

5.1.1.2 Category 2:

This category is for devices that are intended for operation via the public network.

5.1.1.3 Category 3:

This category is for devices that may be operated both on the public network and in an industrial environment with higher demands. Devices should be classified in this category if their immediate network environment is as follows:

existence of a large number of rectifiers, so that a large proportion of the network capacity is taken from rectifiers

presence of welding machines

large motors are started up on a regular basis

load currents vary rapidly

5.1.1.4 Classification of UPS systems

UPS systems should be tested with category 3 disturbance levels.

5.1.2 Disturbance levels

Disturbance levels shall be indicated in percentage of the fundamental voltage. It is essential that the r.m.s value of the resulting supply voltage remains at nominal value throughout the entire test.

Odd harmonics, not a multiple of 3		Odd harmonics, multiple of 3		Even harmonics	
Ordinal number	Disturbance level in % of U_1	Ordinal number	Disturbance level in % of U_1	Ordinal number	Disturbance level in % of U_1
5	12	3	9	2	5
7	10	9	4	4	2
11	7	15	3	6	1.5
13	7	21	2	8	1.5
17	6	27	2	10	1.5
19	6	33	2	12-40	1.5
23	6	39	2		
25	6				
29	5				
31	3				
35	3				
37	3				

Table 9: Disturbance levels of harmonic oscillations for category 3

Harmonic voltages with a disturbance level of more than 3% up to the 9th harmonic should indicate a phase angle of 0° and 180° to the first harmonic.

at 50 Hz network frequency		at 60 Hz network frequency	
Frequency range in Hz	Disturbance level in % of U_1	Frequency range in Hz	Disturbance level in % of U_1
16-100	4	20-120	4
100-500	9	120-600	7.5
500-750	5	600-900	5
750-1000	3	900-1200	3
1000-2000	2	1200-2400	2

Table 10: Disturbance levels of interim harmonic oscillations for category 3

The disturbance level in an industrial environment in which category 3 appliances are in operation and it may be significantly higher.

5.1.3 Measurement equipment

The test generator should be able to generate a first harmonic of 50 Hz or 60 Hz. It should be possible to combine frequencies with the first harmonic as per the table above.

Output current per phase at nominal voltage	As high as necessary in order to test the function of the EUT ¹⁰
First harmonic of voltage - Amplitude U_1 - Frequency - Angle between phases	Rated voltage $\pm 2\%$ 50 Hz $\pm 0.5\%$ or 60 Hz $\pm 0.5\%$ 120° $\pm 1.5\%$ (Stern)?
Individual harmonics settings - Range - Precision Phase angle φ_n - $n = 2$ to 9 - Precision of zero point of harmonics that coincides with the zero point of first harmonic	see note ¹¹ 2 nd to 40 th harmonic better than 5% of U_h or 0.1% of U_1 0°; 180° $\pm 2^\circ$ of first harmonic
Combination of harmonics	see note ¹²
Interim harmonic frequencies Amplitude - Range - Precision - Maximum deviation from set parameter Frequency - Range - Setting stages: $f = (0.33-2) * f_1$ $f = (2-20) * f_1$ $f > 20 * f_1$ - maximum deviation from set parameter	see note ¹³ 0 to 10% of U_1 better than 5% of U_h or 0.1% of U_1 0.1% U_1 0.33 f_1 to 40 * f_1 $\leq 0.1 * f_1$ $\leq 0.2 * f_1$ $\leq 0.5 * f_1$ $\pm 0.5 * f_1$
Output impedance	The output impedance must be low

Table 11: Requirements on test generator for generating harmonics

¹⁰ The generator should be able to supply the current required for testing the function of the EUT, or max. 16A per phase. Other specifications may be made in the relevant product standard.

¹¹ The generator should offer the option of setting the amplitude, frequency, phase angle and sequence of combination of frequencies.

¹² The generator should offer the option of combining a number of voltages per phase with various frequencies.

¹³ The generator should offer the option of setting the amplitude, frequency, phase angle and sequence of combination of frequencies.

5.1.4 Verification of characteristics of test generator

The outputs of the generator must be connected to a spectrum analyser.

This connection has to be established before the entire system is tested. The spectrum analyser must meet the requirements of precision category A in accordance with IEC 1000-4-7. The output voltage should be quantitatively tested using an oscilloscope.

The maximum distortions of the output voltage of the generator should meet the requirements of IEC 1000-3-2 (see table below). These measurements should be carried out without external load.

Ordinal number of harmonics	Output voltage in % of U_1
3	0.9%
5	0.4%
7	0.3%
9	0.2%
2 to 10 (even harmonics)	0.2%
11-40	0.1%

Table 12: Maximum distortions of output voltage for AC sources for category A as per IEC 61000-3-2

The peak level of the test voltage should be between 1.4 and 1.42 times the nominal level. The maximum should reach $87^\circ - 93^\circ$ after zero voltage. The output voltage should not deviate from the nominal level by more than $\pm 2\%$ if the load current varies from zero to nominal.

The parameters for first harmonic and harmonics (as indicated in the above table) should be specified at the output of the generator, with only a spectrum analyser at the output (and not the EUT).

5.1.5 Testing procedure

5.1.5.1 Requirements on EUT

The functional capacity of the EUT must be secured for the full duration of the test. Any interference with its function should be noted and included in the test report.

5.1.5.2 Definition of test signals

There are two testing procedures for a combination of harmonics. To begin with, a flattened sinus curve should be produced, and afterwards a curve should be produced that overshoots. The EUT should be tested for 2 minutes with each combination (as indicated in the following tables).

Function Sections 1 and 3	Voltage Sections 1 and 3	Function Section 2	Voltage Section 2
$0 \leq \sin(\omega t) \leq 0.8$	$u = U_1 * \sqrt{2} * \sin(\omega t)$	$0.8 \leq \sin(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0.8 * U_1 * \sqrt{2}$

Table 13: Sequence of flattened curve

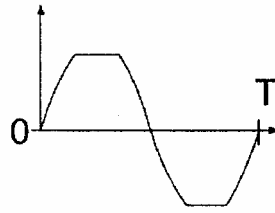


Fig. 8: Sequence of a flattened sinus oscillation

It is important to ensure that the r.m.s value of the resulting generator output voltage remains at nominal value throughout the entire test.

Ordinal number h	3rd harmonic	5th harmonic
% of U_1	8 % / 180°	5 % / 0°

Table 14: Parameters and phase positions of combined harmonics

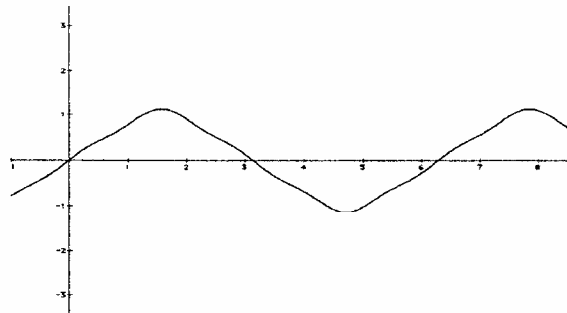


Fig. 9: Sequence of a sinus oscillation with combined 3rd and 5th harmonics

5.1.5.3 Relation of these requirements to the Q/E Matrix

During the test, the output voltage of the UPS system should be measured using a spectrum analyser. Each measurement should be carried out with the defined loads as per the Q/E Matrix. Here the levels of the harmonics of the UPS output voltage should be measured. These must comply with the maximum proportions of individual harmonics as per IEC 61000-2-2.

If these levels are observed, the UPS meets the conditions for overcoming disturbances, and a "yes" should be entered in the corresponding column of the Q/E Matrix. Otherwise the type of load should be noted at which the UPS is no longer able to overcome the disturbance.

5.2 Specified measurement criteria and parameters of voltage distortion

The following tests have to be done with 100 % linear ohmic load.

Parameters		Measurement levels at the output												
Normal mode	Flattened sinus at the input	THD	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
			Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
	Combination of 3 rd and 5th harmonics at the input		Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				
Bypass mode	Flattened sinus at the input		Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
			Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
	Combination of 3 rd and 5th harmonics at the input		Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				

Table 15: Testing of voltage distortion

6 Testing of energy loaded transients

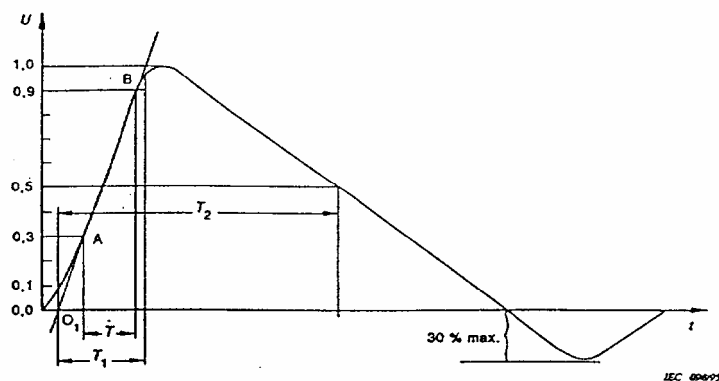
6.1 Definitions concerning energy loaded transients

IEC 61000-4-5 defines the methods for immunity testing with energy loaded transients that have an effect on a device.

6.1.1 Overvoltage

T: time during which the impulse remains in the range of 30% to 90% of the peak voltage.

T_1 : this is a virtual time parameter, the defined duration of which is equivalent to 1.67 times the interval T.



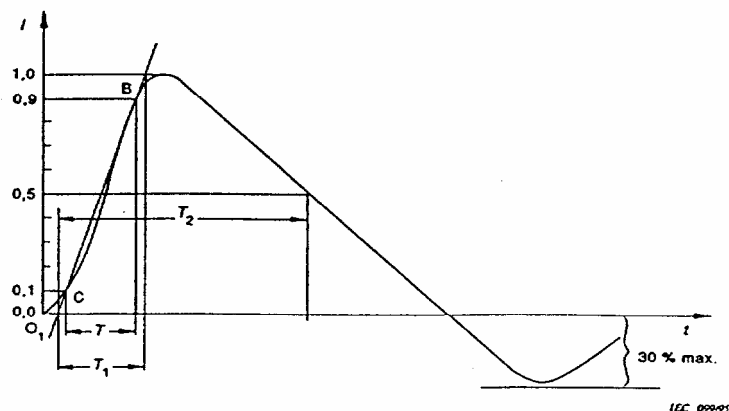
Front time: $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu\text{s} \pm 30 \%$
 Time to half-value: $T_2 = 50 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Fig. 10: Sequence of a voltage peak

6.1.2 Overcurrent

T: time during which an impulse remains in the range of 10% to 90% of the peak current.

T_1 : this is a virtual time parameter, the defined duration of which is equivalent to 1.25 times the interval T.



Front time: $T_1 = 1.25 \times T = 8 \mu\text{s} \pm 20 \%$
 Time to half-value: $T_2 = 20 \mu\text{s} \pm 20 \%$

Fig. 11: Sequence of a Current peak

T_2 : interval from the beginning of an impulse up to the time the peak level has been reached after the impulse has fallen to half the peak level.

6.1.3 General terms

EUT: equipment under test

Primary protection: device that absorbs a major proportion of the disturbance and prevents it from causing damage to the system.

6.1.4 Level of test voltages

Test level as per EN 61000-4-5 : 1995 (Appendix)	Mains unit	
Installation category	Phase to phase [kV]	Phase to ground [kV]
0	No indication	No indication
1	No indication	0.5
2	0.5	1.0
3	1.0	2.0
4	2.0	4.0 b)
5	a)	a)
x		
a) depending on category of local mains unit		
b) normally tested with primary protection		

Table 16: Level of test voltages according to installation category

6.1.5 Installation categories

Below is a brief summary of the various categories in accordance with EN 61000-4-5, Appendix A: 1995. Please refer to this appendix for more detailed information.

6.1.5.1 Category 0:

Well protected electrical environment, frequently located in a special room.

6.1.5.2 Category 1:

Partially protected electrical environment.

6.1.5.3 Category 2:

Environment in which cables are well separated, even over short distances.

6.1.5.4 Category 3:

Environment in which cables are laid parallel.

6.1.5.5 Category 4:

Environment in which exposed cable connections run alongside network cables, and lines are used for both electrical and electronic switches.

6.1.5.6 Category 5:

Environment for electronic systems that are connected with telecommunication and high-voltage transmission lines that run through sparsely populated areas.

6.1.5.7 Category x:

Special conditions as stipulated in product specifications.

6.1.5.8 Classification of UPS systems

UPS meet some of the conditions for category 5, but no specific test levels are cited in this category. For UPS the level stipulated for category 4 is used.

6.1.6 Testing procedure

6.1.6.1 EUT requirements and classification

The functional capacity of the EUT must be secured for the full duration of the test. Any interferences with its function should be noted and included in the test report. Classification should be made on the basis of the device's operating behaviour:

- a) full functional capacity during the entire test
- b) occasional reduction or loss of full functional capacity - EUT is able to restore full functional capacity automatically
- c) occasional reduction or loss of full functional capacity - EUT is only able to restore full functional capacity with the aid of an external operator or through a re-initialisation process
- d) reduction or loss of full functional capacity - EUT no longer able to restore full functional capacity due to damage or data loss

EUT must comply with valid safety regulations throughout the test.

6.1.6.2 Evaluation of behaviour of a UPS system

Full functional capacity is secured if the UPS is able to supply an output voltage according to specifications. The output voltage should therefore be evaluated in the Q/E Matrix. The relevant evaluation criteria are the overshoot and total stabilisation time. Cf. Fig. 1: Definition of dynamic parameters.

If the UPS is able to supply the output voltage according to the specifications throughout the test, a "yes" should be entered in the Q/E Matrix. If it is unable to do so, a "no" should be entered in the Q/E Matrix. The behaviour of the UPS system in accordance with the classifications cited above should also be noted in the Matrix (6.1.6.1).

6.2 Specified measurement criteria and parameters of energy loaded transients

The following tests have to be done with 100 % linear ohmic load.

Parameters					Measurement at the output	
Op. mode	Coupling	Polarity	Level of voltage	Time of impulse	Overshoot	Total stabilisation time
Normal mode	Phase to Phase	+	2 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
		-	2 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
	Phase to Ground	+	4 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
		-	4 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
Bypass mode-	Phase to Phase	+	2 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
		-	2 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
	Phase to Ground	+	4 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		
		-	4 kV	Zero voltage $U_{\text{Mains}} = \text{max.}$ $U_{\text{Mains}} = \text{min.}$		

Table 17: Testing of energy loaded transients

7 Testing of fast transients

The measurements should be carried out in accordance with IEC 61000-4-4. This defines the methods for immunity testing with fast transient that have an effect on a device.

In this test, a series of equal transients is coupled to the EUT. This test signal is referred to as a burst. Coupling is made to the power supply and signal feeds of an electronic device. In our case, to the power supply feeds. A short build-up time, the repetition rate and low energy of the transients are decisive for this test.

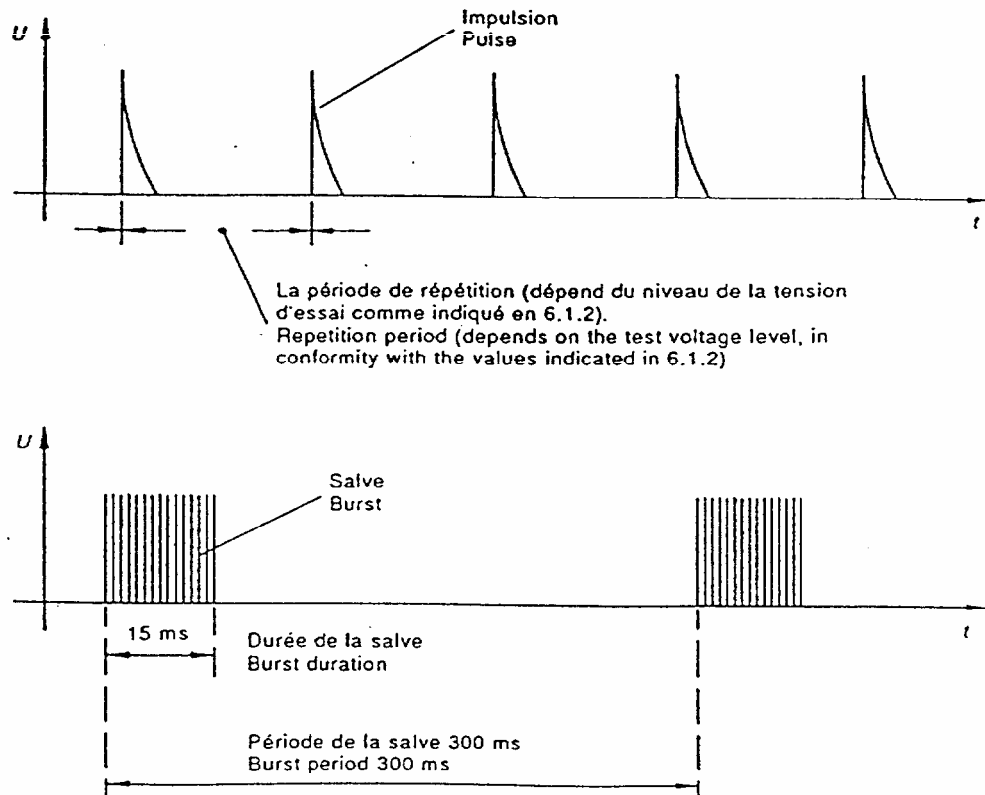


Fig. 12: Fast transients and burst

7.1 Definitions concerning fast transients

7.1.1 Prescribed test voltage

The test voltage should be measured on the open clamps. Tolerances: for the test voltage, $\pm 10\%$; for the repetition intervals for the impulses, $\pm 20\%$. The test levels apply for the network inputs.

Test level	Voltage peak kV	Repetition frequency kHz
1	0.5	5
2	1	5
3	2	5
4	4	2.5
X	Special	Special

"x" may be defined as required.

Table 18: Test level for fast transients as per IEC 61000-4-4

7.1.2 Testing procedure

7.1.2.1 EUT requirements and classification

These are the same as for energy loaded transients, cf. 6.1.6.1.

7.1.2.2 Evaluation of behaviour of a UPS system

These are the same as for energy loaded transients, cf. 6.1.6.2

7.2 Specified measurement criteria and parameters of fast transients

The following tests have to be done with 100 % linear ohmic load.

Parameters					Measurement at the output	
Mode Of Op.	Cou-pling	Pola-rity	Level of voltage	Repetition frequency	Overshoot	Total stabilisation time
Normal mode	Phase to Grnd	+	4 kV	2.5 kHz		
		-	4 kV	2.5 kHz		
Bypass mode	Phase to Grnd	+	4 kV	2.5 kHz		
		-	4 kV	2.5 kHz		

Table 19: Test level for fast transients as per IEC 61000-4-4

8 Measurement of power factor and harmonic distortion

8.1 Definitions

8.1.1 General definitions, IEC 61000-3-4

IEC 61000-3-4 defines the level of harmonic currents that supply units in public low-voltage networks are allowed to cause. This standard applies to supply units with a nominal current over 16 A per phase.

The recommendations contained in this standard may also be applied for devices with a lower nominal current than 16 A per phase. In this case, it may be necessary to obtain the permission of the network operator before it is connected. (Cf. IEC 61000-3-2).

These recommendations do not apply for active filters.

8.1.2 Technical definitions used here in accordance with IEC 60050-161

8.1.2.1 THD (total harmonic distortion)

THD refers to the ratio of r.m.s.value of harmonic currents to the r.m.s value of the first harmonic.

$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

8.1.2.2 PWHD (partial weighted harmonic distortion)

PWHD refers to the ratio of r.m.s. value of a group of harmonics that are weighted by their order, to the r.m.s. value of the first harmonic.

$$\text{PWHD} = \sqrt{\sum_{l=4}^{40} l^2 \left(\frac{I_l}{I_1} \right)^2}$$

8.1.2.3 PCC (point of common coupling)

The closest connection point to the EUT in the public network to which other appliances may be connected.

8.1.2.4 Short circuit power (S_{SC})

Short circuit power calculated from the r.m.s. value of the rated voltage and the impedance (Z) at the PCC.

$$S_{SC} = \frac{U_{Nom}^2}{Z}$$

8.1.2.5 Rated apparent power (S_{eq})

Value calculated from the rated current (I_{equ}) of the supply unit and the nominal phase voltage (single phase, U_p) or interphase voltage (U_l).

$S_{equ} = U_p I_{equ}$ for single-phase systems

$S_{equ} = U_l I_{equ}$ for systems on interphase voltage

$S_{equ} = \sqrt{3} U_l I_{equ}$ for symmetrical three-phase systems

$S_{equ} = 3 U_p I_{equ \max}$ for asymmetrical three-phase systems. $I_{equ \max}$ is the maximum r.m.s value that occurs in a phase.

8.1.2.6 Short circuit ratio (R_{SCE})

The short circuit defines a characteristic value of the system.

$$\begin{aligned} R_{SCE} &= S_{SC} / (3 S_{equ}) && \text{for single-phase systems} \\ R_{SCE} &= S_{SC} / (2 S_{equ}) && \text{for systems on interphase voltage} \\ R_{SCE} &= S_{SC} / S_{equ} && \text{for all three-phase systems} \end{aligned}$$

8.1.3 General requirements

8.1.3.1 Control procedures for supply units

Only control procedures that function symmetrically are permitted. In other words, that (for example) a phase angle control handles positive and negative half-waves equally.

Control procedures that tend to generate harmonics with a low number in the input current should only be used for feeding heating elements if the heating capacity is less than 10% of the rated apparent power.

8.1.3.2 Measuring harmonic currents

The limits defined here apply for all types of connections and loads that may occur with supply units.

Here, individual harmonic currents that are lower than 0.6% of the first harmonic have not been taken into account.

Current I_1 is the first harmonic component.

Harmonic currents arising from switching processes on the EUT should not last longer than 10 seconds and must not exceed 1.5 times the permitted maximum level.

The threshold values shown in the tables below apply to all harmonic currents that arise in the course of tests. However, even harmonics in the 2 to 10 range, and odd harmonics in the 3 to 19 range may surpass 1.5 times the permitted level during 10% of the observation time of 2.5 minutes.

8.1.3.3 Systems with several supply units

If a system to be connected to the public network comprises a number of independent devices with their own supply units, the total current for all supply units is decisive for measuring the power factor and harmonic distortion.

8.1.4 Categories for connection to the public network

Below is a list of categories. If a system can be allocated to one of these categories, the relevant standard recommends that applications for permission to connect it to the public network should not be rejected.

Category 1: Basic connection

Category 2: Connection on the basis of network and system data

Category 3: Connection upon consultation with the network operator

Systems that indicate a phase current over 75 A automatically have to be allocated to category 3.

8.1.4.1 Category 1: Basic connection

Systems whose harmonic currents do not exceed the levels cited in the tables below may be connected to the public network everywhere, providing that the short circuit ratio (R_{SCE}) is higher than or equal to 33.

Note: A short circuit ratio below 33 is not taken into account here, since such systems are not covered by IEC 1000-3-5. In this case, the permission of the network operator should be obtained before the system is connected.

To ensure that commutation drops do not become too great, a short circuit ratio that is higher than 33 is recommended.

Ordinal number n of harmonics	Permissible harmonic current I_n/I_1 %	Ordinal number n of harmonics	Permissible harmonic current I_n/I_1 %
3	21.6	19	1.1
5	10.7	21	≤ 0.6
7	7.2	23	0.9
9	3.8	25	0.8
11	3.1	27	≤ 0.6
13	2	29	0.7
15	0.7	31	0.7
17	1.2	≥ 33	≤ 0.6
Even harmonics: permissible harmonic current: $\leq 8/n$ or ≤ 0.6 I_n : harmonic component of current I_1 : first harmonic of current			

Table 20: Permissible harmonic network currents for category 1

8.1.4.2 Category 2: Connection on the basis of network and system data

Systems that exceed the threshold level for category 1, but which have a short circuit ratio (R_{SCE}) higher than 33, may be connected to the public network without the need for additional measures if they comply with the relevant threshold levels under these circumstances.

Minimum short circuit ratio (R_{SCE})	Permissible distortion factor of the harmonic current (%)		Permissible harmonic current I_n/I_1 %					
	THD	PWHD	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}
66	25	25	23	11	8	6	5	4
120	29	29	25	12	10	7	6	5
175	33	33	29	14	11	8	7	6
250	39	39	34	18	12	10	8	7
350	46	46	40	24	15	12	9	8
450	51	51	40	30	20	14	12	10
600	57	57	40	30	20	14	12	10

The relative level of even harmonics should be lower than $16/n$ %.
 Linear interpolation between successive levels of R_{SCE} for permissible values is acceptable.
 For asymmetrical three-phase systems, these levels apply to each individual phase.
 I_n : harmonic component of current
 I_1 : first harmonic of current

Table 21: Permissible harmonic network currents with single-phase asymmetrical three-phase systems and systems on interphase voltage for category 2

Minimum short circuit ratio (R_{SCE})	Permissible distortion factor of the harmonic current (%)		Permissible harmonic current I_n/I_1 %			
	THD	PWHD	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}
66	16	25	14	11	10	8
120	18	29	16	12	11	8
175	25	33	20	14	12	8
250	35	39	30	18	13	8
350	48	46	40	25	15	10
450	58	51	50	35	20	15
600	70	57	60	40	25	18

The relative level of even harmonics should be lower than $16/n$ %.
 Linear interpolation between successive levels of R_{SCE} for permissible values is acceptable.
 I_n : harmonic component of current
 I_1 : first harmonic of current

Table 22: Permissible harmonic network currents with symmetrical three-phase systems for category 2

8.1.4.3 Category 3: Connection upon consultation with the network operator

If a system exceeds the threshold levels for categories 1 and 2, or if the phase current is greater than 75 A, the connection conditions have to be agreed on with the local network operator.

8.1.4.4 Procedure for carrying out measurements

The following configurations should be used for these measurements:

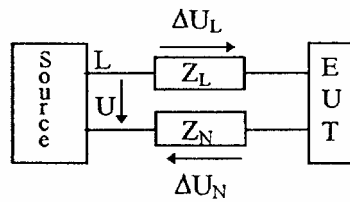


Fig. 13: Configuration for single-phase systems

- U: Supply voltage, phase to neutral
 $Z_{L,N}$: Impedance of feed and shunt resistors for measurement of current
 EUT: equipment under test
 ΔU : Voltage drop via feed impedance Z_L . ($\Delta U = \Delta U_L + \Delta U_N$)

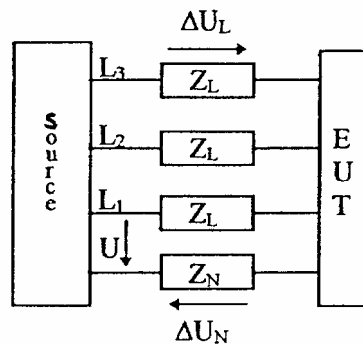


Fig. 14: Configuration for three-phase systems

- U: Supply voltage, phase to neutral
 $Z_{L,N}$: Impedance of feed and shunt resistors for measurement of current
 EUT: equipment under test
 ΔU : Voltage drop via feed impedance Z_L . ($\Delta U = \Delta U_L + \Delta U_N$) between two phases: ($\Delta U = 2\Delta U_L$).
 L_{1-3} : Phase conductor
 N: Neutral conductor

8.1.4.5 Conditions for supply voltage

The test voltage should correspond to the rated voltage of the system. If the system indicates an input voltage range, the test voltage should be 230 V for single-phase and 400 V for three-phase systems. The permitted tolerance for the test voltage is $\pm 2\%$. The frequency should correspond to the nominal level. The tolerance for the frequency is $\pm 0.5\%$.

The following conditions apply for three-phase power supply: The angle between the fundamental harmonics of the three phases must be $120^\circ \pm 1.5^\circ$.

The relative maximum levels for the supply voltage harmonics should not exceed the levels shown below:

0.9% for 3 harmonics

0.4% for 5 harmonics

0.3% for 7 harmonics

0.2% for 9 harmonics

0.2% for even harmonics in the range from 2 to 10

0.1% for all harmonics in the range from 11 to 40

The peak level of the supply voltage should be between 1.4 times and 1.42 times the r.m.s. value, and reach a maximum level of between 87° and 93° after zero point.

The voltage drop (ΔU) should be less than 0.5 V peak.

If the power is to be measured, the voltage U should be measured as shown in the illustrations above.

8.1.4.6 Measuring instruments:

The requirements concerning measuring instruments are described in IEC 61000-3-2.

Note:

With symmetrical three-phase systems, it is sufficient to measure the current in one phase only. If there is a possibility that the phase currents are not identical, the currents in all three phases have to be measured.

8.1.4.7 Definitions of displacement factor λ

Definitions as per IEC 60896-2 paragraph 3.3.16 (for single-phase systems).

$$\lambda = \frac{P_w}{S_{in}}$$

λ := Power factor

P_w := Active input power

S_{in} := Apparent input power

8.1.5 Relation to Q/E Matrix

The four loads cited in the Q/E Matrix should be used, namely:

- 100% linear resistive (ohmic) load (P_{nom})
- 100% non-linear load in accordance with IEC 62040-3 (S_{nom})
- with maximum output current that the UPS is able to supply, regardless of the type of load
- with 0-10%, 50%, 100% asymmetric non-linear load in accordance with IEC 62040

The power factor λ and THD should be measured with each type of load.

Furthermore, the current spectrum should be depicted in graphic form and attached to the Q/E Matrix.

If the UPS cannot be classified in category 1, we suggest noting this in the Q/E Matrix together with the comment that attention should be paid to power factor and harmonic distortions when the system is put into operation, and that it may be necessary to take steps to reduce emissions.

8.2 Specified measurement criteria and parameters of power factor and harmonic currents

The following measurements at different loads have to be done.

8.2.1 100 % linear ohmic load

Parameters	Measurements													
Normal mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
		26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.					
Bypass mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
		26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.					

Table 23: Measurement of power factor and harmonic current at 100 % ohmic load

8.2.2 100 % non-linear load according to IEC 62040-3

Parameters	Measurements													
Normal mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				
Bypass mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				

Table 24: Measurement of power factor and harmonic current
at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3

8.2.3 Maximum output current

Parameters	Measurements													
Normal mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				
Bypass mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
		THD	Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				

Table 25: Measurement of power factor and harmonic current
at maximum output current

8.2.4 0-10 %, 50 %, 100 % asymmetric, non-linear load according to IEC 62040-3

Parameters	Measurements													
Normal mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
	THD		Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				
Bypass mode	Classifica- tion	λ	Odd harmonics, not a multiple of 3											
			5.	7.	11.	13.	17.	19.	23.	25.	29.	31.	35.	37.
	Ref. no. of current spectrum		Odd harmonics, multiple of 3											
			3.	9.	15.	21.	27.	33.	39.					
	THD		Even harmonics											
			2.	4.	6.	8.	10.	12.	14.	16.	18.	20.	22.	24.
			26.	28.	30.	32.	34.	36.	38.	40.				

Table 26: Measurement of power factor and harmonic current at 0-10 %, 50 %, 100 % asymmetric, non-linear load according to IEC 62040-3

9 Measurement of losses and efficiency

9.1 Definitions

9.1.1 Definition of efficiency

The efficiency of UPS is defined in accordance with IEC 62040-3 paragraph 3.3.19 as the ratio of output active power to input active power under defined specified conditions with no significant energy transfer to and from the energy storage means (i.e. without connected batteries).

$$\eta_{UPS} = \frac{P_{Out}}{P_{In}}$$

9.1.2 Efficiency of UPS system

The efficiency of a UPS system is calculated in accordance with IEC 62040-3 paragraph 6.6.11 by measuring the input and output active power in normal mode of operating and the following specified load.

9.2 Specified measurement criteria and parameters for losses and efficiency

UPS is in stable condition, which for the input criteria means: $U=U_{nom}$, $f=f_{nom}$.

P_V [W] => power loss in watts

η [%] => efficiency in %

λ => power factor

At standby of the UPS system the losses are measured. A determination of the efficiency at standby is not possible. Standby is equal to the operation with no load (U_{Out} = nominal voltage and I_{Out} = 0 A)

The following measurements at different loads and modes of operation have to be done.

Parameters				Measurements							
	Load			U _{In}	U _{Out}	I _{In}	I _{Out}	P _{In}	P _{Out}	P _V [W]	η[%]
Normal mode	Resistive load	25% P _N									
		50% P _N									
		75% P _N									
		100% P _N									
	Non-linear load as per IEC 62040-3	25% S _N									
		50% S _N									
		75% S _N									
100% S _N											
Maximum output current	λ:=										
Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3											
Standby				U _{Nom}		0 A		0 W			
Bypass mode	Resistive load	50% P _N									
		100% P _N									
	Non-linear load as per IEC 62040-3	50% S _N									
		100% S _N									
	Maximum output current	λ:=									
	Asymmetrical non-linear load as per IEC 62040-3										
Standby				U _{Nom}		0 A		0 W			

Table 27: Measurement of losses and efficiency

10 Appendix A: Overview of standards referred to in this manual

10.1 UPS product standards

- EN 50091-1 & IEC 62040-1 Uninterruptible power supply
Part 1: General requirements and safety regulations, May 1993
- EN 50091-1 A1 Second revision, Dec. 1995 & IEC 62040-1
- EN 50091-2 & IEC 62040-2 Uninterruptible power supply systems
Part 2: EMV requirements, May 1996
- IEC 62040-3 Uninterruptible power supply systems
Part 3: Operational requirements, December 1995

10.2 Definition of measuring procedures

- EN/IEC 60896-2 paragraph 3.3.16 Measurement procedures for power supply devices with AC output

10.3 EMV standards (to which reference is made in UPS product standards)

- IEC 61000-2-2 Electromagnetic tolerance and compatibility level for low-frequency disturbance signals and signals in the public low-voltage network, May 1990
- EN 61000-4-11 Measuring the resistance against voltage drops, short-term interruptions and voltage fluctuations, April 1995
- EN 61000-4-1 Testing and measurement procedures, Section 1: Overview of procedures for measuring resistance to disturbances, 1994

10.4 Standards concerning resistance (to which reference is made in EN 50091-2 & EN/IEC 62040-2)

These standards have been deleted or withdrawn. Standards from the IEC 61000-4-x series have replaced those listed below:

- IEC 61000-2 : 1991 Resistance to electrostatic discharges
- IEC 61000-3 : 1988 Resistance to electromagnetic fields
- IEC 61000-4 : 1988 Resistance to fast transients
- IEC 61000-5 : Resistance to surge voltages (in preparation)

10.5 EMV standards that include the above topics

- IEC 61000-4-16 Final Draft Ed. 1 Electromagnetic Compatibility (EMC)- Part 4-16: Testing and measurement techniques - Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz
- EN 60555-2/3 Transmissions of disturbances on networks and alternative current feeds (now: EN 61000-3-2/3)
- EN 61000-4-4 Resistance to fast transients on AC network inputs and outputs, March 1995
- EN 61000-4-5: 1995 Electromagnetic compatibility, testing and measurement procedures, Section 5, Testing resistance to surge voltages
- EN 61000-4-6 Resistance to HF (asymmetrical) on AC network inputs and outputs
- IEC/TC SC 77A Committee Draft (CD) IEC 61000-4-13 Version, December 1997
Low frequency phenomena. Testing and measuring techniques- Harmonics and interharmonics, including mains signalling at a.c. power port, immunity tests. Basic EMC publication.
- IEC 61000-3-4 1997/2 Part 3-4 Limits. Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A

10.6 Standard concerning quality of network voltage

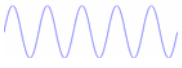
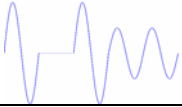
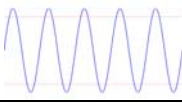
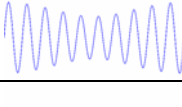
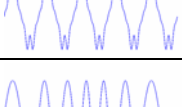
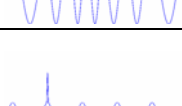
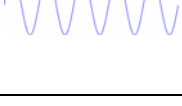
EN 50160 Quality characteristics concerning voltage in electrical energy supply networks. July 1997

10.7 Standard concerning accumulators and battery systems

IEC 60896-2 Accumulators and battery systems, fixed battery systems.

11 Appendix B: Quality-/Energy-Matrix

Q/E-Matrix: Nominal data and Filtering of mains disturbances

Model:		Nominal active power (P_{Nom}):			
Manufacturer:		Nominal apparent power (S_{Nom}):			
Circuit arrangement:		Classification code:			
Mains voltage during normal operation (U_{NORM} according to EN 50160)		Output voltage of the UPS			
	Voltage 230 V +/- 10 % Frequency 50 Hz +/- 1.0 %	The output voltage of the UPS has to be within U_{Norm} in all mode of operation as normal mode, bypass mode and stored energy mode.			
Mains disturbances (Input)		Filtering of mains disturbances (Output)			
Disturbance (Testing procedure) Range		Normal mode (operation through UPS Path)		Bypass mode (operation through bypass before mains disturbance)	
		U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}	U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}
	Outage (Chap. 2) $t_{\text{UI}} > 1 \text{ s}$	Yes/No		Yes/No	
	Voltage interruption (Chap. 4.1, 4.4 – 4.5) $t_{\text{UI}} < 1 \text{ s}$	Yes/No		Yes/No	
	Over- and undervoltages (Chap. 3.1 – 3.3) $\Delta U_{\text{I}} = \pm 10 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = \pm 25 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Voltage sags / brownouts (Chap. 4.1 – 4.3) $\Delta U_{\text{I}} = -30 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = -60 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Harmonic voltages (Chap. 5) Distortion level class 3 according to IEC 61000-4-13	Yes/No		Yes/No	
	Frequency variations (Chap. 3.1; 3.4 – 3.5) $\Delta f_{\text{IStep}} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{\text{ICont}} = \pm 10 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Transients (Chap. 6 & 7) Fast transients according to IEC 61000-4-4	Yes/No		Yes/No	
	Energy loaded transients according to IEC 61000-4-5	Yes/No		Yes/No	
Legend: U_{NORM} Normal voltage according to EN 50160 (230 V +/- 10 %; 50 Hz +/- 1.0 %) P_{Nom} Max. continuous nominal output power at linear ohmic load S_{Nom} Max. continuous nominal output power at non-linear load according to IEC 62040-3		Circuit arrangement and Classification code: according to IEC 62040-3 Load: 100 % linear ohmic or apparent load The transients are measured at 100 % linear apparent load or at a load of maximum 16 A / phase at UPS-Systems with a power higher than 20 kVA			

Q/E-Matrix: Power factor, harmonic currents, losses and energy efficiency

Power factor and harmonic currents during normal operation at the input at 230 V (Testing procedure chapter 8)							
Normal mode (operation through UPS Path)					Load at the output		
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents				
$\lambda =$	k = %				at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})		
$\lambda =$	k = %				at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nnom})		
$\lambda =$	k = %				at maximum output current (Power factor $\lambda =$)		
$\lambda =$	k = %				at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3		
Bypass mode (operation through bypass)					Load at the output		
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents				
$\lambda =$	k = %				at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})		
$\lambda =$	k = %				at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nnom})		
$\lambda =$	k = %				at maximum output current (Power factor $\lambda =$)		
$\lambda =$	k = %				at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3		
Losses and efficiency during normal operation (Input voltage $U_i = 230 \text{ V} \pm 10 \%$) (Testing procedure chapter 9)							
Normal mode (operation through UPS Path)							
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through UPS-Path with						
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3
25 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W %
75 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$							
Bypass mode (operation through bypass)							
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through bypass with						
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W %
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$							

März 2005

Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen

ausgearbeitet durch

Dr. G. Schnyder, P. Mauchle
Schnyder Ingenieure AG
Bösch 23
6331 Hünenberg

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren des Berichtes verantwortlich.

Dieser Bericht ist auch in Englisch verfügbar.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Ziel, Rahmenbedingungen und Grundlagen.....	1
2.1. Ziel	1
2.2. Rahmenbedingungen.....	1
2.3. Grundlagen	2
3. Form des USV-Label.....	3
3.1. Aufbau des Label	3
3.2. Informationsinhalt.....	4
3.2.1. Hersteller / Modell.....	4
3.2.2. Klassifizierung der USV-Anlage	4
3.2.3. Nennleistung	4
3.2.4. Betriebsarten	5
3.2.5. Verlustleistungen	7
3.2.6. Energieverluste	7
3.2.7. Abschirmung von Netzstörungen	7
3.2.8. Netzurückwirkungen.....	7
3.3. Beispiele von Labels für USV-Anlagen.....	8
4. Verbindlichkeit des Label	8
4.1. Vergabe des Labels	8
4.2. Überprüfung des Labels	8
LITERATURVERZEICHNIS.....	9
ANHANG	9
Anhang 1: Qualitäts/Energiematrix (Q/E-Matrix).....	10
Anhang 2: Beispiel eines Labels für eine Doppelwandler USV-Anlage.....	12
Anhang 3: Beispiel eines Labels für eine Line Interaktiv USV-Anlage.....	13
Anhang 4: Beispiel eines Labels für eine Passiv Stand-by USV-Anlage.....	14

1. EINLEITUNG

USV-Anlagen weisen unterschiedliche Technologien auf und unterscheiden sich je nach Aufbau und Betriebsart erheblich bezüglich ihrer Qualität als Verbraucher und als Versorgungsanlage sowie der von ihnen verursachten Energieverluste. Ein Vergleich von verschiedenen USV-Anlagen ist schwierig, da bisher keine einheitlichen Bewertungsgrundlagen bestanden.

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat das Projekt „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“ [1] initialisiert, und somit eine Grundlage für den Vergleich von USV-Anlagen geschaffen. Aus diesem Projekt resultierte eine prozessorientierte Charakterisierung von USV-Anlagen mit der Definition eines Messverfahrens zur Ermittlung der Qualität und der Energieverluste von USV-Anlagen.

Das Resultat des Projektes „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“ dient als Grundlage für ein Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen. Das Label ermöglicht im Überblick den Vergleich von 1-phasigen USV-Anlagen bis zu einer Leistung von 6 kW resp. 6 kVA.

2. ZIEL, RAHMENBEDINGUNGEN UND GRUNDLAGEN

2.1. ZIEL

Das Label für USV-Anlagen enthält Informationen über die Qualität und die Energieverluste. Mit der Einführung des Labels für USV-Anlagen wird folgendes Ziel angestrebt:

Mit dem Label wird die Vergleichbarkeit von USV-Anlagen bezüglich Qualität und Energieverluste erreicht. Mit dem Label sollen kleine USV-Anlagen von den Anwendern optimal eingesetzt und betrieben werden können.

2.2. RAHMENBEDINGUNGEN

Für das Label für USV-Anlagen gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Das Label für USV-Anlagen wird von der Branche bestehend aus Herstellern und Händlern von USV-Anlagen sowie von den Anwendern akzeptiert.
- Im Rahmen einer Selbstdeklaration dient das Label den Herstellern bzw. Händlern für eine einheitliche und somit vergleichbare Darstellung der Kenndaten von USV-Anlagen.
- Das Label für USV-Anlagen ist auf eine europaweite Anwendung ausgerichtet und wird daher EU-konform gestaltet.

2.3. GRUNDLAGEN

Das Label für USV-Anlagen basiert auf den Ergebnissen des Projektes „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“, welches im Auftrag des Bundesamtes für Energie 1997/98 durchgeführt wurde [1]. Ein wesentliches Ergebnis dieses Projektes ist die Qualitäts-/Energiamatrix (Anhang 1).

Die Q/E-Matrix stellt den Zusammenhang zwischen den prozessorientierten Qualitätskriterien und den energierelevanten Parametern dar und macht Angaben über die prozessorientierten Qualitätsanforderungen, wie

- die Sicherstellung der Stromversorgung,
- die Abschirmung von Netzstörungen und
- die Reduktion von Netzurückwirkungen.

Aus der Q/E-Matrix sind ebenfalls

- die Energieverluste im Normalbetrieb und
- die Energieverluste im Standby-Modus, d.h. im Leerlauf

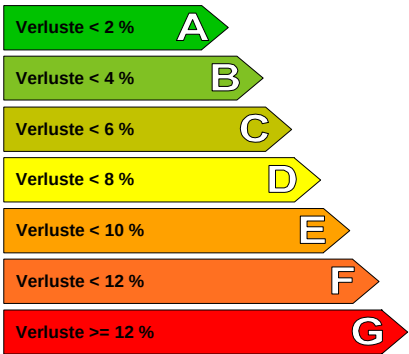
ersichtlich.

Zur Ermittlung der Werte für die Q/E-Matrix wurde ein Messverfahren definiert, das auf IEC 62040-3 abgestimmt ist.

3. FORM DES USV-LABEL

3.1. AUFBAU DES LABEL

Das Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen ist gemäss der bestehenden Form des EU-Label für andere elektrische Anlagen ausgestaltet. Dies vor allem im Hinblick auf die europaweite Verbreitung.

USV-Anlage		BFE USV1A VFI-SS-111	
Hersteller Modell der 1-phasigen USV-Anlage Klassifizierung der USV-Anlage ¹⁾		XXX / XXX	
Nennleistung kW ²⁾ / kVA ³⁾		Normalbetrieb Icon ohne Bypass gemäss Aufbau	Bypass-Betrieb Icon mit Bypass gemäss Aufbau
Betriebsart			
Niedrige Verluste 			
Hohe Verluste			
Energieverluste kWh bei 6'760 Betriebsstunden ⁴⁾		xx.x	xx.x
Energieverluste kWh bei 2'000 Std. Standby-Modus		xx.x	xx.x
Abschirmung von Netzstörungen		$U_N = \text{~~~~~} \text{ } ^{5)}$	
Netzausfall		✓	> X ms
Netzunterbruch und Netzeinbruch		✓	> X ms
Über- und Unterspannung		✓	> X ms
Spannungsschwankungen		✓	> X ms
Spannungsverzerrungen		✓	
Frequenzschwankungen		✓	> X ms
Schnelle Transienten		✓	< XXX % U_N
Energereiche Transienten		✓	< XXX % U_N
Netzurückwirkungen		λ / THD ⁶⁾	
bei Nennleistung in kW ²⁾		x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %
bei Nennleistung in kVA ³⁾		x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %

¹⁾ Klassifikation der USV gemäss IEC 62040-3
²⁾ bei rein ohmscher Last
³⁾ bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3
⁴⁾ Verluste bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 mit 75 % Nennleistung
⁵⁾ U_N = Nennausgangsspannung;
⁶⁾ Leistungsfaktor λ / Klirrfaktor des Eingangsstromes
 Abschirmung ausreichend, wenn die Ausgangsspannung EN 50160 erfüllt.
 BFE-Richtlinien für USV-Anlagen
 Januar 2005

Abbildung 1: Label für kleine 1-phasige USV-Anlagen

Das Label für USV-Anlagen macht Aussagen über die Energieeffizienz und die Qualität der jeweiligen Anlage. Zudem werden die möglichen Betriebsarten beurteilt. Die Qualität umfasst die prozessorientierte Funktion der USV-Anlagen. Somit können qualitativ gleichwertige USV-Anlagen bezüglich ihrer Energieeffizienz miteinander verglichen werden.

Die Angaben im Label für USV-Anlagen entsprechen einer übersichtlichen Zusammenfassung der Qualitäts-/Energie-Matrix. Zur Ermittlung der einzelnen Werte der Q/E-Matrix ist ein Messverfahren definiert, das auf IEC 62040-3 abgestimmt ist.

3.2. INFORMATIONSGEHALT

Das Label für USV-Anlagen beinhaltet folgende Angaben:

- Hersteller / Modell
- Klassifizierung gemäss IEC 62040-3
- Nennleistung
- Betriebsart
- Verlustleistung
- Energieverluste pro Jahr
- Abschirmung von Netzstörungen
- Netzurückwirkungen

Im Folgenden werden einzelne Angaben des Labels erläutert.

3.2.1. Hersteller / Modell

Der Hersteller und der Anlagentyp der 1-phasigen USV-Anlage werden angegeben.

3.2.2. Klassifizierung der USV-Anlage

Die Klassifizierung der USV-Anlage gemäss IEC 62040-3 Tabelle D.1 wird spezifiziert. Dies informiert über die Abhängigkeit des Ausgangs von der Eingangsspannung und Eingangsfrequenz bei Normalbetrieb (VFI-...), die Spannungsform am Ausgang (...SS-) und die Ausgangsdynamik (...111).

3.2.3. Nennleistung

Die Nennleistung in kW bei ohmscher Last und die Nennleistung in kVA bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 werden angegeben. Diese Nennleistungen können dauernd bezogen werden. Ist eine dauernde Belastung mit Nennleistung nicht möglich, so muss die maximale Betriebsdauer bei Nennleistung angegeben werden.

3.2.4. Betriebsarten

USV-Anlagen weisen prinzipiell die drei Betriebsarten „Normalbetrieb“, „Bypass-Betrieb“ oder „Betrieb ab Batterie“ auf. Da der „Betrieb ab Batterie“ nur kurzzeitig auftritt und für die Energieeffizienz der USV-Anlagen nicht relevant ist, werden mit dem Label nur die andern beiden Betriebsarten aufgeführt. Angaben zum „Bypass-Betrieb“ werden auf dem Label nur gemacht, wenn die USV-Anlage über einen Bypass verfügt und dieser bei ungestörtem Netz auch dauernd in Betrieb sein kann.

In der Betriebsart „**Normalbetrieb**“ werden die angeschlossenen Lasten im Normalbetrieb über den USV-Pfad versorgt, d.h. abhängig vom Aufbau der USV-Anlage über den Doppelumrichter, das Leistungsinterface oder direkt ab dem Netz bei Passiv Stand-by Anlagen. Bei einer Störung des USV-Pfades erfolgt eine Umschaltung auf den Bypass soweit dies möglich ist. Sobald die Störung behoben ist, wird nach einer Stabilisierungsphase wieder auf den USV-Pfad zurückgeschaltet.

In der Betriebsart „**Bypass-Betrieb**“ werden die angeschlossenen Lasten über den Bypass versorgt. Dabei müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Beim Auftreten von Netzstörung schaltet die USV-Anlage vom Bypass-Betrieb in den Normalbetrieb oder den Betrieb ab Batterie um.
- Bei einer durch Netzstörungen bedingten Umschaltung vom Bypass-Betrieb in den Normalbetrieb oder den Betrieb ab Batterie darf ein Spannungsunterbruch von maximal 10 ms auftreten.
- Im Bypass-Betrieb ist zu gewährleisten, dass automatisch ein periodischer Test der Batteriekapazität und des Normalbetriebes erfolgt.

Auf dem Label werden abhängig vom Aufbau der USV-Anlage die folgenden Icons für die Darstellung des Normalbetriebes und des Bypass-Betriebes verwendet. Die Gestaltungen der Icons erfolgen in Anlehnung an IEC 62040-3.

Doppelwandler USV-Anlage (VFI-..):

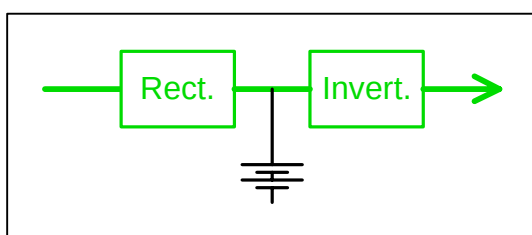


Abbildung 2: Normalbetrieb VFI

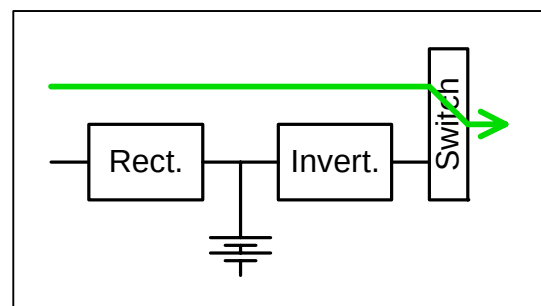


Abbildung 3: Bypass-Betrieb VFI

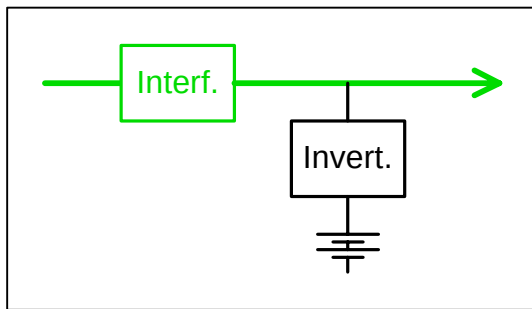
Line-Interaktiv USV-Anlage (VI-..):

Abbildung 4: Normalbetrieb VI

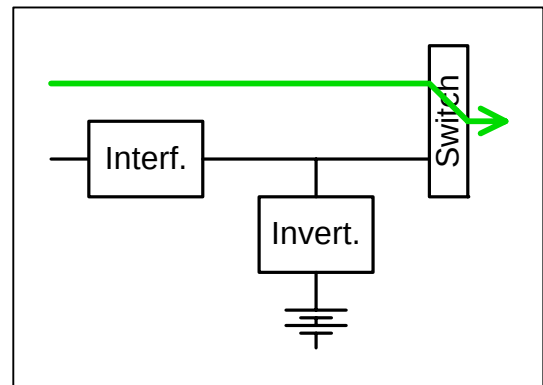


Abbildung 5: Bypass-Betrieb VI

Passiv Stand-by USV-Anlage (VFD-..):

Die Passiv Stand-by USV-Anlagen weisen keinen Bypass-Betrieb auf, da der Normalbetrieb diese Funktionalität beinhaltet.

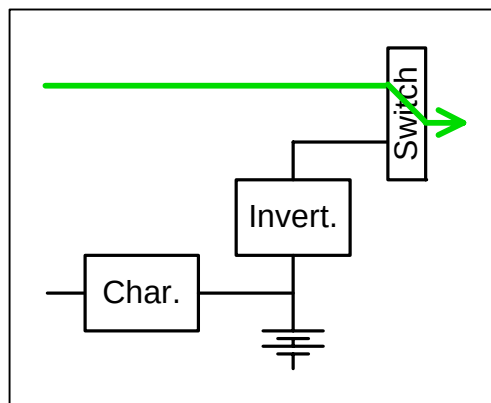
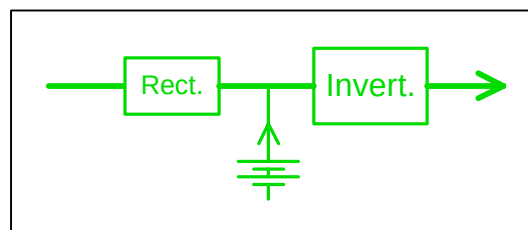


Abbildung 6: Normalbetrieb VFD

Für USV-Anlagen mit einem Aufbau oder einer Betriebsart, die von den Standards abweichen, sind die Icons entsprechend anzupassen. So ist z.B. bei USV-Anlagen mit einer reduzierten Leistung des Gleichrichters mittels folgendem Icon darauf hinzuweisen, dass im Normalbetrieb auch Energie aus der Batterie bezogen wird. Die Dauer, während der Nennleistung über den USV-Pfad bezogen werden kann, ist bei diesen Anlagen abhängig von der Kapazität der Batterien zeitlich begrenzt.

Abbildung 7: Normalbetrieb VFI
mit reduzierter Gleichrichterleistung

3.2.5. Verlustleistungen

Die Verlustleistungen werden mit sämtlichen Lasten gemäss der Q/E-Matrix ermittelt. Für die Klassifizierung im Label wird jeweils die maximale Verlustleistung berücksichtigt.

Abhängig von der maximalen Verlustleistung im Leistungsbereich von 25 % bis 100 % der Nennleistung wird der „Normalbetrieb“ und der „Bypass-Betrieb“ dem jeweiligen Bereich (A bis G) zugeordnet. Ist ein dauernder „Bypass-Betrieb“ nicht möglich, so entfällt diese Angabe, d.h. es wird lediglich der Wirkungsgrad bei „Normalbetrieb“ angegeben.

3.2.6. Energieverluste

Die jährlichen Energieverluste der USV-Anlage, d.h. die durch die USV-Anlage verursachten Übertragungsverluste zwischen dem Eingang und dem Ausgang der USV-Anlage, werden angegeben. Dabei wird beim „Normalbetrieb“ und beim „Bypass-Betrieb“ von einer nichtlinearen Last gemäss IEC 62040-3 mit 75 % Nennleistung während 6'760 Betriebsstunden ausgegangen.

Zusätzlich zu den jährlichen Energieverlusten werden die Energieverluste für 2'000 Stunden Standby-Modus, d.h. für 2'000 Stunden Leerlauf mit $U_A = 230 \text{ V}$ und $I_A = 0 \text{ A}$, aufgeführt.

3.2.7. Abschirmung von Netzstörungen

Die ausreichende Abschirmung der Last gegenüber den Netzstörungen gemäss der Q/E-Matrix wird für den „Normalbetrieb“ und „Bypass-Betrieb“ angegeben.

- Normalbetrieb

Die Netzstörungen müssen durch die USV-Anlage ausreichend reduziert werden, so dass am Ausgang die Spannung der Norm EN 50160 entspricht.

- Bypass-Betrieb

Beim Auftreten einer Netzstörung muss die USV-Anlage vom Bypass-Betrieb in den Normalbetrieb oder den Betrieb ab Batterie umgeschaltet werden. Dabei darf ein Spannungsunterbruch von maximal 10 ms auftreten.

Die Spannungsverzerrungen können im „Bypass-Betrieb“ nicht abgeschirmt werden.

Die transienten Spannungen müssen auch im „Bypass-Betrieb“ ausreichend reduziert werden und dürfen zu keiner Störung der USV-Anlage führen, d.h. eine entsprechende Filterwirkung muss auch im „Bypass-Betrieb“ vorhanden sein.

Ist eine der beiden Betriebsarten nicht möglich, so entfallen die jeweiligen Angaben.

3.2.8. Netzurückwirkungen

Die Netzurückwirkungen bei „Normalbetrieb“ und bei „Bypass-Betrieb“ werden für die folgenden Betriebszustände angegeben

- Nennleistung mit rein ohmscher Last und
- Nennleistung mit nichtlinearer Last gemäss IEC 62'4'-3.

Die Angaben der Netzurückwirkungen umfassen:

- Den Leistungsfaktor λ am Eingang der USV-Anlage.
- Den Klirrfaktor des Eingangsstromes, welcher der Gesamtheit aller Oberschwingungsströme des Eingangsstromes entspricht.

Die maximal zulässigen Oberschwingungsströme des Eingangsstroms der USV-Anlage sind

abhängig von der jeweiligen Kurzschlussleistung am Anschlusspunkt. Die Ermittlung des zulässigen Maximalwertes für die Gesamtheit aller Oberschwingungsströme muss gemäss der „Empfehlung für die Beurteilung von Netzurückwirkungen“ des Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE-Empfehlung Nr. 2.72d-97) erfolgen.

Im Bypass-Betrieb können die durch die Lasten verursachten Netzurückwirkungen lediglich mittels vorgeschalteten Filtern reduziert werden. Müssen solche vorgeschaltete Filter installiert werden, um einen Normalbetrieb über Bypass zu ermöglichen, so sind die vorgeschalteten Filter bei der Verlustmessung mit zu berücksichtigen.

3.3. BEISPIELE VON LABELS FÜR USV-ANLAGEN

Zur Illustration der Ausgestaltung der Labels werden für die drei unterschiedlichen Konfigurationen von USV-Anlagen, wie USV-Anlage mit Doppelumwandlung (Anhang 2), Line Interaktiv USV-Anlage (Anhang 3) und Passiv Stand-by USV-Anlage (Anhang 4), im Anhang mögliche Beispiele aufgezeigt.

4. VERBINDLICHKEIT DES LABEL

4.1. VERGABE DES LABELS

Die Vergabe des Labels für kleine 1-phasige USV-Anlagen erfolgt auf Grund der Selbstdeklaration (Konformitätsnachweis) durch den Hersteller. Das Label entspricht einer Warendeclaration und untersteht dem Gesetz gegen unlauteren Wettbewerb. Die Messungen können pro Model durchgeführt werden, d.h. nicht jede USV-Anlage muss ausgemessen werden.

4.2. ÜBERPRÜFUNG DES LABELS

Die Angaben auf dem Label für USV-Anlagen müssen durch eine neutrale Überprüfung von einer unabhängigen, akkreditierten Prüfstelle nachvollzogen werden können, d.h. die Angaben müssen bei jeder Anlage verifizierbar sein. Bei einer Überprüfung des Labels durch eine unabhängige Prüfstelle gilt das auf IEC 62040-3 abgestimmte Messverfahren für USV-Anlagen [1] als Grundlage.

LITERATURVERZEICHNIS

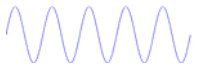
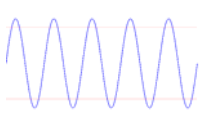
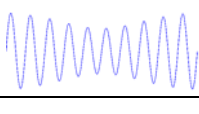
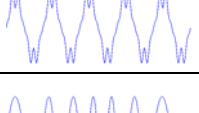
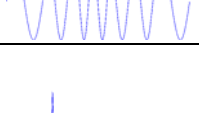
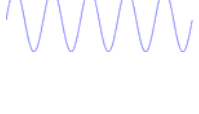
- [1]: Bundesamt für Energie: Dokumentation des Projektes „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“
- [2]: IEC 62040-3 “Uninterruptible power systems (UPS) – Part 3”; First edition 1999-03; Reference number IEC 62040-3:1999(E)
- [3]: Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke: „Empfehlungen für die Beurteilung von Netzurückwirkungen“ (VSE-Empfehlung Nr. 272d-97)

ANHANG

- Anhang 1: Qualitäts-/Energiematrix (Q/E-Matrix)
- Anhang 2: Beispiel eines Labels für eine Doppelwandler USV-Anlage
- Anhang 3: Beispiel eines Labels für eine Line Interaktiv USV-Anlage
- Anhang 4: Beispiel eines Labels für eine Passiv Stand-by USV-Anlage

ANHANG 1: QUALITÄTS/ENERGIEMATRIX (Q/E-MATRIX)

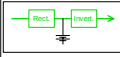
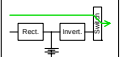
Q/E-Matrix: Nenndaten und Behebung von Netzstörungen

USV - Typ:		Nennwirkleistung (P_{Nenn}):			
Hersteller:		Nennscheinleistung (S_{Nenn}):			
Aufbau:		Klassifikations-Code:			
Netzspannung im Normalfall (U_{NORM} gemäss EN 50160)		Ausgangsspannung der USV-Anlage			
 Spannung 230 V +/- 10 % Frequenz 50 Hz +/- 1.0 %		Die Ausgangsspannung der USV-Anlage muss bei allen Betriebsarten innerhalb U_{Norm} liegen. Die Betriebsarten sind Normalbetrieb, Bypass-Betrieb und Betrieb ab Batterie.			
Netzstörungen (Eingang) Art der Störung (Messverfahren) Bereich		Störungsbehebung (Ausgang) Normalbetrieb (Betrieb über den USV-Pfad) Bypass-Betrieb (Betrieb vor der Netzstörung über den Bypass) U_{NORM} erfüllt ? U_{NORM} erfüllt ?			
 Netzausfall (Kap. 2) $t_{\text{UE}} > 1 \text{ s}$		ja/nein		ja/nein	
 Netzunterbruch, Netzeinbruch (Kap. 4.1, 4.4 – 4.5) $t_{\text{UE}} < 1 \text{ s}$		ja/nein		ja/nein	
 Über-, Unterspannung (Kap. 3.1 – 3.3) $\Delta U_E = \pm 10 \%$ $\Delta U_E = \pm 25 \%$		ja/nein		ja/nein	
 Spannungsschwankungen (Kap. 4.1 – 4.3) $\Delta U_E = -30 \%$ $\Delta U_E = -60 \%$		ja/nein		ja/nein	
 Spannungsverzerrungen (Kap. 5) Störpegel der Klasse 3 Gemäss IEC 61000-4-13		ja/nein		ja/nein	
 Frequenzschwankungen (Kap. 3.1; 3.4 – 3.5) $\Delta f_{\text{ESprung}} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{\text{Ekont}} = \pm 10 \%$		ja/nein		ja/nein	
 Spannungsspitzen (Kap. 6 & 7) schnelle Transiente gemäss IEC 61000-4-4		ja/nein		ja/nein	
energiereiche Transiente gemäss IEC 61000-4-5		ja/nein		ja/nein	
Legende: U_{NORM} Normspannung gemäss EN 50160 (230 V +/- 10 %; 50 Hz +/- 1.0 %) P_{Nenn} Max. Dauerausgangswirkleistung bei linearer, ohmscher Belastung S_{Nenn} Max. Dauerausgangsscheinleistung bei nichtlinearer Belastung gemäss EN/IEC 62040-3 Aufbau und Klassifikations-Code: gemäss IEC 62040-3 Last: 100 %, lineare, ohmsche Last oder 100 % lineare Scheinlast Die Messung der Spannungsspitzen erfolgt bei 100 %, linearer, Scheinlast oder bei einer Belastung von max. 16 A / Phase bei USV-Anlagen mit einer Leistung grösser als 20 kV A					

Q/E-Matrix: Netzurückwirkungen, Verluste und Wirkungsgrade

Netzurückwirkungen im Normalbetrieb am Eingang bei 230 V (Messverfahren Kapitel 8)									
Normalbetrieb (Betrieb über den USV-Pfad)					Lasten am Ausgang				
Leistungsfaktor	Klirrfaktor des Eingangsstromes		Stromspektrum Referenznummer						
$\lambda =$	k = %				bei 100 % linearer, ohmscher Last (P_{Nenn})				
$\lambda =$	k = %				bei 100 % nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 (S_{Nenn})				
$\lambda =$	k = %				bei maximalem Ausgangsstrom (Leistungsfaktor $\lambda =$)				
$\lambda =$	k = %				bei 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetrischer, nichtlinearer Last gemäss EC 62040-3				
Bypass-Betrieb (Betrieb über den Bypass)					Lasten am Ausgang				
Leistungsfaktor	Klirrfaktor des Eingangsstromes		Stromspektrum Referenznummer						
$\lambda =$	k = %				bei 100 % linearer, ohmscher Last (P_{Nenn})				
$\lambda =$	k = %				bei 100 % nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 (S_{Nenn})				
$\lambda =$	k = %				bei maximalem Ausgangsstrom (Leistungsfaktor $\lambda =$)				
$\lambda =$	k = %				bei 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetrischer, nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3				
Verluste und Wirkungsgrade im Normalbetrieb (Eingangsspannung $U_E = 230 \text{ V} \pm 10 \%$) (Messverfahren Kapitel 9)									
Normalbetrieb (Betrieb über den USV-Pfad)									
Leistung	Verluste (in W) und Wirkungsgrade (in %) bei Betrieb über USV mit								
	linearer, ohmscher Last		nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3		max. Ausgangsstrom ($\lambda =$)		asymmetrischer, nicht-linearer Last gemäss IEC 62040-3		
25 % Nennleistung	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----	
50 % Nennleistung	W	%	W	%	-----	-----	W	%	
75 % Nennleistung	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----	
100 % Nennleistung	W	%	W	%	W	%	-----	-----	
Standby-Verluste: W bei U_A = Nennspannung und $I_A = 0 \text{ A}$									
Bypass-Betrieb (Betrieb über den Bypass)									
Leistung	Verluste (in W) und Wirkungsgrade (in %) bei Betrieb über Bypass mit								
	linearer, ohmscher Last		nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3		max. Ausgangsstrom ($\lambda =$)		asymmetrischer, nicht-linearer Last gemäss IEC 62040-3		
50 % Nennleistung	W	%	W	%	-----	-----	W	%	
100 % Nennleistung	W	%	W	%	W	%	-----	-----	
Standby-Verluste: W bei U_A = Nennspannung und $I_A = 0 \text{ A}$									

ANHANG 2: BEISPIEL EINES LABELS FÜR EINE DOPPELWANDLER USV-ANLAGE

USV-Anlage																																	
Hersteller Modell der 1-phasigen USV-Anlage Klassifizierung der USV-Anlage ¹⁾	BFE USV-B1 VFI-SS-111																																
Nennleistung kW ²⁾ / kVA ³⁾ Betriebsart	5.5 / 6.0 Normalbetrieb  Bypass-Betrieb 																																
Niedrige Verluste Verluste < 2 % A Verluste < 4 % B Verluste < 6 % C Verluste < 8 % D Verluste < 10 % E Verluste < 12 % F Verluste >= 12 % G Hohe Verluste	A C																																
Energieverluste kWh bei 6'760 Betriebsstunden ⁴⁾ Energieverluste kWh bei 2'000 Std. Standby-Modus	2000 200 400 200																																
Abschirmung von Netzstörungen	$U_N = $  ⁵⁾																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Netzausfall</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">✓</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">✓ > 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Netzunterbruch und Netzeinbruch</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓ > 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Über- und Unterspannung</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓ > 5 ms</td> </tr> <tr> <td>Spannungsschwankungen</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓ > 5 ms</td> </tr> <tr> <td>Spannungsverzerrungen</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frequenzschwankungen</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓ > 5 ms</td> </tr> <tr> <td>Schnelle Transienten</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">< 10 % U_N</td> </tr> <tr> <td>Energereiche Transienten</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">< 15 % U_N</td> </tr> </table>	Netzausfall		✓	✓ > 10 ms	Netzunterbruch und Netzeinbruch		✓	✓ > 10 ms	Über- und Unterspannung		✓	✓ > 5 ms	Spannungsschwankungen		✓	✓ > 5 ms	Spannungsverzerrungen		✓		Frequenzschwankungen		✓	✓ > 5 ms	Schnelle Transienten		✓	< 10 % U_N	Energereiche Transienten		✓	< 15 % U_N	
Netzausfall		✓	✓ > 10 ms																														
Netzunterbruch und Netzeinbruch		✓	✓ > 10 ms																														
Über- und Unterspannung		✓	✓ > 5 ms																														
Spannungsschwankungen		✓	✓ > 5 ms																														
Spannungsverzerrungen		✓																															
Frequenzschwankungen		✓	✓ > 5 ms																														
Schnelle Transienten		✓	< 10 % U_N																														
Energereiche Transienten		✓	< 15 % U_N																														
Netzzrückwirkungen	λ / THD ⁶⁾																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">bei Nennleistung in kW ²⁾</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">0.97 / 5 %</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">0.99 / 3 %</td> </tr> <tr> <td>bei Nennleistung in kVA ³⁾</td> <td style="text-align: center;">0.97 / 5 %</td> <td style="text-align: center;">0.95 / 25 %</td> </tr> </table>	bei Nennleistung in kW ²⁾	0.97 / 5 %	0.99 / 3 %	bei Nennleistung in kVA ³⁾	0.97 / 5 %	0.95 / 25 %																											
bei Nennleistung in kW ²⁾	0.97 / 5 %	0.99 / 3 %																															
bei Nennleistung in kVA ³⁾	0.97 / 5 %	0.95 / 25 %																															

1) Klassifikation der USV gemäss IEC 62040-3

2) bei rein ohmscher Last

3) bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3

4) Verluste bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 mit 75 % Nennleistung

5) U_N = Nennausgangsspannung;

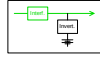
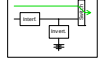
6) Leistungsfaktor λ / Klirrfaktor des Eingangsstromes

Abschirmung ausreichend, wenn die Ausgangsspannung EN 50160 erfüllt.

BFE-Richtlinien für USV-Anlagen

Januar 2005

ANHANG 3: BEISPIEL EINES LABELS FÜR EINE LINE INTERAKTIV USV-ANLAGE

USV-Anlage			
Hersteller Modell der 1-phasigen USV-Anlage Klassifizierung der USV-Anlage ¹⁾		BFE USV-B2 VI-SS-212	
Nennleistung kW ²⁾ / kVA ³⁾ Betriebsart		5.5 / 6.0 Normalbetrieb	Bypass-Betrieb
			
Niedrige Verluste Verluste < 2 % A Verluste < 4 % B Verluste < 6 % C Verluste < 8 % D Verluste < 10 % E Verluste < 12 % F Verluste >= 12 % G Hohe Verluste		B A	
Energieverluste kWh bei 6'760 Betriebsstunden ⁴⁾ Energieverluste kWh bei 2'000 Std. Standby-Modus		1600 200	400 200
Abschirmung von Netzstörungen		$U_N =$  ⁵⁾	
Netzausfall		✓	✓ > 10 ms
Netzunterbruch und Netzeinbruch		✓	✓ > 10 ms
Über- und Unterspannung		✓	✓ > 10 ms
Spannungsschwankungen		✓	✓ > 10 ms
Spannungsverzerrungen		✓	
Frequenzschwankungen			
Schnelle Transienten		< 10 % U_N	< 10 % U_N
Energiereiche Transienten		< 15 % U_N	< 15 % U_N
Netzzrückwirkungen		λ / THD ⁶⁾	
bei Nennleistung in kW ²⁾		0.98 / 3 %	0.99 / 3 %
bei Nennleistung in kVA ³⁾		0.98 / 3 %	0.95 / 25 %

¹⁾ Klassifikation der USV gemäss IEC 62040-3
²⁾ bei rein ohmscher Last
³⁾ bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3
⁴⁾ Verluste bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 mit 75 % Nennleistung
⁵⁾ U_N = Nennausgangsspannung;
⁶⁾ Leistungsfaktor λ / Klirrfaktor des Eingangsstromes
 Abschirmung ausreichend, wenn die Ausgangsspannung EN 50160 erfüllt.
 BFE-Richtlinien für USV-Anlagen
 Januar 2005

ANHANG 4: BEISPIEL EINES LABELS FÜR EINE PASSIV STAND-BY USV-ANLAGE

USV-Anlage		BFE USV-B3 VFD-SS-222	
Hersteller Modell der 1-phasigen USV-Anlage Klassifizierung der USV-Anlage ¹⁾		5.5 / 6.0	
Nennleistung kW ²⁾ / kVA ³⁾		Normalbetrieb	Bypass-Betrieb
Betriebsart			
Niedrige Verluste Verluste < 2 % A Verluste < 4 % B Verluste < 6 % C Verluste < 8 % D Verluste < 10 % E Verluste < 12 % F Verluste >= 12 % G Hohe Verluste		A	
Energieverluste kWh bei 6'760 Betriebsstunden ⁴⁾		400	
Energieverluste kWh bei 2'000 Std. Standby-Modus		200	
Abschirmung von Netzstörungen		$U_N =$  ⁵⁾	
Netzausfall		✓ > 10 ms	
Netzunterbruch und Netzeinbruch		✓ > 10 ms	
Über- und Unterspannung		✓ > 10 ms	
Spannungsschwankungen		✓ > 10 ms	
Spannungsverzerrungen			
Frequenzschwankungen			
Schnelle Transienten		< 10 % U_N	
Energereiche Transienten		< 15 % U_N	
Netzurückwirkungen		λ / THD ⁶⁾	
bei Nennleistung in kW ²⁾		0.99 / 3 %	
bei Nennleistung in kVA ³⁾		0.95 / 25 %	

kein
Bypass-Betrieb

¹⁾ Klassifikation der USV gemäss IEC 62040-3
²⁾ bei rein ohmscher Last
³⁾ bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3
⁴⁾ Verluste bei nichtlinearer Last gemäss IEC 62040-3 mit 75 % Nennleistung
⁵⁾ U_N = Nennausgangsspannung;
⁶⁾ Leistungsfaktor λ / Klirrfaktor des Eingangsstromes
 Abschirmung ausreichend, wenn die Ausgangsspannung EN 50160 erfüllt.
 BFE-Richtlinien für USV-Anlagen
 Januar 2005

March 2005

Label for small single-phase UPS

prepared by

Dr. G. Schnyder, P. Mauchle
Schnyder Ingenieure AG
Bösch 23
6331 Hünenberg

This study has been carried out on behalf of Swiss Federal Office of Energy. All contents and conclusions are the sole responsibility of the authors.

This report is available also in German.

Please refer to the following web site for additional information concerning the Swiss Federal Office of Energy "Electricity" programme:
www.electricity-research.ch

INDEX

1. Introduction	1
2. Goals, constraints and technical basis.....	1
2.1. Goals	1
2.2. Constraints	1
2.3. Technical basis	2
3. Design of the label for UPS.....	3
3.1. Format of the label	3
3.2. Description of the information shown on the label.....	4
3.2.1. Manufacturer / Model.....	4
3.2.2. Classification of UPS	4
3.2.3. Nominal power	4
3.2.4. Mode of operation.....	5
3.2.5. Losses	7
3.2.6. Energy losses per year	7
3.2.7. Filtering of mains disturbances	7
3.2.8. Power factor and harmonic distortion	7
3.3. Examples of labels for UPS	8
4. Bindingness of the label.....	8
4.1. Awarding the label	8
4.2. Review process	8
Bibliography	9
Annex.....	9
Annex 1: Quality-/Energy-Matrix.....	10
Annex 2: Example of a Label of a UPS double conversion	12
Annex 3: Example of a Label of a UPS line interactive operation	13
Annex 4: Example of a Label of a UPS passive stand-by operation.....	14

1. INTRODUCTION

Uninterruptible Power Systems (UPS) are constructed using a variety of different technologies. Depending on method of construction and mode of operation, their quality as load and as supply system and their energy efficiency varies. It is difficult to compare different UPS because so far no standard criteria for comparison have been established.

The Swiss Federal Office of Energy (SFOE) commissioned the project „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“ [1] and created a basis for comparing UPS. The result of this project was a standardised method for determining the parameters of UPS, including a definition of measurement procedures in order to determine the quality of UPS and their energy efficiency.

This definition is the basis for the proposed labelling method for small single-phase UPS. The label will permit the standardised comparison of single-phase UPS up to a power of 6 kW respectively 6 kVA.

2. GOALS, CONSTRAINTS AND TECHNICAL BASIS

2.1. GOALS

The proposed label for UPS contains information about the quality of the systems and their energy efficiency. The introduction of a standardised label for UPS has the following goal:

Labelling will permit comparison of the relative quality and energy efficiency of UPS which will, in turn, the label permits the user to improve the selection and the operation of UPS.

2.2. CONSTRAINTS

The following constraints must be considered in designing labelling of UPS:

- The label will have to be approved by the manufacturers and distributors of UPS, as well as by their users.
- The label will allow the manufacturers and distributors a standardised and therefore comparable method for declaring the parameters and performance specifications of their UPS.
- Since the proposed labelling of UPS is intended to be used throughout Europe, the design of the label should conform to EU standards.

2.3. TECHNICAL BASIS

The proposed labelling is based upon the results of the project „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“ [1]. This project was performed during the years 1997/98 by order of the Swiss Federal Office of Energy. An essential outcome of this project is the Quality-/Energy-Matrix (Annex 1).

The Q/E-Matrix shows the relationship between the process-oriented quality criteria and the energy relevant parameters and provides information about process-oriented quality requirements such as:

- reliability of the power supply,
- filtering of mains disturbances,
- improvement of the power factor and
- reduction of harmonic distortion

Furthermore the Q/E-Matrix shows

- energy losses during normal operation and
- energy losses at standby, that means at no load

In addition a standardised procedure to determine the parameters for the Q/E-Matrix is defined. This procedure is according to IEC 62040-3.

3. DESIGN OF THE LABEL FOR UPS

3.1. FORMAT OF THE LABEL

The label for small single-phase UPS has been designed to match the existing EU-Label for other electric appliances. This approach was chosen to facilitate the application of the label for UPS throughout Europe.

Uninterruptible Power System			
Manufacturer Model of single-phase UPS Classification of UPS ¹⁾		SFOE USV1A VFI-SS-111	
Nominal power kW ²⁾ / kVA ³⁾ Mode of operation		XXX / XXX Normal mode Bypass mode Icon without bypass acc. to circuit arrangement Icon with bypass acc. to circuit arrangement	
Low losses Losses < 2 % A Losses < 4 % B Losses < 6 % C Losses < 8 % D Losses < 10 % E Losses < 12 % F Losses >= 12 % G High losses		B A	
Energy losses kWh at 6'760 h of operation ⁴⁾ Energy losses kWh at 2'000 h standby		xx.x xx.x xx.x xx.x	
Filtering of mains disturbances		$U_N =$  ⁵⁾	
Outage		✓	> X ms
Voltage interruption		✓	> X ms
Over- and undervoltages		✓	> X ms
Voltage sags/brownouts		✓	> X ms
Harmonic voltages		✓	
Frequency variations		✓	> X ms
Fast transients		✓	< XXX % U_N
Energy loaded transients		✓	< XXX % U_N
Power factor and harmonic distortion		λ / THDi ⁶⁾	
at nominal power in kW ²⁾		x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %
at nominal power in kVA ³⁾		x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %

¹⁾ Classification of UPS according to IEC 62040-3
²⁾ at ohmic load
³⁾ at non-linear load according to EN/IEC 62040-3
⁴⁾ Energy losses at non-linear load according to EN/IEC 62040-3 with 75 % of nominal power
⁵⁾ U_N = Nominal output voltage;
 Filtering is sufficient, if the output voltage fulfills EN 50160.
⁶⁾ Power factor λ / Total harmonic distortion of the input current THDi
 SFOE-Directions for UPS-Systems
 February 2005

Figure 1: Label for small single-phase UPS

The label for UPS provides information about the energy efficiency and the quality of the system. Furthermore, it considers the possible modes of operation. The quality statement is based on the process-oriented functions of the system. Thus qualitatively equivalent UPS can be compared concerning their energy efficiency.

The parameters shown on the label represent a summary of the key parameters described in the Quality-/Energy-Matrix. The measuring procedure to determine the data of the Q/E-Matrix is defined according to IEC 62040-3 [2].

3.2. DESCRIPTION OF THE INFORMATION SHOWN ON THE LABEL

The label for UPS contains the following information:

- Manufacturer / Model
- Classification according to IEC 62040-3
- Nominal power
- Mode of operation
- Losses
- Energy losses per year
- Filtering of mains disturbances
- Power factor and harmonic distortion

These items are explained in more detail below.

3.2.1. Manufacturer / Model

The manufacturer and the type of the single-phase UPS system are listed.

3.2.2. Classification of UPS

The Classification of UPS according to IEC 62040-3 Table D.1 is specified. This informs about the output dependency at normal operation (VFI-..), the output waveform (...-SS-...) and the output dynamic performance (..-111).

3.2.3. Nominal power

The nominal power in kW at resistive load and the nominal power in kVA using a non-linear load according to IEC 62040-3 are shown. Both values are shown for continuous operation. If continuous operation at nominal power is not possible, the maximum time with nominal power has to be declared.

3.2.4. Mode of operation

UPS have in principle the three modes of operation "Normal mode", "Bypass mode" and "Stored energy mode". Since the "Stored energy mode" is used only during a short time and is not relevant for the energy efficiency of the UPS, only the two other modes of operation are shown with the Label. Data to the "Bypass mode" are given on the Label only if the UPS is equipped with a Bypass and a continuous operation with "Bypass mode" is possible.

In the operation mode "**Normal mode**" the connected load is supplied through the UPS-Path, i.e. depending on the configuration of the UPS through the double conversion, through the power interface or is supplied directly from mains at UPS with passive stand-by. In case of a disturbance of the UPS-Path, the power supplied to the load is switched to the bypass as far as possible. As soon as the disturbance is repaired, the power supplying the load will be switched back to the UPS-Path after a period of stabilization.

In the operation mode "**Bypass mode**" the connected load is supplied through the bypass of the UPS. For this mode of operation the following conditions have to be met:

- As a consequence of mains disturbances the UPS switches from the "Bypass mode" to the "Normal mode" or to the "Stored energy mode".
- When a mains disturbance causes the system to switch from the "Bypass mode" to the "Normal mode" or to the "Stored energy mode" the interruption of power must not exceed 10 ms.
- During the "Bypass mode" the system is required to periodically perform an automatic test of the battery capacity and an automatic test of the "Normal mode".

On the label dependent on the configuration of the UPS the following icons are used for the representation of the "Normal mode" and the "Bypass mode". The design of the icons takes place following to IEC 62040-3.

UPS double conversion (VFI-..):

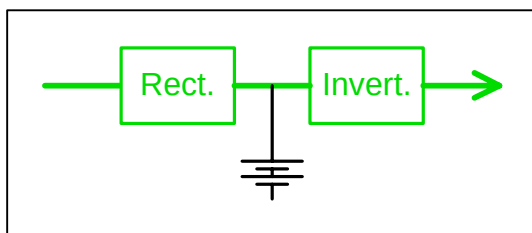


Figure 2: Normal mode VFI

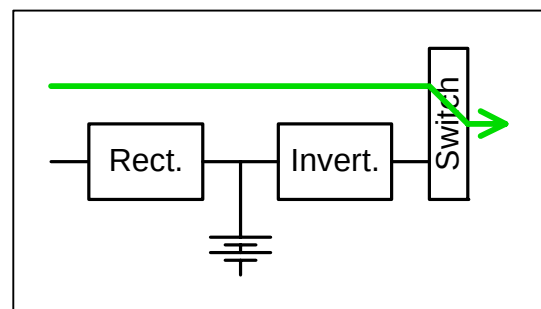


Figure 3: Bypass mode VFI

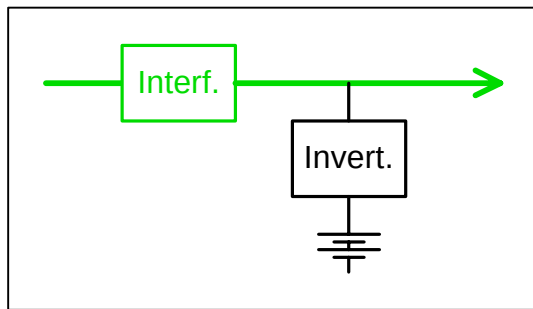
UPS line interactive operation (VI-..):

Figure 4: Normal mode VI

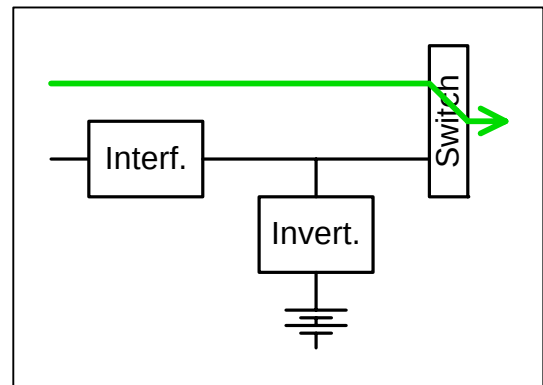


Figure 5: Bypass mode VI

UPS passive stand-by operation (VFD-..):

The UPS with passive stand-by operation do not have a „Bypass mode“, this functionality is included in the „Normal mode“.

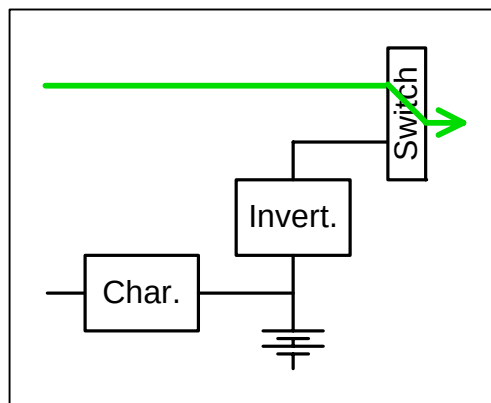
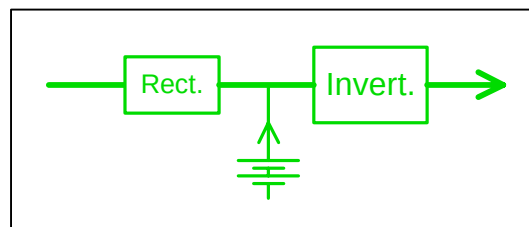


Figure 6: Normal mode VFD

For UPS with a configuration or mode of operation that are different from the standards the icons have to be adapted. E.g. the icon of a UPS with a reduced power of the rectifier has to show that at „Normal mode“ the battery is involved. With this type of UPS system the time during which it can supply nominal power through the UPS-Path is limited and depends on the capacity of the batteries.

Figure 7: Normal mode VFI
with reduced power of the rectifier

3.2.5. Losses

The losses are to be determined with all the different types of loads described in the Q/E-Matrix. The losses shown on the label correspond to the maximum measured losses for the different types of loads.

For the modes of operation, "Normal mode" and "Bypass mode", the maximum losses are determined in a load 25 % to 100 % of nominal power. On the label only the corresponding range is indicated (A-G). If a continuous operation with "Bypass mode" is not possible no declaration will be made for this mode. This means that only the losses at the "Normal mode" are shown.

3.2.6. Energy losses per year

The yearly energy losses of the system are shown, i.e. the energy losses between input and output of the UPS. The losses will be computed assuming a non-linear load according to IEC 62040-3 of 75 % of nominal power over 6'760 h. Energy losses are to shown for both modes of operation.

In addition to the energy losses of a year the energy losses at 2'000 h standby operation are shown. Standby operation is equal with no load operation with $U_{out} = 230 \text{ V}$ and $I_{out} = 0 \text{ A}$.

3.2.7. Filtering of mains disturbances

This section of the label describes the capacity of the UPS system to protect the load against the mains disturbances according to the Q/E-Matrix. This is shown for both modes of operation "Normal mode" and "Bypass mode".

- Normal mode:
The UPS has to reduce mains disturbances sufficiently enough such that the quality of the output-voltage conforms to EN 50160.
- Bypass mode:
When mains disturbances occur, the UPS has to switch from the Bypass mode to the Normal mode or to the Stored energy mode. During this switchover a maximal interruption of the power supply at the output of 10 ms is allowed.
The harmonic voltages cannot be filtered during the Bypass mode.
Transients also must be sufficiently reduced during the Bypass mode and may not lead to malfunctions of the UPS itself. This means that a sufficient level of filtering has to be effective also in the Bypass mode.

If one of the modes of operation is not possible the respective declarations are not applicable.

3.2.8. Power factor and harmonic distortion

The power factor and the harmonic distortion at "Normal mode" and at "Bypass mode" must be shown on the label for the following loads:

- Purely resistive load at nominal power and
- non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power.

The declaration contains:

- The power factor λ at the input of the UPS.
- The total harmonic distortion of the input current, which is the ratio in percent of the

r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the fundamental component of the alternating quantity of the input current..

The maximum acceptable harmonic currents of the input of a UPS system depend on the short circuit power of the network at the connecting point. The acceptable maximum value of the total harmonic distortion has to be calculated according to the „Empfehlung für die Beurteilung von Netzzrückwirkungen“ [3] of the Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE-Empfehlung Nr. 2.72d-97).

In the Bypass mode it is only possible to reduce the power factor and the harmonic distortion caused by the load with filters that are connected to the input side of the UPS System. If such filters are necessary to allow a Bypass mode, they have to be included measuring the losses.

3.3. EXAMPLES OF LABELS FOR UPS

Possible examples of Labels for the three different configurations of UPS are shown in the annex to illustrate the design of the label for UPS. These configurations are UPS double conversion (Annex 2), for UPS line interactive operation (Annex 3) and for UPS passive stand-by operation (Annex 4).

4. BINDINGNESS OF THE LABEL

4.1. AWARDING THE LABEL

The Label for small single-phase UPS is awarded by self-declaration of conformity to the proposed standards (proof of conformity). The label corresponds to a product specification and so the law against unfair competition is applied. It is sufficient for the manufacturer to measure each model of UPS, i.e. it is not necessary to measure each individual UPS.

4.2. REVIEW PROCESS

The declarations on the label are subject to verification by an independent accredited auditor. This means the data on the label must be verifiable for each individual UPS. Any verification of the declarations on the label by an independent auditor needs to be performed according to IEC 62040-3 and the “Messverfahren für USV-Anlagen” [1].

BIBLIOGRAPHY

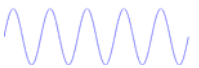
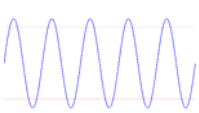
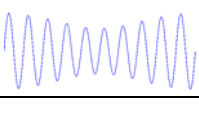
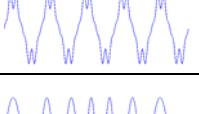
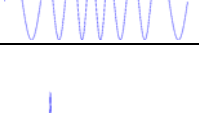
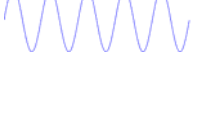
- [1]: Swiss Federal Office of Energy: Documentation of the project „Parameteridentifikation und Messverfahren für USV-Anlagen“
- [2]: IEC 62040-3 “Uninterruptible power systems (UPS) – Part 3”; First edition 1999-03; Reference number IEC 62040-3:1999(E)
- [3]: Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke: „Empfehlungen für die Beurteilung von Netzzrückwirkungen“ (VSE-Empfehlung Nr. 272d-97)

ANNEX

- Annex 1: Quality-/Energy-Matrix
- Annex 2: Example of a Label of a UPS double conversion
- Annex 3: Example of a Label of a UPS line interactive operation
- Annex 4: Example of a Label of a UPS passive stand-by operation

ANNEX 1: QUALITY-/ENERGY-MATRIX

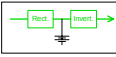
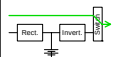
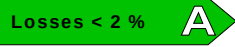
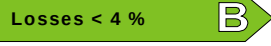
Q/E-Matrix: Nominal data and Filtering of mains disturbances

Model:		Nominal active power (P_{Nom}):			
Manufacturer:		Nominal apparent power (S_{Nom}):			
Circuit arrangement:		Classification code:			
Mains voltage during normal operation (U_{NORM} according to EN 50160)		Output voltage of the UPS			
	Voltage 230 V +/- 10 % Frequency 50 Hz +/- 1.0 %	The output voltage of the UPS has to be within U_{Norm} in all mode of operation as normal mode, bypass mode and stored energy mode.			
Mains disturbances (Input) Disturbance (Testing procedure) Range		Filtering of mains disturbances (Output) Normal mode (operation through UPS Path) Bypass mode (operation through bypass before mains disturbance)			
		U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}	U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}
	Outage (Chap. 2) $t_{\text{UI}} > 1 \text{ s}$	Yes/No		Yes/No	
	Voltage interruption (Chap. 4.1, 4.4 – 4.5) $t_{\text{UI}} < 1 \text{ s}$	Yes/No		Yes/No	
	Over- and undervoltages (Chap. 3.1 – 3.3) $\Delta U_{\text{I}} = \pm 10 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = \pm 25 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Voltage sags / brownouts (Chap. 4.1 – 4.3) $\Delta U_{\text{I}} = - 30 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = - 60 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Harmonic voltages (Chap. 5) Distortion level class 3 according to IEC 61000-4-13	Yes/No		Yes/No	
	Frequency variations (Chap. 3.1; 3.4 – 3.5) $\Delta f_{\text{IStep}} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{\text{ICont}} = \pm 10 \%$	Yes/No		Yes/No	
	Transients (Chap. 6 & 7) Fast transients according to IEC 61000-4-4	Yes/No		Yes/No	
	Energy loaded transients according to IEC 61000-4-5	Yes/No		Yes/No	
Legend: U_{NORM} Normal voltage according to EN 50160 (230 V +/- 10 %; 50 Hz +/- 1.0 %) P_{Nom} Max. continuous nominal output power at linear ohmic load S_{Nom} Max. continuous nominal output power at non-linear load according to IEC 62040-3		Circuit arrangement and Classification code: according to IEC 62040-3 Load: 100 % linear ohmic or apparent load The transients are measured at 100 % linear apparent load or at a load of maximum 16 A / phase at UPS-Systems with a power higher than 20 kVA			

Q/E-Matrix: Power factor, harmonic currents, losses and energy efficiency

Power factor and harmonic currents during normal operation at the input at 230 V (Testing procedure chapter 8)								
Normal mode (operation through UPS Path)					Load at the output			
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents					
$\lambda =$	k =	%			at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nom})			
$\lambda =$	k =	%			at maximum output current (Power factor $\lambda =$)			
$\lambda =$	k =	%			at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3			
Bypass mode (operation through bypass)					Load at the output			
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents					
$\lambda =$	k =	%			at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nom})			
$\lambda =$	k =	%			at maximum output current (Power factor $\lambda =$)			
$\lambda =$	k =	%			at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3			
Losses and efficiency during normal operation (Input voltage $U_i = 230 \text{ V} \pm 10 \%$) (Testing procedure chapter 9)								
Normal mode (operation through UPS Path)								
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through UPS-Path with							
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3	
25 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W	%
75 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$								
Bypass mode (operation through bypass)								
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through bypass with							
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3	
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W	%
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$								

ANNEX 2: EXAMPLE OF A LABEL OF A UPS DOUBLE CONVERSION

Uninterruptible Power System		
Manufacturer Model of single-phase UPS Classification of UPS ¹⁾	SFOE USV-B1 VFI-SS-111	
Nominal power kW ²⁾ / kVA ³⁾ Mode of operation	5.5 / 6.0 Normal mode  Bypass mode 	
Low losses  A  B  C  D  E  F  G High losses	 C  A	
Energy losses kWh at 6'760 h of operation ⁴⁾	2000	400
Energy losses kWh at 2'000 h standby	200	200
Filtering of mains disturbances	$U_N = $  ⁵⁾	
Outage 	✓	✓ > 10 ms
Voltage interruption 	✓	✓ > 10 ms
Over- and undervoltages 	✓	✓ > 5 ms
Voltage sags/brownouts 	✓	✓ > 5 ms
Harmonic voltages 	✓	
Frequency variations 	✓	✓ > 5 ms
Fast transients 	✓	< 10 % U_N
Energy loaded transients 	✓	< 15 % U_N
Power factor and harmonic distortion	λ / THDi ⁶⁾	
at nominal power in kW ²⁾	0.97 / 5 %	0.99 / 3 %
at nominal power in kVA ³⁾	0.97 / 5 %	0.95 / 25 %

¹⁾ Classification of UPS according to IEC 62040-3
²⁾ at ohmic load
³⁾ at non-linear load according to EN/IEC 62040-3
⁴⁾ Energy losses at non-linear load according to EN/IEC 62040-3 with 75 % of nominal power
⁵⁾ U_N = Nominal output voltage;
 Filtering is sufficient, if the output voltage fulfills EN 50160.
⁶⁾ Power factor λ / Total harmonic distortion of the input current THDi
 SFOE-Directions for UPS-Systems
 February 2005

ANNEX 3: EXAMPLE OF A LABEL OF A UPS LINE INTERACTIVE OPERATION

Uninterruptible Power System		
Manufacturer Model of single-phase UPS Classification of UPS ¹⁾	SFOE USV-B2 VI-SS-212	
Nominal power kW ²⁾ / kVA ³⁾ Mode of operation	5.5 / 6.0 Normal mode Bypass mode  	
Low losses		
Losses < 2 % A		
Losses < 4 % B		
Losses < 6 % C		
Losses < 8 % D		
Losses < 10 % E		
Losses < 12 % F		
Losses >= 12 % G		
High losses		
Energy losses kWh at 6'760 h of operation ⁴⁾	1600	400
Energy losses kWh at 2'000 h standby	200	200
Filtering of mains disturbances	$U_N = $  ⁵⁾	
Outage		✓ ✓ > 10 ms
Voltage interruption		✓ ✓ > 10 ms
Over- and undervoltages		✓ ✓ > 10 ms
Voltage sags/brownouts		✓ ✓ > 10 ms
Harmonic voltages		✓
Frequency variations		
Fast transients		< 10 % U_N < 10 % U_N
Energy loaded transients		< 15 % U_N < 15 % U_N
Power factor and harmonic distortion	λ / THDi ⁶⁾	
at nominal power in kW ²⁾	0.98 / 3 %	0.99 / 3 %
at nominal power in kVA ³⁾	0.98 / 3 %	0.95 / 25 %

¹⁾ Classification of UPS according to IEC 62040-3
²⁾ at ohmic load
³⁾ at non-linear load according to EN/IEC 62040-3
⁴⁾ Energy losses at non-linear load according to EN/IEC 62040-3 with 75 % of nominal power
⁵⁾ U_N = Nominal output voltage;
 Filtering is sufficient, if the output voltage fulfills EN 50160.
⁶⁾ Power factor λ / Total harmonic distortion of the input current THDi
 SFOE-Directions for UPS-Systems
 February 2005

ANNEX 4: EXAMPLE OF A LABEL OF A UPS PASSIVE STAND-BY OPERATION

Uninterruptible Power System																																		
Manufacturer Model of single-phase UPS Classification of UPS ¹⁾	SFOE USV-B3 VFD-SS-222																																	
Nominal power kW ²⁾ / kVA ³⁾ Mode of operation	5.5 / 6.0 Normal mode Bypass mode 																																	
Low losses Losses < 2 % A Losses < 4 % B Losses < 6 % C Losses < 8 % D Losses < 10 % E Losses < 12 % F Losses >= 12 % G High losses	A no Bypass mode																																	
Energy losses kWh at 6'760 h of operation ⁴⁾ Energy losses kWh at 2'000 h standby	400 200																																	
Filtering of mains disturbances	$U_N = $  ⁵⁾																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Outage</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">✓</td> <td style="width: 30%;">> 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Voltage interruption</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td>> 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Over- and undervoltages</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td>> 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Voltage sags/brownouts</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td>> 10 ms</td> </tr> <tr> <td>Harmonic voltages</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frequency variations</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fast transients</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> <td>< 10 % U_N</td> </tr> <tr> <td>Energy loaded transients</td> <td style="text-align: center;"></td> <td></td> <td>< 15 % U_N</td> </tr> </table>	Outage		✓	> 10 ms	Voltage interruption		✓	> 10 ms	Over- and undervoltages		✓	> 10 ms	Voltage sags/brownouts		✓	> 10 ms	Harmonic voltages				Frequency variations				Fast transients			< 10 % U_N	Energy loaded transients			< 15 % U_N		
Outage		✓	> 10 ms																															
Voltage interruption		✓	> 10 ms																															
Over- and undervoltages		✓	> 10 ms																															
Voltage sags/brownouts		✓	> 10 ms																															
Harmonic voltages																																		
Frequency variations																																		
Fast transients			< 10 % U_N																															
Energy loaded transients			< 15 % U_N																															
Power factor and harmonic distortion	$\lambda / THDi$ ⁶⁾																																	
at nominal power in kW ²⁾	0.99 / 3 %																																	
at nominal power in kVA ³⁾	0.95 / 25 %																																	

¹⁾ Classification of UPS according to IEC 62040-3
²⁾ at ohmic load
³⁾ at non-linear load according to EN/IEC 62040-3
⁴⁾ Energy losses at non-linear load according to EN/IEC 62040-3 with 75 % of nominal power
⁵⁾ U_N = Nominal output voltage;
 Filtering is sufficient, if the output voltage fulfills EN 50160.
⁶⁾ Power factor λ / Total harmonic distortion of the input current THDi
 SFOE-Directons for UPS-Systems
 February 2005

März 2005

Anleitung für die Ausschreibung von kleinen USV-Anlagen

Funktionale Musterausschreibung

ausgearbeitet durch

Dr. G. Schnyder, P. Mauchle
Schnyder Ingenieure AG
Bösch 23
6331 Hünenberg

Diese Anleitung für eine funktionale Musterausschreibung für USV-Anlagen ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Dokumentes verantwortlich.

Weitere Informationen über das Programm „Elektrizität“ des Bundesamts für Energie stehen auf folgender Web-Seite zur Verfügung:

www.electricity-research.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Vorbereitende Abklärungen	1
2.1.	Funktionen der USV-Anlagen	1
2.2.	Anforderungen der Verbraucher	1
2.3.	Dimensionierung der Anlage	3
2.4.	Aufbau und Betriebsart der USV-Anlage	4
3.	Spezifikation der USV-Anlage.....	5
3.1.	Nenndaten	5
3.2.	Aufbau	5
3.3.	Betriebsarten	6
3.4.	Technische Daten	6
3.5.	Überwachung und Steuerung	8
4.	Batterie	8
5.	Technische Daten	8

1. EINLEITUNG

Die vorliegende Anleitung für eine funktionale Musterausschreibung für kleine USV-Anlagen zeigt die Abklärungen auf, die die Anwender von kleinen USV-Anlagen durchführen müssen, um die benötigte USV-Anlage bestimmen zu können. Zudem wird die Spezifikation für kleine USV-Anlagen aufgezeigt. Die USV-Anlage selber wird dabei als „Blackbox“ betrachtet, d.h. der interne Aufbau und die anzuwendende Technologie werden nicht im Detail spezifiziert.

2. VORBEREITENDE ABKLÄRUNGEN

Damit die USV-Anlage spezifiziert werden kann, sind durch den Anwender die folgenden vorbereitenden Abklärungen durchzuführen.

2.1. FUNKTIONEN DER USV-ANLAGEN

USV-Anlagen stellen bei einem Netzausfall die Energieversorgung für die angeschlossenen Verbraucher sicher und schützen die Verbraucher vor Netzstörungen wie Netzeinbrüche, Spannungsschwankungen, Spannungsverzerrungen usw. Zudem reduzieren USV-Anlagen die Netzurückwirkungen der Verbraucher auf das versorgende Netz. Die Netzurückwirkungen der Verbraucher, die ab kleinen USV-Anlagen versorgt werden, sind für das versorgende Netz nicht relevant, daher muss diese Funktionalität bei kleinen USV-Anlagen nicht berücksichtigt werden. Die USV-Anlage selbst hingegen darf keine übermässigen Netzurückwirkungen aufweisen, d.h. der Eingangsstrom muss sinusförmig sein und der Leistungsfaktor muss möglichst nahe bei 1.0 liegen.

2.2. ANFORDERUNGEN DER VERBRAUCHER

2.2.1. Netzqualität und Verbraucheranforderungen

Die Funktionen, die eine USV-Anlage erfüllen muss, werden auch durch die Netzqualität bestimmt. Für eine vereinfachte Betrachtung kann die Netzqualität in die folgenden Gruppen von versorgenden Niederspannungs-Netzen unterteilt werden:

- **Städtisches NS-Netz;** Die Versorgung weist wenige Unterbrüche auf und die Netzstörungen liegen im Normalfall innerhalb der Norm EN 50160.
- **Ländliches NS-Netz;** Die Versorgung weist häufige Unterbrüche auf und die Netzstörungen liegen mit Ausnahme von gelegentlichen Spannungsschwankungen im Normalfall innerhalb der Norm EN 50160 liegen.
- **Industrie NS-Netz;** Die Versorgung entspricht einem Netz, wie es im Umfeld von Produktionsanlagen anzutreffen ist, d.h. es treten wenig Unterbrüche auf, die Netzqualität befindet sich jedoch häufig ausserhalb der Grenzwerte der Norm EN 50160.

Die Verbraucher können vereinfacht in folgende Gruppen bezüglich ihrer Anforderungen an die Verfügbarkeit des versorgenden Netzes unterteilt werden.

- Verbraucher der **Gruppe 1** werden bei einem Netzausfall abgeschaltet und können anschliessend, wenn das Netz wieder vorhanden ist, problemlos eingeschaltet werden. Mit dem Netzausfall wird der durch den Verbraucher ausgeführte Prozess wohl unterbrochen, er wird jedoch nicht nachhaltig gestört. Ein Beispiel eines solchen Verbrauchers ist ein Klimagerät.
- Verbraucher der **Gruppe 2** überstehen einen kurzen Versorgungsunterbruch bis 20 ms. Ein länger andauernder Netzunterbruch oder ein Netzausfall führt jedoch zur Beschädigung des ausgeführten Prozesses. Diese Verbraucher müssen gesteuert abgeschaltet werden, eine Kurzunterbrechung wird dank den Netzteilen, die auch als Netzpuffer dienen, überbrückt. Beispiele für solche Verbraucher sind Arbeitsplatz PC oder Server PC.
- Verbraucher der **Gruppe 3** ertragen keine Netzunterbrüche, da dadurch der Prozess nachhaltig gestört wird. Beispiele dazu sind Anlagensteuerungen mit Relais in Selbsthaltung oder Messgeräte und Versuchsreihen in Labors.

Bezüglich der Netzstörungen müssen die Verbraucher so ausgelegt sein, dass sie Netzstörungen, die sich innerhalb den Grenzwerten der Norm EN 50160 befinden, ohne funktionale Beeinträchtigung überstehen.

2.2.2. Kategorisierung der Verbraucher

Die Verbraucher müssen abhängig von der Netzqualität und den Verbrauchernanforderungen kategorisiert werden. Dabei werden die Verbraucher gemäss dem folgenden Schema in die drei Kategorien „Versorgung ab Netz“, „Versorgung über Bypass“ und „Versorgung über USV“ eingeteilt.

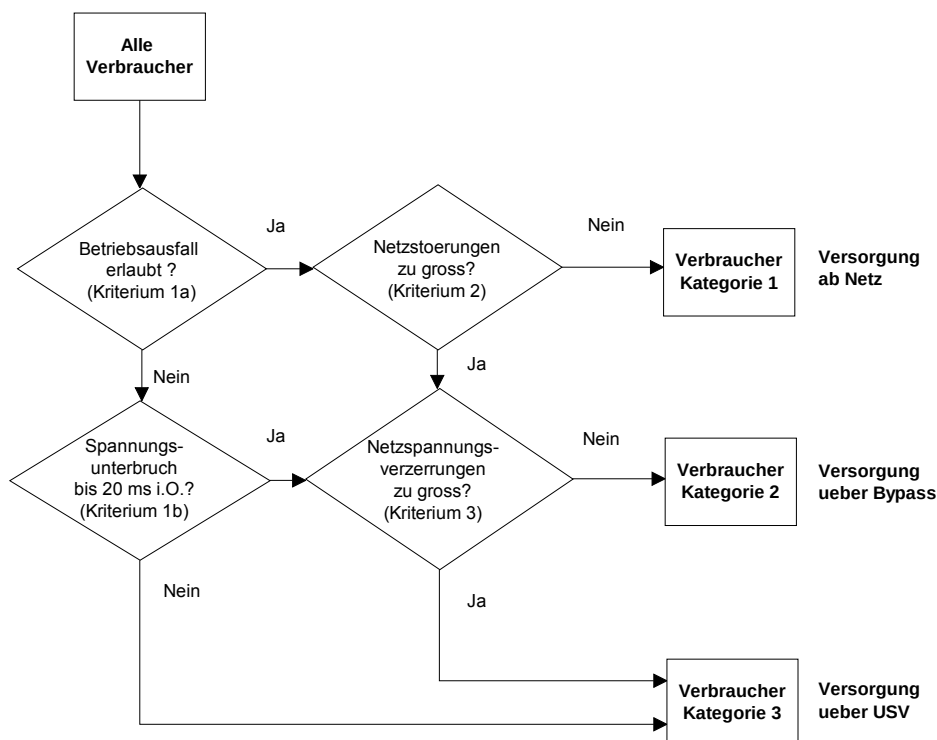


Abbildung 1: Ablauf der Verbraucherkategorisierung

Die Kategorisierung der Verbraucher erfolgt in den folgenden drei Schritten:

1. Schritt der Verbraucherkategorisierung

Verbraucher bei denen ein Betriebsausfall erlaubt ist (Gruppe 1), werden der Kategorie 1 zugeordnet (Kriterium 1a). Verbraucher der Kategorie 1 können direkt ab dem Netz versorgt werden, d.h. sie benötigen keine USV-Anlage.

Verbraucher bei denen kein Betriebsausfall erlaubt ist, die aber einen Spannungsunterbruch bis 20 ms ohne Betriebs- oder Funktionsstörung ertragen (Gruppe 2), werden der Kategorie 2 zugeordnet (Kriterium 1b). Verbraucher der Kategorie 2 können über den statischen Bypass der USV-Anlage versorgt werden. Dabei muss die USV-Anlage gewährleisten, dass bei einem Netzunterbruch oder Netzausfall innerhalb 20 ms eine Umschaltung auf die stabile Versorgung ab Batterie erfolgt.

Alle anderen Verbraucher werden der Kategorie 3 zugeordnet. Verbraucher der Kategorie 3 müssen über den USV-Pfad der Anlage versorgt werden. Bei einem Netzunterbruch oder Netzeinbruch erfolgt eine unterbrechungsfreie Umschaltung auf die Versorgung ab Batterie.

2. Schritt der Verbraucherkategorisierung

Verbraucher der Kategorie 1, die mit den Netzbedingungen des versorgenden Netzes, wie den möglichen Spannungsschwankungen in ländlichen NS-Netzen oder den Netzstörungen von Industrie NS-Netzen, nicht zurecht kommen und ab solchen Netzen versorgt werden, müssen der Kategorie 2 zugeordnet werden.

3. Schritt der Verbraucherkategorisierung

Verbraucher der Kategorie 2, die mit Netzstörungen wie sie in Industrie NS-Netzen auftreten, d.h. die ausserhalb den Grenzwerten der Norm EN 50160 liegen, nicht zurecht kommen und ab solchen Netzen versorgt werden, müssen der Kategorie 3 zugeordnet werden.

2.3. DIMENSIONIERUNG DER ANLAGE

2.3.1. Dimensionierung der USV-Anlage

- Bei kleinen USV-Anlagen ist abhängig von den zu versorgenden Verbrauchern festzulegen, ob eine 1-phasige oder eine 3-phasige USV-Anlage zum Einsatz kommen soll.
- Die Leistungen der Verbraucher bestimmen die grösse der USV-Anlage. Bei der Bestimmung der Belastung ist mit dem effektiven Verbrauch der angeschlossenen Geräte und nicht mit der Typenschildleistung zu rechnen. Ebenso ist der Einsatz von energiesparenden Technologien bei den Verbrauchergeräten anzustreben.
- Die zu erwartende Belastung der USV-Anlage ist ohne jede Leistungsreserve festzulegen. Abschaltbare Verbraucher sind bei der Definition der Leistung der USV-Anlage zu berücksichtigen.
- Der Gleichzeitigkeitsfaktor, der das parallele Aufschalten aller vorhandenen Geräte ausdrückt, ist in die Gesamtleistung mit einzubeziehen.
- Ist auf Grund der Anforderung der Verbraucher eine Netzersatzanlage erforderlich, so muss die USV-Anlage auf die vorgeschaltete Netzersatzanlage ausgelegt werden.

2.3.2. Dimensionierung der Batterien

- Die Kapazität der Batterien der USV-Anlage ist zu minimieren, um Investitions-, Wartungs- und Entsorgungskosten zu reduzieren. Dazu muss abgeklärt werden, in welcher Zeit laufende Prozesse geordnet abgeschaltet werden können.
- Der Einsatz einer Netzersatzanlage kann die notwendige Batteriekapazität ebenfalls reduzieren.

2.4. AUFBAU UND BETRIEBSART DER USV-ANLAGE

Die Kategorisierung der Verbraucher, die Verbraucherleistungen und die angestrebte Verfügbarkeit der Versorgung haben einen Einfluss auf den Aufbau und die Betriebsart der USV-Anlage. Folgende Fragen müssen für die Festlegung des Aufbaus und der Betriebsart durch den Anwender beantwortet werden.

- Kann die USV-Anlage abhängig von der Verbraucherkategorisierung über Bypass betrieben werden oder ist ein Betrieb über den USV-Pfad erforderlich?
- Können zwei getrennte USV-Anlagen installiert werden, wobei die eine über den USV-Pfad und die andere über Bypass betrieben wird?
- Ist zur Erhöhung der Versorgungssicherheit eine redundante Parallelanlage erforderlich?
- Ist aufgrund von zukünftigen Leistungserhöhungen und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit ein modular erweiterbarer (n+1)-Aufbau erforderlich?

3. SPEZIFIKATION DER USV-ANLAGE

Basierend auf den durch den Anwender durchgeführten Abklärungen zur USV-Anlage kann eine funktionale Ausschreibung erstellt werden.

In der folgenden Spezifikation für die funktionale Musterausschreibung werden die projektspezifischen Beispielwerte *kursiv* dargestellt. Projektspezifisch unterschiedliche Funktionen werden durch ein kursiv geschriebenes „ – oder – „ getrennt dargestellt.

3.1. NENNDATEN

- Nennleistung P_{Nenn} : 8.5 kW
 P_{Nenn} = Max. Dauerausgangswirkleistung bei linearer, ohmscher Belastung
- Nennscheinleistung S_{Nenn} : 10 kVA
 S_{Nenn} = Max. Dauerausgangsscheinleistung bei nichtlinearer Belastung gemäss IEC 62040-3
- Frequenz f : 50 Hz
- Eingangsspannung U_E : 3-phasiger Eingang 3 x 400 V AC
- oder - - oder -
1-phasiger Eingang 230 V AC
- Ausgangsspannung U_A : 3-phasiger Ausgang 3 x 400 V AC
- oder - - oder -
1-phasiger Ausgang 230 V AC

3.2. AUFBAU

3.2.1. Einblockanlage oder modularer Aufbau

Die USV-Anlage ist als Einblockanlage ohne Redundanz und Reserve zu realisieren.

- oder -

Die USV-Anlage ist gemäss folgender Definition modular aufgebaut:

- Modularer Aufbau mit (n+1) Modulen: (3+1) Module
Dabei muss mit n Modulen P_{Nenn} und S_{Nenn} erreicht werden.
Die USV-Anlage bleibt auch beim Ausfall einzelner beliebiger Module mit allenfalls reduzierter Leistung betriebsfähig.
- Für weitere Module mit gleicher Leistung ist Reserveplatz bereitzustellen: Reserveplatz für 2 Module
- Die Module können während dem Betrieb der USV-Anlage ausgetauscht werden (Hot-Swap): Ja

3.2.2. Zusatzeinrichtungen

Die USV-Anlage ist mit folgenden Zusatzeinrichtungen auszurüsten:

- Elektronischer Bypass: Ja
- Wartungs-Bypass: Ja

3.3. BETRIEBSARTEN

Der Betrieb der USV-Anlage ist mit folgenden Betriebsarten möglich:

- Betrieb über USV-Pfad: Ja
 Im Normalbetriebszustand fließt die Energie vom Netz über den USV-Pfad zu den ab der USV versorgten Verbraucher. Die Batterien werden geladen, bzw. auf der Schwebeladespannung gehalten.
 Bei Netzausfall und Netzstörungen erfolgt eine unterbrechungsfreie Umschaltung vom Betrieb über den USV-Pfad auf den Betrieb ab Batterie.
- Energiesparbetrieb über elektronischen Bypass: Ja
 Im Normalbetriebszustand fließt die Energie vom Netz über den elektronischen Bypass zu den ab der USV versorgten Verbraucher. Die Batterien werden geladen, bzw. auf der Schwebeladespannung gehalten.
 Bei Netzausfall und Netzstörungen erfolgt innerhalb von 20 ms eine Umschaltung vom Betrieb über den elektronischen Bypass auf den Betrieb über den USV-Pfad oder auf den Betrieb ab Batterie, so dass die Verbraucher nach erfolgter Umschaltung stabil versorgt werden.
- Wartung: Ja
 Für Wartungsarbeiten kann die USV-Anlage manuell auf den Wartungs-Bypass umgeschaltet werden. Dadurch wird ein Teil der USV-Anlage umgangen und kann spannungslos geschaltet werden.

3.4. TECHNISCHE DATEN

Die Ausgangsspannungsform ist bei allen Betriebsarten sinusförmig und entspricht der Norm EN 50160.

Die USV-Anlage muss die eingangsseitigen Netzstörungen beim Betrieb über den USV-Pfad beheben, so dass diese am Ausgang der USV-Anlage auf Werte reduziert werden, die innerhalb den Grenzwerten der Norm EN 50160 liegen.

Die Netzurückwirkungen am Eingang der USV-Anlage dürfen bei maximaler Last folgende Werte nicht überschreiten:

- Klirrfaktor des Eingangsstromes bei P_{Nenn} und S_{Nenn} (THD_i) < 10.0 %
- Leistungsfaktor am Eingang bei P_{Nenn} und S_{Nenn} (λ) > 0.97

Die gemessenen und garantierten Verluste und Wirkungsgrade der USV-Anlage müssen die folgenden Grenzwerte einhalten:

- Gesamtwirkungsgrad AC / AC bei Betrieb über den USV-Pfad und geladener Batterie mit linearer, ohmscher
 - 100 % Last > 92.0 %
 - Teillast 75 % > 92.0 %
 - Teillast 50 % > 92.0 %
- Standby-Verluste bei Betrieb über den USV-Pfad: < 150 W
 Die Standby-Verluste entsprechen den Verlusten der USV-Anlage, bei geladener Batterie, Nennspannung am Ausgang und einem Ausgangsstrom $I_A = 0$ A.
- Gesamtwirkungsgrad AC / AC bei Betrieb über den elektronischen Bypass und geladener Batterie mit linearer, ohmscher
 - 100 % Last > 98.0 %
 - Teillast 75 % > 98.0 %
 - Teillast 50 % > 98.0 %
- Standby-Verluste bei Betrieb über den USV-Pfad: < 150 W
 Die Standby-Verluste entsprechen den Verlusten der USV-Anlage, bei geladener Batterie, Nennspannung am Ausgang und einem Ausgangsstrom $I_A = 0$ A.

Die USV-Anlage muss folgende Überlastbarkeit erfüllen:

- Überlastbarkeit bei Betrieb über den USV-Pfad
 - während 1 Minute 200 %
 - während 10 Minuten 125 %
- Überlastbarkeit bei Betrieb über den elektronischen Bypass
 - während 1 Sekunde 1000 %
 - während 10 Sekunden 250 %

Im Weiteren gelten folgende Umgebungsbedingungen und Anforderungen für die USV-Anlage:

- Betriebstemperatur: 0 °C bis 40 °C
- Luftfeuchtigkeit: 0 % bis 95 %
nicht kondensierend
- Geräuschpegel im Abstand von 1 m bei P_{Nenn} und S_{Nenn} : < 50 dB
- Batterietest Ja
- Batterieladegerät Rippel < 5 %
- Batterie Ladekennlinie abgestimmt auf integrierte Batterie
- Schutz vor Batterietiefentladung inkl. automatischer Batterieüberwachung: Ja

3.5. ÜBERWACHUNG UND STEUERUNG

Zur Überwachung und Steuerung der USV-Anlage sind die folgenden Komponenten enthalten:

- Überwachungs- und Bedieneinheit auf der USV-Anlage: *Ja*
- Server Shut-down Funktion *Ja*
- Kommunikationsschnittstelle: *Ethernet*
 - Schnittstelle dient zur Fernabfrage und Weiterleitung von Systeminformationen, wie Statusmeldungen, Messwerte, Ereignisprotokollen usw. *Ja*
 - Schnittstelle dient zur Fernbedienung der USV-Anlage. *nein*
- Potentialfreie Relaiskontakte: *2 - 4 Stück*
 Relaiskontakte (230 V, 2 A) zur hardwaremässigen Abfrage von Statusmeldungen, wie Betriebsart, Störungen der USV-Anlage, Zustand des versorgenden Netzes, Zustand der Batterien, usw.

4. BATTERIE

- Batterietyp *integrierte, wartungsfreie Batterien*
- Batterieautonomiezeit *10 Min.*
 bei $S_{\text{Nenn}} = 10 \text{ kVA}$ und $\cos \varphi = 0.8$
- Minimale Lebenserwartung der Batterien bei einer Umgebungstemperatur von maximal 26 °C: *5 Jahre*

5. TECHNISCHE DATEN

Mit dem Angebot für die USV-Anlage sind folgende technischen Daten einzureichen:

- Beschreibung der angebotenen USV-Anlage
- Datenblatt der angebotenen USV-Anlage
- Datenblatt zur integrierten, wartungsfreien Batterie

**Code of Conduct
on Energy Efficiency and Quality
of Uninterruptible Power Systems**

Draft

Table of contents

1. Introduction.....	3
2. Equipment covered	3
3. Aim	3
4. Commitment	4
5. Monitoring	4
Annex A – General Principles	5
Annex B – Power levels: targets and time schedule	7
Annex C – Information to be provided	13
Annex D – Power Management Guidelines	17
Annex E – Code of Conduct UPS DATA sheet	19

1. Introduction

The Uninterruptible Power Systems (UPS) are widespread in the European Industry and service centres. Expectations are that UPS will increase even in the households in European Community in the near future. The energy supply with UPS generates energy losses that are higher than the supply of the consumer direct from the low voltage network. With the general principles and actions resulting from the implementation of this Code of Conduct the additional electricity energy losses caused by UPS will be limited.

The energy losses caused by UPS are not to be neglected by EU energy and environmental policies. It is important that the electrical efficiency of UPS is maximised.

To help all parties to address the issue of energy efficiency whilst avoiding competitive pressures to raise energy consumption of equipment all manufacturers of UPS are invited to sign this Code of Conduct. Taking into account that the energy efficiency of UPS is influenced by the quality realised, the mode of operation as well as the components used.

This Code of Conduct sets out the basic principles to be followed by all parties involved in Uninterruptible Power Systems, operating in the European Community in respect of energy efficient equipment.

2. Equipment covered

This Code of Conduct covers equipment for the supply of uninterruptible power at 400/230 V. This power is supplied by Uninterruptible Power Systems (UPS) according to IEC 62040-3 Ed. 1.0 b: 1999. The UPS are designed in different configurations and operations. Typical circuit arrangements are "UPS double conversion" with or without bypass, "UPS line interactive operation" with or without bypass and "UPS stand-by operation".

In the rest of this Code of Conduct these different configurations and operations of equipment will be simply referred to as "UPS".

This Code of Conduct does not cover UPS based on rotating machines.

3. Aim

The aim is to minimise energy consumption (kWh) respectively to maximise the energy efficiency per appliance.

4. Commitment

Signatories of this Code of Conduct agree to make all reasonable efforts to:

- 4.1 Abide by the General Principles contained in Annex A.
 - 4.2 Achieve the minimum energy efficiency targets set out in Annex B for new UPS models placed on the market after 1.1.2007.
 - 4.3 Support the continuing development and acceptance of the Common Power Management Guidelines. (The current guidelines are shown in Annex D.)
 - 4.4 Co-operate with the European Commission and Member State authorities in an annual review of the scope of the Code of Conduct and the minimum energy efficiency targets for two years ahead (for example in 2007 the minimum energy efficiency targets for 2009 will be discussed and agreed).
- 4.1 Facilitate and encourage engineers and operators to adopt energy efficient practices in connection with the use of UPS. In particular by providing information to engineers and operators, as specified in Annex C. This information contains at least a “Label for UPS” for single phase UPS ≤ 6 kVA and a “Quality-/Energy-Matrix” for UPS ≥ 10 kVA.^{Note 1}
 - 4.2 Co-operate with the European Commission and Member States in monitoring the effectiveness of this Code of Conduct, through the procedure described in Section 5 of this Code of Conduct.
 - 4.3 Ensure that procurement specifications for UPS, equipment and components are compliant with this Code of Conduct.

5. Monitoring

Signatories agree to provide to the European Commission on a yearly basis, starting with the year 2006, information concerning the energy efficiency of the equipment covered by the present Code of Conduct they produce, specify, buy, etc.

The reported results will be discussed starting with year 2007 at least once a year in a confidential and anonymous way by the signatories, the European Commission, Member States and their representatives in order to:

- a) Evaluate the level of compliance and the effectiveness of this Code of Conduct in achieving its aims.
- b) Evaluate current and future developments that influence energy efficiency, i.e. at the power electronics, with a view to agreeing actions and/or amendments to the Code of Conduct, especially regarding the definition and/or modification of the Common Power Management Guidelines.
- c) Set targets for future time periods

Reporting: The presentation of the results provided to the Commission will be in the form of the attached Excel Spreadsheet *Code of Conduct UPS DATA sheet.xls* (Annex E).

^{Note 1} The gap of the nominal UPS power to inform with the label or with the Quality-/Energy-Matrix is caused by the different types of small single phase UPS which have maximum power between 6 kVA and 10 kVA.

Annex A – General Principles

Signatories of this code of Conduct should endeavour and make all reasonable efforts to ensure:

- A.1 UPS are designed so as to minimise energy consumption respectively to operate with maximum energy efficiency.
- A.2 Operational and control systems are specified on the presumption that hardware has power management built in, i.e. depending on the functionality required of the UPS, the hardware will automatically operate with the highest possible energy efficiency.
- A.3 Common Power Management Guidelines are introduced to ensure that a UPS is always operating with the highest possible energy efficiency for the functionality required at that moment. This condition applies to all components of the basic configuration of a UPS and to all additional components controlled by the equipment.
- A.4 Components and design facilitate, not limit, the development and introduction in the future of operational strategies, which would improve energy efficiency of the UPS. To this end, the Common Power Management Guidelines should have the common power management states such as: Normal mode, Bypass mode and Stored energy mode, where the bypass mode is the most energy efficiency mode of operation of a UPS.
- A.5 UPS with a bypass shall have the possibility to operate continuous with the “Bypass mode” or the “Normal mode” chosen by the operator. The selection of the operation mode can be fixed or load dependent. Therefore the following requirements exist to the control of the UPS.
 - At fixed operation mode the “Normal mode” or the “Bypass mode” must be selected by the operator. A switching between these two modes of operation takes place only at disturbances or interruptions in the mains or at internal disturbances of the UPS.
 - At load dependent operation mode the “Normal mode” or the “Bypass mode” takes place dependent on the output current I_{Out} of the UPS. Underneath a limit value of I_{Out} , i.e. with small load, the UPS system switches automatically to “Bypass mode”. Above this limit value, i.e. with large load, the UPS system switches automatically to “Normal mode”.^{Note 2}
 - After an automatic switching between the two modes of operation in consequence of a mains or a component disturbance as well as the periodic tests or the battery recharge the UPS must change to the previous selected mode of operation after reaching again the mains supply free of disturbances.

If the “Bypass mode” is active continuously the following rules have to be fulfilled:

- UPS operating with the “Bypass mode” must be switched in the event of a disturbance or interruption at mains supply automatically to the “Normal mode” or to the “Stored energy mode”.
- The maximum switching time, i.e. an interruption of the output voltage of the UPS, shall not exceed 10 ms.
- A sudden phase change shall not arise.
- The return to the “Bypass mode” will take place after a stabilization phase. Thus it is avoided that in consequence of unstable mains conditions repeated switching between the modes of operation take place.

^{Note 2} The operator of a UPS has to decide whether this function is used or not. This function can be dangerous for sensitive load because the quality of the supplied power in Bypass mode does not always have the same level as in Normal mode.

- A.6 The power factor λ at the input of a UPS with nominal ohmic load at the output is better than 0.95 at all modes of operation. The power factor is defined as the ratio of the active power to the apparent power.
- A.7 The total harmonic distortion of the input current THD_i of a UPS with nominal ohmic load at the output is less than 10 % at all modes of operation. The THD is defined as the ratio in percent of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the fundamental component of the alternating quantity.

Annex B – Power levels: targets and time schedule

The equipment covered by this Code of Conduct shall meet the following minimum efficiency targets and time schedule. The minimum efficiency targets have to be reached with guaranteed and measured values of the equipment covered.

1. For UPS double conversion in the basic configuration with the classification “VFI – SS – 111”

(see below for the definition of the basic configuration and see IEC 62040-3 Ed. 1.0 b: 1999 for the definition of the classification)

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2007 to 31-12-2008		
	UPS range: ≥ 10 – < 40 kVA	UPS range: ≥ 40 – < 120 kVA	UPS range: ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.5 %	1.5 %	1.5 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: ^{Note 3}			
25 % of nominal power	89.5 %	90.0 %	90.0 %
50 % of nominal power	92.0 %	92.5 %	92.5 %
75 % of nominal power	92.0 %	92.5 %	92.5 %
100 % of nominal power	92.0 %	92.5 %	92.5 %
<i>Bypass mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.0 %	98.0 %	98.0 %

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2009 to 31-12-2010		
	UPS range: ≥ 10 – < 40 kVA	UPS range: ≥ 40 – < 120 kVA	UPS range: ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.3 %	1.3 %	1.3 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: ^{Note 3}			
25 % of nominal power	90.0 %	90.5 %	90.5 %
50 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
75 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
100 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
<i>Bypass mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.2 %	98.2 %	98.2 %

^{Note 3} For three-phase UPS rated above 100 kVA, non-linear load shall be used up to 100 kVA, plus linear load up to the apparent and active power rating of the UPS (IEC 62040-4: Annex E).

2. For UPS line interactive operation in the basic configuration with the classification "VI – SS – 111"

(see below for the definition of the basic configuration and see IEC 62040-3 Ed. 1.0 b: 1999 for the definition of the classification)

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2007 to 31-12-2008		
	<i>UPS range:</i> ≥ 10 – < 40 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 40 – < 120 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.5 %	1.5 %	1.5 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: ^{Note 3}			
25 % of nominal power	90.0 %	90.5 %	90.5 %
50 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
75 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
100 % of nominal power	92.5 %	93.0 %	93.0 %
<i>Bypass mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.0 %	98.0 %	98.0 %

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2009 to 31-12-2010		
	<i>UPS range:</i> ≥ 10 – < 40 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 40 – < 120 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.3 %	1.3 %	1.3 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: ^{Note 3}			
25 % of nominal power	90.5 %	91.0 %	91.0 %
50 % of nominal power	93.0 %	93.5 %	93.5 %
75 % of nominal power	93.0 %	93.5 %	93.5 %
100 % of nominal power	93.0 %	93.5 %	93.5 %
<i>Bypass mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.2 %	98.2 %	98.2 %

^{Note 3} For three-phase UPS rated above 100 kVA, non-linear load shall be used up to 100 kVA, plus linear load up to the apparent and active power rating of the UPS (IEC 62040-4: Annex E).

3. For UPS passive stand-by operation in the basic configuration with the classification “VFD – SS – 311”

(see below for the definition of the basic configuration and see IEC 62040-3 Ed. 1.0 b: 1999 for the definition of the classification)

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2007 to 31-12-2008		
	<i>UPS range:</i> ≥ 10 – < 40 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 40 – < 120 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.5 %	1.5 %	1.5 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.0 %	98.0 %	98.0 %

Mode (see below for the definition)	from 1-1-2009 to 31-12-2010		
	<i>UPS range:</i> ≥ 10 – < 40 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 40 – < 120 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 120 kVA
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	1.3 %	1.3 %	1.3 %
<i>Normal mode</i> efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	98.2 %	98.2 %	98.2 %

^{Note 3} For three-phase UPS rated above 100 kVA, non-linear load shall be used up to 100 kVA, plus linear load up to the apparent and active power rating of the UPS (IEC 62040-4: Annex E).

Definition of the basic configuration of UPS

The calculation of the standby losses and the efficiency referred to in this Code of Conduct is based on the basic configurations of three phase UPS with the following components according to IEC 62040-3 Ed. 1.0 b: 1999:

UPS double conversion Class. “VFI-SS-111”	UPS line interactive operation Class. “VI-SS-111”	UPS passive standby operation Class. “VFD-SS-311”
AC input with Rectifier	AC input with Power Interface	AC input with UPS switch (Note 4)
Inverter	Inverter	Inverter
AC input with Battery charger (if contained)	n/a	AC input with Battery charger
Bypass AC input with UPS switch (if contained)	Bypass AC input with UPS switch (if contained)	n/a (Note 4)
AC output		
AC filter at the input and output (if contained)		
Controlling and monitoring systems		

NOTE 4 - The “AC input with UPS switch” of the “UPS passive standby operation” (VFD-...-...) is similar to the “Bypass AC input with UPS switch” of the “UPS double conversion” (VFI-...-...) and of the “UPS line interactive operation” (VI-...-...). That is way a “UPS passive standby operation” does not contain an additional bypass AC input.

For UPS with a performance worse than defined for the basic configurations, i.e. “VI-SX-122” or “VFD-SY-323”, the minimum efficiency has to be equal or better as the targets defined for the three types of UPS above.

For additional components that may be added on to the equipment in the basic configuration the following additional standby losses and reductions of the efficiency are allowed to the targets defined for the three types of UPS above.

Mode (see below for the definition)	Additional transformer connected at the inlet or outlet Additional losses and reduction of the efficiency per transformer		
	<i>UPS range:</i> ≥ 10 – < 40 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 40 – < 120 kVA	<i>UPS range:</i> ≥ 120 kVA
<i>Standby</i> additional losses in % of nominal power	0.25 %	0.25 %	0.25 %
<i>Normal mode</i> and <i>Bypass mode</i> reduction of the efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: ^{Note 3}			
25 % of nominal power	0.6 %	0.5 %	0.5 %
50 % of nominal power	1.0 %	0.8 %	0.7 %
75 % of nominal power	1.8 %	1.5 %	1.3 %
100 % of nominal power	3.0 %	2.5 %	2.0 %

Mode (see below for the definition)	Additional special filter to reach harmonic voltages and currents at the inlet or outlet much better than defined in IEC 61000-2-2 and IEC 61000-3-2 ^(Note 5) Additional losses and reduction of the efficiency per filter
<i>Standby</i> additional losses in % of nominal power	0.5 %
<i>Normal mode</i> and <i>Bypass mode</i> reduction of the efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power ^{Note 3}	0.5 %

NOTE 5 - Without the special filter the harmonics at the input of the UPS has to be within the definition of IEC 61000-2-2 and IEC 61000-3-2 and the classification ...-SS-... of the basic configurations shown above has to be reached. If special filters are necessary to fulfil these harmonic requirements at the input or the output of the UPS the filters are a part of the basic configuration and not an additional component.

^{Note 3} For three-phase UPS rated above 100 kVA, non-linear load shall be used up to 100 kVA, plus linear load up to the apparent and active power rating of the UPS (IEC 62040-4: Annex E).

The following definition of the modes applies

Mode	Definition
Standby - Losses	At standby of the UPS system the losses are considered. Standby is equal to the operation with no load (U_{Out} = Nominal voltage and I_{Out} = 0 A). At standby the losses are expressed as ratio of active input power at no load to active nominal power of the UPS, without exchange of energy with energy storage (i.e. without connected batteries). $\text{Standby losses}_{UPS} = \frac{P_{Input}}{P_{Nominal}} \text{ at } U_{Out} = \text{Nominal Voltage and } I_{Out} = 0 \text{ A}$
Normal mode - Efficiency	The normal mode is the stable mode of operation that the UPS finally attains when supplied under the following conditions: a) primary power is present and within its given tolerance; b) the battery is charged or under recharge within its given restored energy time; c) the operation is or may be continuous; d) the phase lock is active, if present; e) the load is within its given range; f) the output voltage is within its given tolerance. Where a UPS switch is used: g) the bypass is available and within specified tolerances The UPS efficiency at normal mode is defined as the ratio of output active power to input active power under specified conditions of X % of nominal linear ohmic load with no significant transfer to and from the energy storage means and no transfer through the bypass. $\text{Efficiency}_{UPS} = \frac{P_{Output}}{P_{Input}} \text{ at X \% of nominal linear ohmic load}$
Bypass mode - Efficiency	The bypass mode is the state of operation the UPS attains when operating the load supplied via the bypass only. The UPS efficiency at bypass mode is defined as the ratio of output active power to input active power under specified conditions of X % of nominal linear ohmic load with load supplied via the bypass only and no significant transfer to the energy storage.

Annex C – Information to be provided

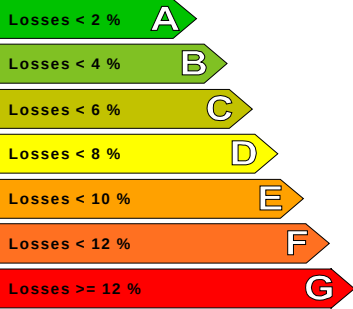
Information on the following items shall be made available to the engineers and operators:

- If the UPS is equipped with a bypass and can be operated continuous in the “Bypass mode” this very energy efficiency mode of operation shall be promoted and the engineers and operators shall be encouraged to use it.
- For single phase UPS ≤ 6 kVA the information of the energy efficiency and of the quality of output voltage and input current is provided in a “Label for UPS”, if EU introduces the label for UPS. With this “Label for UPS” the purchaser of a small scale UPS can compare different UPS relative to the needed quality and its energy efficiency. The principle design of the “Label for UPS” is shown below.
- For UPS ≥ 10 kVA ^{Note 1} the information of the energy efficiency and of the quality of output voltage and input current is provided in a Quality-/Energy-Matrix (Q/E-Matrix). With this Q/E-Matrix the engineers and operators get detailed information of a UPS relative to the quality and the energy efficiency. The Q/E-Matrix is shown below.

The “Label for UPS” and the Q/E-Matrix consider the various circuit arrangements of UPS as “UPS double conversion” and “UPS line interactive operation” both with and without bypass and also the “UPS passive stand-by operation”. The declared values in the “Label for UPS” and the Q/E-Matrix are based upon a specific measurement procedure according to IEC 62040-3.

^{Note 1} The gap of the nominal UPS power to inform with the label or with the Quality-/Energy-Matrix is caused by the different types of small single phase UPS which have maximum power between 6 kVA and 10 kVA.

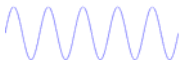
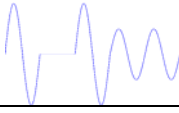
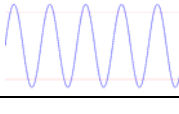
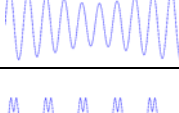
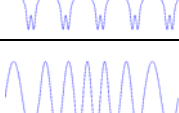
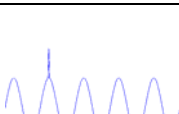
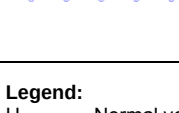
Principle design of the “Label for UPS”

Uninterruptible Power System		
Manufacturer Model of single-phase UPS Classification of UPS ¹⁾	SFOE USV1A VFI-SS-111	
Nominal power kW ²⁾ / kVA ³⁾ Mode of operation	XXX / XXX Normal mode Bypass mode Icon without bypass acc. to circuit arrangement Icon with bypass acc. to circuit arrangement	
Low losses  High losses	 	
Energy losses kWh at 6'760 h of operation ⁴⁾	xx.x	xx.x
Energy losses kWh at 2'000 h standby	xx.x	xx.x
Filtering of mains disturbances	U _N =  ⁵⁾	
Outage		✓ > X ms
Voltage interruption		✓ > X ms
Over- and undervoltages		✓ > X ms
Voltage sags/brownouts		✓ > X ms
Harmonic voltages		✓
Frequency variations		✓ > X ms
Fast transients		✓ < XXX % U _N
Energy loaded transients		✓ < XXX % U _N
Power factor and harmonic distortion	λ / THDi ⁶⁾	
at nominal power in kW ²⁾	x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %
at nominal power in kVA ³⁾	x.xx / xx.x %	x.xx / xx.x %

empty if no „Bypass mode“ is continuously possible.

NOTE 6 - This label for UPS shows the principle design. Changes in the design of the label for UPS will not be updated in the Code of Conduct.

Quality-/Energy-Matrix: Type of UPS, Mains and output voltages, Mains disturbances

Model:		Nominal active power (P_{Nom}):	
Manufacturer:		Nominal apparent power (S_{Nom}):	
Circuit arrangement:		Classification code:	
Mains voltage during normal operation (U_{NORM} according to EN 50160)		Output voltage of the UPS	
	Voltage 230 V +/- 10 % Frequency 50 Hz +/- 1.0 %	The output voltage of the UPS has to be within U_{Norm} in all mode of operation as normal mode, bypass mode and stored energy mode.	
Mains disturbances (Input)		Filtering of mains disturbances (Output)	
Disturbance (Testing procedure) Range		Normal mode (operation through UPS Path)	
		U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}
			Bypass mode (operation through bypass before mains disturbance)
		U_{NORM} o.k. ?	Deviation of U_{NORM}
	Outage (Chap. 2) $t_{\text{UI}} > 1 \text{ s}$	Yes/No	Yes/No
	Voltage interruption (Chap. 4.1, 4.4 – 4.5) $t_{\text{UI}} < 1 \text{ s}$	Yes/No	Yes/No
	Over- and undervoltages (Chap. 3.1 – 3.3) $\Delta U_{\text{I}} = \pm 10 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = \pm 25 \%$	Yes/No	Yes/No
	Voltage sags / brownouts (Chap. 4.1 – 4.3) $\Delta U_{\text{I}} = - 30 \%$ $\Delta U_{\text{I}} = - 60 \%$	Yes/No	Yes/No
	Harmonic voltages (Chap. 5) Distortion level class 3 according to IEC 61000-4-13	Yes/No	Yes/No
	Frequency variations (Chap. 3.1; 3.4 – 3.5) $\Delta f_{\text{IStep}} = \pm 10 \%$ $\Delta f_{\text{ICont}} = \pm 10 \%$	Yes/No	Yes/No
	Transients (Chap. 6 & 7) Fast transients according to IEC 61000-4-4	Yes/No	Yes/No
	Energy loaded transients according to IEC 61000-4-5	Yes/No	Yes/No
Legend: U_{NORM} Normal voltage according to EN 50160 (230 V +/- 10 %; 50 Hz +/- 1.0 %) P_{Nom} Max. continuous nominal output power at linear ohmic load S_{Nom} Max. continuous nominal output power at non-linear load according to IEC 62040-3		Circuit arrangement and Classification code: according to IEC 62040-3 Load: 100 % linear ohmic or apparent load The transients are measured at 100 % linear apparent load or at a load of maximum 16 A / phase at UPS-Systems with a power higher than 20 kVA	

**Quality-/Energy-Matrix: Power factor and harmonic current at the input,
Energy efficiency**

Power factor and harmonic currents during normal operation at the input at 230 V (Testing procedure chapter 8)								
Normal mode (operation through UPS Path)					Load at the output			
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents					
$\lambda =$	k =	%			at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at maximum output current (Power factor $\lambda =$)			
$\lambda =$	k =	%			at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3			
Bypass mode (operation through bypass)					Load at the output			
Power factor	THDi of the input current		Individual harmonic currents					
$\lambda =$	k =	%			at 100 % linear ohmic load (P_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at 100 % non-linear load according to IEC 62040-3 (S_{Nnom})			
$\lambda =$	k =	%			at maximum output current (Power factor $\lambda =$)			
$\lambda =$	k =	%			at 0-10 %, 50 %, 100 %, asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3			
Losses and efficiency during normal operation (Input voltage $U_i = 230 \text{ V} \pm 10 \%$) (Testing procedure chapter 9)								
Normal mode (operation through UPS Path)								
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through UPS-Path with							
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3	
25 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W	%
75 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	-----	-----
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$								
Bypass mode (operation through bypass)								
Power	Losses (in W) and efficiency (in %) during normal operation through bypass with							
	Linear ohmic load		Non-linear load according to IEC 62040-3		Maximum output current ($\lambda =$)		Asymmetric non-linear load according to IEC 62040-3	
50 % Nom. power	W	%	W	%	-----	-----	W	%
100 % Nom. power	W	%	W	%	W	%	-----	-----
Standby Losses: W at U_{out} = nominal voltage and $I_{out} = 0 \text{ A}$								

Annex D – Power Management Guidelines

Indicative Power Management Guidelines

The following is identified as potential low power modes for each of the specific functional blocks for a UPS according to IEC 62040-3. These tables do not imply or infer any requirement for equipment made, supplied or specified, by signatories of this Code of Conduct, either to implement or conform to these modes of operation shown. Instead it indicates common possibility of low power operations that, if implemented by the manufacturers, can be utilised to achieve the objectives of the Code of Conduct.

The mode of operation “Normal mode” and “Bypass mode” are important for the power management, because either of them is in operation the most of the time. The “Stored energy mode” is not considered for the power management, because it is only during a short time in operation.

UPS double conversion

Functional block (according to IEC 62040-3 Annex B)	Normal mode	Bypass mode
AC input with Rectifier	On	On with reduced current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage
Inverter	On	Off
UPS switch (if contained)	On	On
AC input with Battery charger (if contained)	On with small current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage	On with small current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage

UPS line interactive operation

Functional block (according to IEC 62040-3 Annex B)	Normal mode	Bypass mode
AC input with Power Interface	On	On with reduced current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage
Inverter	On with small current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage	On with small current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage
UPS switch (if contained)	On	On

UPS passive stand-by operation

Functional block (according to IEC 62040-3 Annex B)	Normal mode	Bypass mode
Inverter	Off	n/a
UPS switch	On	n/a
AC input with Battery charger	On with small current to recharge the battery and to keep the floating charge voltage	n/a

Annex E – Code of Conduct UPS DATA sheet

Signatories of this Code of Conduct provide to the European Commission every year, starting with the year 2006^{Note 7}, information concerning the energy efficiency of each UPS model they produce, specify, buy etc. The detailed information has to be in the form as defined in the Excel Spreadsheet *Code of Conduct UPS DATA sheet.xls* below:

Code of Conduct UPS DATA sheet	
Manufacturer	
Nominal Data of the UPS model	
Type acc. to manufacturer	
Nominal Power	
Configuration acc. to IEC 62040-3	
Classification acc. to IEC 62040-3	
Bypass mode possible (Yes or No)	
Information about the UPS model	
UPS model is on the market, is under construction or is projected.	
Date of placement on market	
Produced by manufacturer or others (by whom)	
Energy efficiency	
<i>Standby losses</i> in % of nominal power	
<i>Normal mode</i>	
efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at: (Note)	
25 % of nominal power	
50 % of nominal power	
75 % of nominal power	
100 % of nominal power	
<i>Bypass mode</i>	
efficiency with non-linear load according to IEC 62040-3 at nominal power (Note)	

Note) For three-phase UPS rated above 100 kVA, non-linear load shall be used up to 100 kVA, plus linear load up to the apparent and active power rating of the UPS (IEC 62040-4: Annex E).

Code of Conduct UPS DATA sheet.xls
UPS Code of Conduct / 18.03.2005

^{Note 7} Only the data of UPS models that will be placed on the market after 1.1.2007 shall be provided to the European Commission.