

Luft- und Raumfahrt
Elektrische Bordnetze für Luftfahrzeuge
 Eigenschaften
 Nicht für Neukonstruktionen

DIN
29 576
 Teil 1

Aerospace; aircraft electrical systems; characteristics; inactive for new design

Ersatz für Ausgabe 10.87
 (Supersedes edition 10.87)

Aéronautique et espace; réseaux électriques à bord des aéronefs; caractéristiques; non valable pour étude nouvelles

In case of dispute the German wording shall be valid.

Diese Norm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

This Standard is approved by Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung and Luftfahrt-Bundesamt.

Inhalt

Contents

		Seite			Page
1	Anwendungsbereich	2	1	Field of application	2
2	Begriffe	2	2	Definitions	2
2.1	Betriebsart	2	2.1	Duty type	2
2.1.1	Dauerbetrieb	2	2.1.1	Continuous duty	2
2.1.2	Kurzzeitbetrieb	2	2.1.2	Short-time duty	2
2.1.3	Aussetzbetrieb	3	2.1.3	Intermittent duty	3
2.2	Betriebszustand	3	2.2	System operation	3
2.2.1	Normaler Betriebszustand	3	2.2.1	Normal system operation	3
2.2.2	Anormaler Betriebszustand	3	2.2.2	Abnormal system operation	3
2.2.3	Notbetrieb	3	2.2.3	Emergency system operation	3
2.2.4	Ausgeglichener Betriebszustand	3	2.2.4	Steady-state conditions	3
2.2.5	Übergangsvorgänge	3	2.2.5	Transients	3
2.3	Elektrisches Bordnetz	4	2.3	Electrical system	4
2.3.1	Nennleistung eines Bordnetzes	4	2.3.1	Rated power system capacity	4
2.4	Frequenz	4	2.4	Frequency	4
2.4.1	Frequenzmodulation	4	2.4.1	Frequency modulation	4
2.4.2	Frequenz der Amplitudenmodulation der Spannung	5	2.4.2	Voltage modulation frequency components	5
2.4.3	Frequenzänderung	5	2.4.3	Frequency variation	5
2.4.4	Frequenzwanderung	5	2.4.4	Frequency drift	5
2.5	Scheitelwert, Scheitelfaktor	5	2.5	Crest value, crest factor	5
2.6	Spannung	5	2.6	Voltage	5
2.6.1	Nennspannung	5	2.6.1	Nominal voltage	5
2.6.2	Eingangsspannung	5	2.6.2	Input voltage	5
2.6.3	Ausgangsspannung	5	2.6.3	Output voltage	5
2.6.4	Meßbezugspunkt	5	2.6.4	Reference measuring point	5
2.6.5	Spannungsfall	5	2.6.5	Voltage drop	5
2.6.6	Effektivwert der Spannung	5	2.6.6	Voltage r.m.s value	5
2.6.7	Mittelwert der Sternspannungen	5	2.6.7	Average of the individual phase voltages	5
2.6.8	Zeitliche Phasenfolge	6	2.6.8	Phase sequence	6
2.6.9	Oberschwingungsgehalt	6	2.6.9	Harmonic factor	6
2.6.10	Restwechselspannung	6	2.6.10	Ripple voltage	6
2.6.11	Amplitudenmodulation der Spannung	6	2.6.11	Voltage modulation	6
2.7	Verbraucher	6	2.7	Utilization equipment	6
3	Wechselstrombordnetz, dreiphasig geregelter- und ungeregelter Frequenz	6	3	A.C. power system, three-phase, constant and variable frequency	6
3.1	Allgemeines	6	3.1	General	6
3.2	Nennwerte	6	3.2	Nominal values	6
3.3	Belastung	6	3.3	Load	6
3.4	Spannungen im ausgeglichenen Betriebszustand	6	3.4	Voltages under steady-state conditions	6
3.4.1	Spannungen am Meßbezugspunkt	6	3.4.1	Voltages at reference measuring point	6
3.4.2	Spannungsfall	7	3.4.2	Voltage drop	7
3.4.3	Eingangsspannungen an Verbrauchern	7	3.4.3	Input voltages at utilization equipment terminals	7
3.5	Spannungen bei Übergangsvorgängen	7	3.5	Voltage transients	7
3.5.1	Spannungen bei kurzdauernden Übergangsvorgängen	7	3.5.1	Voltage spikes	7
3.5.2	Spannungen bei langdauernden Übergangsvorgängen	7	3.5.2	Voltage surges	7

Fortsetzung Seite 2 bis 20
 (Continued on pages 2 to 20)

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

	Seite		Page	
3.6	Amplitudenmodulation der Spannung	7	3.6 Voltage modulation	7
3.7	Kurvenform der Spannung	7	3.7 Voltage wave-form	7
3.8	Frequenz im ausgeglichenen Betriebszu- stand	8	3.8 Frequency under steady-state conditions	8
3.8.1	Frequenzbereich	8	3.8.1 Frequency range	8
3.8.2	Frequenzwanderung und Frequenzänderung .	9	3.8.2 Frequency drift and frequency variation	9
3.8.3	Frequenzmodulation	9	3.8.3 Frequency modulation	9
3.9	Frequenz bei Übergangsvorgängen	9	3.9 Frequency transients	9
4	Gleichstrombordnetz	9	4 D.C. power system	9
4.1	Allgemeines	9	4.1 General	9
4.2	Nennwerte	9	4.2 Nominal values	9
4.3	Spannungen im ausgeglichenen Betriebszu- stand	9	4.3 Voltages under steady-state conditions .	9
4.3.1	Spannungen am Meßbezugspunkt	9	4.3.1 Voltages at reference measuring point ..	9
4.3.2	Spannungsfall	9	4.3.2 Voltage drop	9
4.3.3	Eingangsspannungen an Verbrauchern	9	4.3.3 Input voltages at utilization equipment terminals	9
4.4	Spannungen bei Übergangsvorgängen	9	4.4 Voltage transients	9
4.4.1	Spannungen bei kurzdauernden Übergangs- vorgängen	9	4.4.1 Voltage spikes	9
4.4.2	Spannungen bei langdauernden Übergangs- vorgängen	10	4.4.2 Voltage surges	10
4.5	Restwechselspannung	10	4.5 Ripple voltage	10
5	Verbraucher	10	5 Utilization equipment	10
5.1	Rückwirkungen in das elektrische Bord- netz	10	5.1 Influence on electrical systems	10
5.2	Elektrische Energieversorgung	10	5.2 Power supply	10
5.3	Belastungsunterschied	11	5.3 Phase load unbalance	11
5.4	Leistungsfaktor	11	5.4 Power factor	11
5.5	Rückfließender Gleichstrom	11	5.5 Direct return current	11
5.6	Spannungen bei kurzdauernden Übergangs- vorgängen	11	5.6 Voltage spikes	11
5.7	Kurvenform des Stromes	11	5.7 Current wave-form	11
Zitierte Normen	20	Quoted standards	20	
Weitere Normen und andere Unterlagen	20	Related standards and further documents	20	

1 Anwendungsbereich

In dieser Norm sind Eigenschaften von Anlagen zur Erzeugung, Verteilung und Verwendung elektrischer Energie in Luftfahrzeugen festgelegt. Eigenschaften infolge wetterbedingter Entladungen sowie nukleare Explosionseinwirkungen auf das Luftfahrzeug müssen beachtet werden, sie sind jedoch nicht Bestandteil dieser Norm.

Die in dieser Norm genannten elektrischen Werte für Wechselstromgrößen sind Effektivwerte, die für Gleichstromgrößen arithmetische Mittelwerte, soweit nichts anderes angegeben ist.

2 Begriffe

2.1 Betriebsart

2.1.1 Dauerbetrieb

Der Dauerbetrieb ist ein Betrieb mit konstantem Belastungszustand innerhalb einer Zeitspanne, die ausreicht, um den thermischen Beharrungszustand zu erreichen.

2.1.2 Kurzzeitbetrieb

Beim Kurzzeitbetrieb ist der Betrieb mit konstantem Belastungszustand so kurz, daß der thermische

1 Field of application

This Standard specifies the characteristics of aircraft electrical systems designed for the generation, distribution and utilization of electric energy. Characteristics resulting from atmospheric discharges as well as nuclear explosion effects on the aircraft shall be taken into consideration, but do not form part of this Standard.

Unless otherwise specified, the values given in this Standard for a.c. quantities are r.m.s. values, and those for d.c. quantities arithmetic mean values.

2 Definitions

2.1 Duty type

2.1.1 Continuous duty

Duty at constant load during a given time sufficient to attain thermal equilibrium.

2.1.2 Short-time duty

Duty at constant load during a given time less than that required to attain thermal equilibrium

Beharrungszustand nicht erreicht wird. Die Dauer, während der das Gerät nicht belastet wird, ist so lang, daß das Gerät nahezu auf die Temperatur des Kühlmittels abkühlt.

2.1.3 Aussetzbetrieb

Beim Aussetzbetrieb wechseln Einschaltzeiten bei Nennleistung mit Pausen ab, in denen das Gerät nicht belastet wird. Die Pausen sind so kurz, daß das Gerät nicht auf die Temperatur des Kühlmittels abkühlt.

2.2 Betriebszustand

2.2.1 Normaler Betriebszustand

Normaler Betriebszustand ist der Betriebszustand, in dem ein elektrisches Bordnetz alle Funktionen einwandfrei ausführt, die für den Betrieb und Einsatz des Luftfahrzeuges erforderlich sind.

2.2.2 Anormaler Betriebszustand

Anormaler Betriebszustand ist der Betriebszustand, in dem die Werte des elektrischen Bordnetzes unbeabsichtigt von denen des normalen Betriebszustandes abweichen.

Die im Bordnetz vorhandenen Fehlerschutzvorrichtungen müssen so eingestellt sein, daß der durch sie abgesicherte Bereich größer ist als der des normalen Betriebszustandes. Es ist daher möglich, daß bei bestimmten Störungen die Fehlerschutzvorrichtungen nicht ansprechen und ein anormaler Betriebszustand andauert.

2.2.3 Notbetrieb

Notbetrieb im elektrischen Bordnetz eines Luftfahrzeuges herrscht dann, wenn die Hauptstromversorgung ausfällt und eine Ersatzstromquelle eingesetzt werden muß, z. B. Hilfsaggregat oder Batterie.

2.2.4 Ausgeglichener Betriebszustand

Ausgeglichener Betriebszustand eines Bordnetzes ist vorhanden, wenn kein Übergangsvorgang wirksam ist.

2.2.5 Übergangsvorgänge

Unter Übergangsvorgängen versteht man die Änderung eines Wertes, der die für den ausgeglichenen Betriebszustand geltenden Grenzen unter- oder überschreitet und innerhalb der jeweils vorgeschriebenen Zeitspanne wieder in den für den ausgeglichenen Betriebszustand geltenden Bereich zurückkehrt.

Die Grenzkurven für Übergangsvorgänge in dieser Norm sind die Hüllkurven aller auftretenden Impulsamplituden (bei Wechselstrom auch umgerechnet auf die Effektivwerte) über die Dauer eines gesamten Übergangsvorganges.

Anmerkung: Übergangsvorgänge im normalen Betriebszustand werden u. a. verursacht durch:

Ein- und Ausschalten von Verbrauchern, Drehzahländerungen des Triebwerkes, Schaltvorgänge an den Sammelschienen, Parallelschalten von Stromquellen.

followed by an off-load interval of sufficient duration to nearly reach equality of temperature with the cooling medium.

2.1.3 Intermittent duty

Duty with on-load times at rated power alternating with off-load intervals of a duration insufficient to reach equality of temperature with the cooling medium.

2.2 System operation

2.2.1 Normal system operation

The conditions which prevail when the electrical system performs the various intended operations during the aircraft operational period and when no fault occurs.

2.2.2 Abnormal system operation

Condition that arises in the event of the system characteristics deviating at random from those of normal system operation.

The limits provided by the protective devices of the system shall exceed those of normal system operation. Consequently it may occur that the protective devices do not respond to certain malfunctions and the abnormal system operation remains.

2.2.3 Emergency system operation

The conditions that arise when the main power source fails, thus requiring the use of a limited emergency power source, e.g. battery or auxiliary power unit.

2.2.4 Steady-state conditions

Condition that prevails with no transient occurring.

2.2.5 Transients

The changing condition of a characteristic that goes beyond the steady-state limits and returns to the steady-state limits, within a specified time period.

In this Standard, the limits for transients are the envelopes of all pulse amplitudes (for a.c. also converted to the r.m.s. values) for the whole period of the transient condition.

Note: Transients during normal system operation are e.g. caused by:

switching of utilization equipments, engine speed changes, busbar switching and paralleling of power sources.

Übergangsvorgänge im anormalen Betriebszustand werden u. a. verursacht durch:

Kurzschluß mit nachfolgender Abschaltung durch Schutzvorrichtung, Ausfall eines Generators oder einer Sammelschiene.

Transients during abnormal system operation are e.g. caused by:

Short-circuit followed by circuit-breaking by the protective system, generator or busbar failure.

2.2.5.1 Kurzdauernde Übergangsvorgänge sind solche mit einer Dauer bis zu 500 µs.

2.2.5.1 Spikes are transients having a duration of up to 500 µs.

2.2.5.2 Bei langdauernden Übergangsvorgängen im normalen Betriebszustand wird unterschieden zwischen

2.2.5.2 Transient surges during normal system operation are divided into two groups:

a) wiederholt auftretenden Übergangsvorgängen. Hierzu gehören solche aufgrund von Laständerungen, die kleiner als 80 % sind und in dem Bereich von 5 bis 85 % der Nennleistung des Bordnetzes liegen.

a) Frequently occurring transients, such as those resulting from load variations of less than 80 % and within 5 to 85 % of rated power system capacity;

b) selten auftretenden Übergangsvorgängen. Hierzu gehören solche aufgrund von Laständerungen, die zwischen 75 und 150 % und in dem Bereich von 10 bis 170 % der Nennleistung des Bordnetzes liegen.

b) rarely occurring transients, such as those resulting from load variations between 75 and 150 % and within 10 to 170 % of rated power system capacity.

2.2.5.3 Langdauernde Übergangsvorgänge im anormalen Betriebszustand und Notbetrieb gehen über die in Abschnitt 2.2.5.2 angegebenen Bereiche hinaus.

2.2.5.3 Surges during abnormal and emergency system operation are conditions beyond the limits specified in subclause 2.2.5.2.

2.2.5.4 Spannungen bei Übergangsvorgängen

2.2.5.4 Voltage transients

Spannungen bei Übergangsvorgängen können aus folgenden Komponenten bestehen:

These voltages may be composed as follows:

a) einer kurzdauernden Komponente, die nicht durch den Spannungsregler geregelt werden kann,

a) a short-duration component that cannot be controlled by the voltage regulator,

b) einer langdauernden Komponente, die durch den Spannungsregler geregelt wird.

b) a long-duration component controlled by the voltage regulator.

2.3 Elektrisches Bordnetz (Bordnetz)

2.3 Electrical system (system)

Ein elektrisches Bordnetz ist die Gesamtheit der miteinander galvanisch verbundenen Anlagen gleicher Nennspannung, Frequenz und Phasenzahl.

The total of all installations interconnected galvanically of identical nominal voltage, frequency and phase number.

2.3.1 Nennleistung eines Bordnetzes

2.3.1 Rated power system capacity

Die Nennleistung eines Bordnetzes ist die Summe der Nennleistungen der parallel geschalteten Stromquellen unter den gegebenen Umgebungseinflüssen im Luftfahrzeug.

The total nominal capacity of the paralleled power sources in a system under the prescribed environmental aircraft conditions.

Beispiel: Nennleistung eines Generators, eines Transformatorgleichrichters, oder bei Parallelschaltung die Summe der Einzelleistungen.

Example: Rated power of a generator, a transformer/rectifier unit, or, in parallel operation, the total of the individual capacities.

2.4 Frequenz

2.4 Frequency

2.4.1 Frequenzmodulation

2.4.1 Frequency modulation

Die Frequenzmodulation ist die Änderung der Frequenz um eine mittlere Frequenz im ausgeglichenen Betriebszustand. Sie ergibt sich z. B. durch Drehzahländerungen des Generatorläufers, die wiederum auf die dynamische Arbeitsweise der Läuferkupplung und auf die Drehzahlregelung des Antriebes zurückzuführen sind.

The variation of frequency about a mean frequency during steady-state operation, caused, for example, by speed variations of the generator rotor which, in turn, result from the dynamic rotor coupling operation and the drive speed regulation.

2.4.2 Frequenz der Amplitudenmodulation der Spannung

Die Frequenzen der Amplitudenmodulation der Spannung ergeben sich aus der Wellenform der Modulationshüllkurve nach Bild 1.

2.4.3 Frequenzänderung

Die Frequenzänderung ist die Änderung der unregelmäßigten Frequenz in Abhängigkeit von der Generatordrehzahl.

2.4.4 Frequenzwanderung

Die Frequenzwanderung ist die Änderung der geregelten Frequenz innerhalb der Grenzen des ausgeglichenen Betriebszustandes.

2.5 Scheitelwert, Scheitelfaktor

Siehe DIN 40 110

2.6 Spannung

2.6.1 Nennspannung

Siehe DIN IEC 38

2.6.2 Eingangsspannung

Als Eingangsspannung gilt die Spannung an der Stelle, an der ein Verbraucher elektrische Leistung aufnimmt.

2.6.3 Ausgangsspannung

Als Ausgangsspannung gilt die Spannung an der Stelle, an der ein Gerät (Erzeuger) elektrische Leistung abgibt oder abgeben kann.

2.6.4 Meßbezugspunkt

Meßbezugspunkt ist

- bei Bordnetzen mit unregelmäßigter elektrischer Spannung der Punkt, an dem die Ausgangsspannung anliegt.
- bei Bordnetzen mit geregelter elektrischer Spannung der Regelungspunkt für die Spannungsregelung.

2.6.5 Spannungsfall

Spannungsfall ist der Unterschied zwischen der Spannung am Meßbezugspunkt und den Eingangsklemmen eines Verbrauchers. Bei dreiphasigem Wechselstrom bezieht sich der Spannungsfall auf die Sternspannung.

2.6.6 Effektivwert der Spannung

Siehe DIN 40 110

2.6.7 Mittelwert der Sternspannungen

Der Mittelwert der drei Sternspannungen ist das arithmetische Mittel aus den drei Sternspannungswerten.

2.4.2 Voltage modulation frequency components

The voltage modulation frequency components can be seen from the wave-form of the modulation envelope shown in figure 1.

2.4.3 Frequency variation

The variation of the variable frequency with generator speed.

2.4.4 Frequency drift

The variation of the constant frequency within steady-state limits.

2.5 Crest value, crest factor

See DIN 40 110

2.6 Voltage

2.6.1 Nominal voltage

See DIN IEC 38

2.6.2 Input voltage

The voltage at the power input terminal of utilization equipment.

2.6.3 Output voltage

Voltage at the output terminal where power is or can be delivered by a device (generator).

2.6.4 Reference measuring point

- For uncontrolled-voltage systems the output voltage terminal and
- for controlled-voltage systems the point of regulation for voltage control.

2.6.5 Voltage drop

The difference between the voltage at the reference measuring point and that at the input terminals of the utilization equipment. For three-phase a.c. reference is made to the phase voltage.

2.6.6 Voltage r.m.s. value

See DIN 40 110

2.6.7 Average of the individual phase voltages

The arithmetic mean of the three individual phase voltages.

2.6.8 Zeitliche Phasenfolge

Bei der Darstellung der Phasenspannungen im Zeigerdiagramm gibt die Reihenfolge der Buchstaben A, B, C die zeitliche Phasenfolge des dreiphasigen Wechselstrombordnetzes an (siehe Bild 3).

2.6.9 Oberschwingungsgehalt (Klirrfaktor)

Siehe DIN 40 110

2.6.10 Restwechselspannung

Die Restwechselspannung ist der Spitzenwert der periodischen Schwankungen um den Gleichspannungsmittelwert des 28 V-Gleichspannungsbordnetzes während des ausgeglichenen Betriebszustandes.

2.6.11 Amplitudenmodulation der Spannung

Die Amplitudenmodulation der Spannung ist die Änderung der Spitzenwerte der Spannung im ausgeglichenen Betriebszustand. Ihre maximal zulässigen Werte sind in Bild 2 abhängig von der Frequenz dargestellt.

Die Modulationshüllkurve wird gebildet, indem man nacheinander alle Spitzen der Spannungskurve miteinander verbindet (siehe Bild 1).

2.7 Verbraucher

Der Verbraucher besteht entweder aus einem Gerät oder einer Anlage, denen elektrische Energie zugeführt wird.

3 Wechselstrombordnetz, dreiphasig, geregelter und ungeregelter Frequenz

3.1 Allgemeines

Das Wechselstrombordnetz ist ein Dreiphasennetz in Sternschaltung, wobei der Sternpunkt (N) herausgeführt ist und mit der Masse (Zelle) verbunden ist. In besonderen Fällen wird der Sternpunkt als Leiter verlegt (siehe DIN 29 576 Teil 3).

3.2 Nennwerte

Nennspannung: 115/200 V
Nennfrequenz: 400 Hz
Phasenfolge: A-B-C (siehe Bild 3)
Phasenwinkel: 120° (siehe Bild 3)

3.3 Belastung

Die Belastung des Netzes muß derart verteilt sein, daß die Belastungsdifferenz zwischen den drei Phasen im ausgeglichenen Betriebszustand 15 % der Nennleistung des Netzes nicht übersteigt.

Im ausgeglichenen Betriebszustand muß der Leistungsfaktor des Netzes bei Nennleistung zwischen 0,8 induktiv und 0,95 kapazitiv liegen.

3.4 Spannungen im ausgeglichenen Betriebszustand

3.4.1 Spannungen am Meßbezugspunkt

Es gelten die Spannungsbereiche nach Tabelle 1.

2.6.8 Phase sequence

The letters A, B, C of the phase voltage representation in the phasor diagram indicate the required phase sequence of a three-phase a.c. power system (see figure 3).

2.6.9 Harmonic factor (distortion factor)

See DIN 40 110

2.6.10 Ripple voltage

The peak value of cyclic variations about the d.c. voltage mean value of the 28 V d.c. power system during steady-state operation.

2.6.11 Voltage modulation

The variation of the peak values of the voltage during steady-state operation. The permissible maximum values are shown in figure 2 in relation to the frequency.

The modulation envelope is formed by joining all successive peaks of the voltage curve (see figure 1).

2.7 Utilization equipment

A unit or installation to which electrical power is applied.

3 A.C. power system, three-phase, constant and variable frequency

3.1 General

The a.c. power system shall be three-phase, star-connected, the neutral (N) point shall be brought out and connected to earth (structure). In special cases, the neutral point can be wired as conductor (see DIN 29 576 Part 3).

3.2 Nominal values

Nominal voltage: 115/200 V
Nominal frequency: 400 Hz
Phase sequence: A-B-C (see figure 3)
Phase angle: 120° (see figure 3)

3.3 Load

The system load distribution shall be such that the load difference of the three phases under steady-state conditions does not exceed 15 % of the rated power system capacity.

Under steady-state conditions the system power factor for rated power shall be within the limits of 0,8 lagging and 0,95 leading.

3.4 Voltages under steady-state conditions

3.4.1 Voltages at reference measuring point

The limits according to table 1 apply.