
Deskriptoren:	Elektrik-/Elektronik-Baugruppen, Kraftfahrzeuge, Elektrische Anforderungen	Ersatz für Ausgabe 2003-06
Descriptors:	Electrical/Electronic Assemblies, Motor Vehicles, Electrical Requirements	Replacement for 2003-06 edition

Elektrik-/Elektronik-Baugruppen in Kraftfahrzeugen **Elektrische Anforderungen**

Electrical/Electronic Assemblies in Motor Vehicles Electrical Requirements

Ausdrucke unterliegen nicht dem Änderungsdienst.
Print-outs are not subject to the change service.

Fortsetzung Seite 2 bis 50
Continued on pages 2 to 50

BMW AG Normung: 80788 München



In case of dispute the German wording shall be valid.

Inhalt	Seite
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Allgemeines, Abkürzungen	4
4 Begriffe, Definitionen, Anforderungen	5
4.1 Präambel	5
4.2 Einteilung der Funktionszustandsklassen angelehnt an ISO 16750-1	5
4.3 Betriebsbereich	9
4.4 Zerstörungsfreier elektrischer Bereich	9
4.5 Spezifikation der Ein-/Ausgänge	9
5 Anforderungen, Betriebs- und Eckwerte	14
5.1 Toleranzen	14
5.2 Elektrischer Betriebsbereich	14
5.3 Zerstörungsfreier elektrischer Bereich	43
6 Änderungen	50

Contents	Page
1 Scope	3
2 Normative references	3
3 General information, Abbreviations	4
4 Terms, Definitions, Requirements	5
4.1 Preamble	5
4.2 Classification of functional status similar to ISO 16750-1	5
4.3 Operating range	9
4.4 Non-destructive electrical range	9
4.5 Specification of inputs/outputs	9
5 Requirements concerning operating values and rated values	14
5.1 Tolerances	14
5.2 Electrical operating range	14
5.3 Non-destructive electrical range	43
6 Changes	50

Vorwort

Diese Konzern Norm wurde mit den verantwortlichen Bereichen des BMW Konzerns abgestimmt.

Foreword

This Group Standard has been coordinated with the responsible departments of the BMW Group.

Änderungen

Gegenüber der Ausgabe 2003-06 wurde die Norm vollständig überarbeitet.

Amendments

The present issue has been revised completely as compared to version 2003-06.

Frühere Ausgaben

Previous editions
2000-03, 2001-10, 2003-06

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für alle Elektrik- / Elektronik-Geräte / -Baugruppen / -Module und -Bauteile in Kraftfahrzeugen in einem 12 V Bordnetz. Sie legt Mindestanforderungen für die Qualifikationsprüfung, die Betriebswerte, Beanspruchungsprofile und Prüfbedingungen bzgl. der elektrischen Anforderungen fest. Für Teilsystemplätze und Gesamtfahrzeugabsicherungen sind die Tests sinngemäß anzuwenden.

Diese Norm beschreibt Spannungsprofile und Randbedingungen für einen Prüfling (DUT). Der Entwickler hat sich für seine Komponente davon zu versichern, dass im Lastfall im realen Fahrzeug trotz/wegen Spannungsabfalles die Komponente(n) ausreichend spezifiziert ist/sind.

ANMERKUNG Gültig für alle "Überspannungen": EMC Testpulse nach GS 95002 sind ungeachtet der hier beschriebenen Spannungsverläufe anzuwenden.

Diese Norm ist die Grundkomponente zum Lastenheft, zur Qualitätsvorschrift und zur Prüfvorschrift.

Abweichungen sind anzuzeigen und über die bei BMW freigebenden Stelle mit der Systemstelle abzustimmen und zu dokumentieren.

Anforderung und Prüfung (Prüfmethode): Ob eine Komponente bei z.B. 11 V oder 16 V, 50 % oder 100 % der geforderten Eigenschaften (z.B. Gebläsedrehzahl) besitzt, ist nicht Bestandteil dieses Group Standards, sondern ist im Komponentenlastenheft eindeutig festzulegen (Degradationskonzept). Die Funktionen (im LH) sind klar unter den in dieser Norm beschriebenen Randbedingungen zu definieren und abzu prüfen.

Das systemkonforme Verhalten (im Rahmen des Fahrzeugbetriebs, z.B. Wecken, Buskommunikation sowie Funktionen die Service und Entwicklung unterstützen, Diagnosefähigkeit, Fehlerspeichereinträge) ist im gesamten Betriebsbereich (siehe Abschnitt 5.2.1) und die Robustheit ist über den gesamten zerstörungsfreien Spannungsbereich (siehe Abschnitt 5.3) zu gewährleisten.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Es gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

GS 95002	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV); Anforderungen und Prüfungen
GS 95003-4	Elektrik-/Elektronik-Baugruppen in Kraftfahrzeugen; Klimatische Anforderungen
ISO 7637-2	Straßenfahrzeuge; Elektrische leitungsgeführte und gekoppelte Störungen; Teil 2: Elektrische leitungsgeführte Störungen auf Versorgungsleitungen
ISO 16750-1	Straßenfahrzeuge; Umgebungsbedingungen und Prüfungen für elektrische und elektronische Ausrüstungen; Teil 1: Allgemeines
UL 94	Prüfung der Entflammbarkeit von Kunststoffen in Einrichtungen und Geräten
VA 4.4.5/2	Bewertungssystem für Fahrzeuge (Bewertungsindex BI)

1 Scope

This standard applies to all electrical and electronic devices, assemblies, modules and components in motor vehicles comprising a 12 V system. It specifies minimum requirements for qualification tests, the operating characteristics, load profiles and test. For system tests use these qualification tests analogously but take appropriate test parameters into consideration.

This standard describes run of voltages and setups for a device under test (DUT). The person responsible for the device is in charge of making sure that the device(s) is/are specified exhaustive with respect to a voltage drop caused by load condition in the vehicle.

NOTE Valid for all "overvoltages": EMC test pulses according to GS 95002 must be applied irrespective of the voltage curves described in this GS 95002.

This standard is the basis for the Technical Specification (Lastenheft), Quality Specification and Test Procedure.

Deviations from this standard shall be indicated and must be harmonized with the system department via the respective BMW release department. Suitable documentation is required.

Requirement and test (test method): This standard does not describe capabilities of components in terms of performance (e.g. the blower speed as a function of voltage applied to the supply inputs), this has to be defined in the LH of the component (strategy of degradation). The functions defined (within the LH) have to be tested according to the tests and testconditions in this standard.

Functions related to system properties (during vehicle operation, e.g. wake-ups, bus communication and functions that do support after-sales service and product development, built in diagnosis, error memory entries, are to be supported within the whole operating range (see Subsection 5.2.1) and the robustness has to be guaranteed across the whole voltage range defined in Subsection 5.3.

2 Normative references

This Standard incorporates provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. The respective latest edition of the publication is applicable.

GS 95002	Electromagnetic compatibility (EMC); Requirements and tests
GS 95003-4	Electric-/Electronic Assemblies in Motor Vehicles; Environmental Requirements
ISO 7637-2	Road vehicles; Electrical interferences by conduction and coupling; Part 2: Electrical transient conduction along supply lines
ISO 16750-1	Road vehicles; Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment; Part 1: General
UL 94	Test for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances
VA 4.4.5/2	Vehicle rating system (Assessment index BI)

3 Allgemeines, Abkürzungen

Diese Norm gilt für alle Neuteile und Redesigns mit Einsatz ab Modelljahr 2007. Serienteile werden von einer evtl. Änderung der Norm nicht beeinflusst. Diese Norm ist die Grundlage zur Qualifizierung aller neuen elektronischen/elektrischen Baugruppen bzw. für bestehende Baugruppen, die einer technischen Änderung unterworfen werden.

Die Ergebnisse mit Dokumentation der durchgeführten Prüfungen (Erstbemusterung sowie serien- und entwicklungsbegleitend) und die geprüften Teile sind auf Anforderung der zuständigen, freigebenden Fachstelle vorzustellen.

Erkannte Mängel sind in geeigneten Q-Systemen (z.B. QC, PQM) zu dokumentieren und die Fehlerabstellung ist zu verfolgen.

Die Erprobungsergebnisse (Prüfergebnisse) sind mit tabellarischen und graphischen Darstellungen zu belegen und sind zehn Jahre (ab Erstellungsdatum) aufzubewahren. Die Prüflinge sind von der für die Erprobung verantwortlichen Stelle nach Vorgabe der freigebenden Entwicklungsstelle (BMW Group) aufzubewahren.

3 General information, Abbreviations

This standard applies to new parts and redesigned parts as from model year 2007. Series production parts are not affected by a possible change in this standard. The latest issue of this standard shall be used as the basis for validation of all new electrical/electronic products, or updates to existing electrical/electronic products.

Upon request, the results, along with documentation of the tests carried out and the parts tested, are to be presented to the appropriate development department.

Detected defects must be documented in appropriate Q-systems (e.g. QC, PQM) and the remedy of defects has to be monitored.

The results of testing are to be substantiated with information in tabular and graphic form. Test results are to be retained for a period of 10 years (from the date of their issue). The specimens shall be retained by the department responsible for testing based on the specifications established by the BMW development department with release function.

Tabelle 1 Abkürzungen

Table 1 Abbreviations

Abkürzung Abbreviation	Begriff	Meaning	Abkürzung Abbreviation	Begriff	Meaning
C_{in}	Eingangskapazität	Input capacitance	T	Periodendauer	Period
C_{out}	Ausgangskapazität	Output capacitance	t	Zeit	Time
C_L	Kapazitive Last	Capacitive load	t_f	Abfallzeit	Fall time
DUT	Prüfling	Device under test	t_r	Anstiegszeit	Rise time
FS	Fehlerspeicher	Error memory	t_w	Impulsbreite	Pulse width
I_{in}	Eingangsstrom	Input current	U_B	Betriebsspannung	Operating voltage
I_{IH}	Eingangsstrom High-Pegel	Input current, high level	U_{Bmax}	Betriebsspannung max. (statisch und quasistatisch)	Operating voltage, max. (Maximum static voltage = Peak value of the DC voltage including ripple after rectification)
I_{IL}	Eingangsstrom Low-Pegel	Input current, low level	$U_{Bmax d}$	Betriebsspannung max. dynamisch – auch "Transiente Überspannung" bzw. Spike "kurzfristige Überspannung"	Maximum dynamic operating voltage
I_K	Kurzschluß-Dauerstrom	Sustained short-circuit current	U_{Batt}	Batteriespannung	Battery voltage
I_{NS}	Nennwert der Sicherung	Nominal value of fuse	U_{in}	Eingangsspannung	Input voltage
I_{OH}	Ausgangsstrom High-Pegel	Output current, high level	U_N	Nennspannung	Rated voltage
I_{OL}	Ausgangsstrom Low-Pegel	Output current, low level	U_{OH}	Ausgangsspannung High-Pegel	Output voltage, high level
I_{out}	Ausgangsstrom	Output current	U_{OL}	Ausgangsspannung Low-Pegel	Output voltage, low level
I_R	Ruhestrom	Standby current	U_{out}	Ausgangsspannung	Output voltage
R_{in}	Eingangswiderstand	Input resistance	U_P	Prüfspannung	Test voltage
R_{ISO}	Isolationswiderstand	Insulation resistance	Z_{out}	Ausgangs impedanz	Output impedance
SG	Steuergerät	Electronic control unit (ECU)			

4 Begriffe, Definitionen, Anforderungen

4.1 Präambel

Basis für das Design einer Komponente ist die Anforderung und daraus die Funktionsbeschreibung. Entsprechend dem Einbauort und der Verschaltung ist unter diesen Randbedingungen die Funktion zu erfüllen.

Der Group Standard ist insoweit anzuwenden, wenn das jeweilige Kapitel für die Komponente zutreffend ist. Treffen die Randbedingungen nicht zu, muss die Prüfung nicht durchgeführt werden (dies ist zu begründen und zu dokumentieren).

Welche Funktion unter welchen Randbedingungen zu erfüllen ist und wie die Funktion definiert ist, bestimmt das Lastenheft der Komponente. Im Rahmen, der in der Norm (dem Group Standard) beschriebenen Spannungen sind die Funktionen mit den Funktionszuständen zu definieren und abzu prüfen.

Das Erfüllen einer Funktion bzw. die beschriebenen Funktionszustände wie "erfüllt" oder "ausserhalb der Toleranz" ergibt sich aus der Funktionsspezifikation der Komponente und liegt in der Spezifikations- und Absicherungsverantwortung des Steuergeräteentwicklers.

Störungen des Gesamtsystems aufgrund von undefiniertem Verhalten oder Fehlverhalten einer Komponente bzw. eines Subsystems sind nicht akzeptabel z.B. Wecken außerhalb der im LH definierten Randbedingungen, fehlerhafte Funktion oder undefiniertes Verhalten nach Unter- / Überspannung, Beeinträchtigung der Buskommunikation.

4.2 Einteilung in Funktionszustandsklassen angelehnt an ISO 16750-1

4.2.1 Allgemeines

Die Klassen A bis E beschreiben den Funktionszustand eines Prüflings während und nach einer Prüfung.

Der Mindestfunktionszustand (auch ein eventueller Notlauf) ist jeweils in den Prüfungen anzugeben. Weitere Prüfanforderungen können zwischen dem Lieferanten und dem Fahrzeughersteller vereinbart werden.

Der Fahrzeughersteller und Lieferant müssen nicht erlaubte Betriebsarten festlegen.

ANMERKUNG Der Begriff "Funktion" beinhaltet hier die Funktion des elektrischen / elektronischen Systems in Verbindung mit der dazugehörigen Sensorik und Aktuatorik.

4 Terms, definitions, requirements

4.1 Preamble

Based on the requirement follows a functional description. According to the place of installation and the electrical integration the function has to be guaranteed among these circumstances.

The group standard is mandatory for all electric / electronic devices besides the installation guarantees lower requirements due to other measures or agreed functionality. In case tests described in this paper are not relevant the tests need not to be done (this has to be argued and documented).

The LH describes the functionality of the component and the circumstances wherein functions have to satisfy full or limited performance. Within the tests in this standard the functions and their adjacent functional state have to be defined and tested.

Whether a device fulfills or fails requirement, is specified in the LH of the device. The developer in charge of the device is responsible for exhaustive specification and verifying successful testing.

Interferences of the whole system caused by undefined behaviour or wrong behaviour of a device or subsystem are not accepted e.g. wake-ups out off circumstances specified in the LH, faulty function or undefined behaviour after under / overvoltage, impairment of bus communication.

4.2 Classification of functional status similar to ISO 16750-1

4.2.1 General

All classifications given below are for the total device / system functional status during and after exposure to disturbance.

The minimal function (this also comprises a possible limp mode) has to be specified individually for every test. Additional test of functionality may be agreed between car manufacturer and supplier.

The car manufacturer and the supplier have to agree upon unaccepted states of operation.

NOTE The word "function" as used here concerns the function performed by the electric/electronic system including sensors and actuators.

Tabelle 2 Funktionszustände

Klasse	Beschreibung
A	<p>Alle Funktionen des Gerätes / Systems erbringen während und nach der Prüfung ihre bestimmungsgemäße Leistung. Die Integrität der flüchtigen und nichtflüchtigen Speicher ist sicherzustellen.</p> <p>ANMERKUNG Ein Fehlerspeichereintrag ist nicht zulässig!</p>
B	<p>Alle Funktionen des Gerätes / Systems erbringen während der Prüfung ihre bestimmungsgemäße Leistung. Eine oder mehrere können jedoch die vorgegebene Toleranz überschreiten. Alle Funktionen müssen nach der Prüfung automatisch wieder innerhalb der normalen Grenzwerte liegen. Die Speicherfunktionen müssen weiter Klasse A entsprechen. Die Integrität der flüchtigen und nichtflüchtigen Speicher ist sicherzustellen.</p> <p>ANMERKUNG Fehlerspeichereinträge (außer s.u. Bewertungsmatrix Fehlerspeichereinträge) oder falsche Anzeigen sind nicht zulässig!</p>
C	<p>Eine oder mehrere Funktionen eines Gerätes / Systems erbringen während der Prüfung nicht ihre bestimmungsgemäße Leistung (bzw. erfüllen einzelne Funktionen nicht wie vorgegeben), kehren aber nach der Prüfung automatisch in den normalen Betriebszustand zurück (bzw. erfüllen wieder alle Funktionen wie vorgegeben).</p> <p>Während der Beaufschlagung mit der Störgröße darf die Baugruppe keine undefinierten Zustände einnehmen.</p> <p>Speicherfunktionen müssen dabei im Funktionszustand A bleiben. Die Integrität der flüchtigen und nichtflüchtigen Speicher ist sicherzustellen.</p> <p>Bei Über- / Unterspannung:</p> <p>Falls ein Steuergerät eine Über- / Unterspannung erkennt und die Funktion nicht mehr sicherstellen kann, muss ein Fehlerspeichereintrag "Über- / Unterspannung" vom Steuergerät gesetzt werden. Andere Fehler dürfen nicht mehr gespeichert werden.</p>
D	<p>Eine oder mehrere Funktionen eines Gerätes / Systems erbringen während der Prüfung nicht ihre bestimmungsgemäße Leistung und kehren nach der Prüfung erst dann in den normalen Betriebszustand zurück, wenn das Gerät/System durch einen einfachen "Bediener/Anwender"-Eingriff zurückgesetzt wird.</p>
E	<p>Eine oder mehrere Funktionen eines Gerätes / Systems erbringen während und nach der Prüfung nicht ihre bestimmungsgemäße Leistung und können ohne Reparatur oder Austausch des Gerätes / Systems nicht in den korrekten Betriebszustand zurückgebracht werden.</p>

Table 2 Function conditions

Class	Description
A	<p>All functions of a device / system perform as designed during and after exposure to disturbance. The integrity of volatile and nonvolatile memories has to be ensured.</p> <p>NOTE The word "function" as used here concerns the function performed by the electric/electronic system including sensors and actuators.</p>
B	<p>All functions of a device / system perform as designed during exposure. However, one or more of them can go beyond specified tolerance. All functions return automatically to within normal limits after exposure is removed. Memory functions shall remain class A. The integrity of volatile and nonvolatile memories has to be ensured.</p> <p>NOTE Faulty displays and error memory entries are not permitted (exceptions: see "Assessment of error memory entries").</p>
C	<p>One or more functions do not perform as designed during exposure but returns automatically to normal operation (resp. the assembly is to satisfy all functions as specified) after exposure is removed.</p> <p>While the interference is being applied, the assembly shall not assume any undefined states.</p> <p>All functions related to memory (write, retain) have to be in functional state A. The integrity of volatile and nonvolatile memories has to be ensured.</p> <p>Overvoltage / low voltage situations:</p> <p>In case the device detects an overvoltage or a low voltage situation and is not able to maintain functionality, an error memory entry "overvoltage" or "low voltage has" to be made respectively. Any other errors shall not be stored.</p>
D	<p>One or more functions of a device / system do not perform as designed during exposure and does not return to normal operation until exposure is removed and the device system is reset by simple "operator/user" action.</p>
E	<p>One or more functions of a device / system do not perform as designed during and after exposure and cannot be returned to proper operation without repairing or replacing the device / system.</p>

4.2.2 Bewertungsmatrix für Fehlerspeichereinträge

Zur Bewertung der einzelnen Tests wird jeweils auch eine Angabe zu den FS-Einträgen gemacht. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten BIs und ihrer Bedeutung.

Tabelle 3 Funktionszustände

Aussage	Bewertungsindex	Erläuterung
Das Steuergerät verhält sich korrekt	8 bis 10	Bei Prüfung Anlasskurve nach Abschnitt 5.2.1.5: Keine Einträge erlaubt. Bei allen anderen Prüfungen: Nur zutreffende Über- / Unterspannungsmeldungen und / oder Fehlerspeichereinträge, die auf eine mögliche sicherheitskritische Fehlfunktion hinweisen, sind erlaubt.
Das Steuergerät verhält sich nicht korrekt	5 und 6 Muss durch Produktlinie festgelegt werden.	“Nicht korrekt” heißt: Fehlerspeichereinträge, die zu falscher Diagnose im Service führen (z. B. Sensoren, Aktuatoren, SG-HW-Fehler, Checksummen, Codierung); Unsinnige Fehlerspeichereinträge (z. B. "unbekannter Fehlerort", "EEPROM-Fehler")

Fehlerspeichereinträge, die auf eine sicherheitskritische Fehlfunktion hinweisen können, werden entsprechend der Definition im Komponenten-Lastenheft gesondert betrachtet (z. B. kann bei Unterspannung ein Eintrag wie "Fahrwerksregelsysteme ausgefallen" sinnvoll / erlaubt sein, während andere Fehlerspeichereinträge nicht erlaubt sind).

Die Integrität der nichtflüchtigen Speicher (zwingend) bzw. auch der flüchtigen Speicher wo erforderlich (d.h. wenn Dateninhalte aus dem RAM kommen) ist sicherzustellen.

Steuergeräte mit Speicher (Daten und Programm) müssen den Status der CRC Berechnung bzw. der Signatur auslesbar implementieren.

Checksummen u. Checksummenalgorithmen müssen in den Steuergeräten (mit Speicher) hinterlegt sein. Eine nicht erfolgreiche CRC Berechnung muss einen Fehlerspeichereintrag setzen oder über Diagnose Routine auslesbar sein.

Abkürzungen, die in diesem Zusammenhang bei den Tests verwendet werden:

n/a nicht anwendbar, (nicht gefordert)
n.i.O. nicht in Ordnung
i.O. in Ordnung

4.2.2 Evaluation matrix for error memory entries

The assessment of test result includes a statement to error memory entries. The following table gives an overview of used BIs and their meaning.

Table 3 Function conditions

Appraisal of result	Evaluation index	Explanation
The ECU satisfies requirement	8 to 10	No entry allowed with test as per Subsection 5.2.1.5. All other tests: only entries allowed showing over / low voltage detection according to applied test. FS entries indicating possible lack of safety related functions are permitted.
The ECU does not satisfy requirement	5 and 6 Requirement has to be defined by the vehicle project.	"Does not satisfy" means: error memory entries which may lead to a wrong diagnosis (e. g. sensors, actuators, HW-defects, checksum, coding); Error memory entries which make no sense (e. g. "location of error unknown", "EEPROM error")

FS entries indicating possible lack of functions related to safety will be interpreted separately according to the requirements specified in the LH of the device (e. g. at occurrence of a low voltage an entry like "traction control failure" may be defined – while other error memory entries are not allowed).

The integrity of nonvolatile memories (mandatory) respective also volatile memories where essential (e.g. when datacontent stored in RAM is used) has to be ensured.

Devices with memories have to provide access to the state of the result of the CRC test (respective the signature).

Checksums and checksum algorithms have to be implemented in devices using memories. A non successful CRC check Devices have to provide e.g. via diagnosis function.

Abbreviations used later in this context:

n/a not applicable
n.i.O. not OK
i.O. OK

4.2.3 Ablauf für die Bewertung von Fehlerspeichereinträgen

Grundsätzlich ist bei jedem FS-Lesen auch der Infospeicher (sekundärer FS) mit auszulesen.

Abarbeitung eine Funktionscheckliste (bei Bedarf)

Grundeinstellungen durchführen und protokollieren

Fehlerspeicher löschen bei KI 15 / 14V; nach ca. 30 Sekunden FS lesen und speichern (FS₁)

Fahrzeug einschlafen lassen: KI 15 → KI R → KI 30

Fahrzeug wecken: KI 30 → KI R → KI 15

nach ca. 30 Sekunden FS und IS mit Detail lesen und speichern (FS₂)

Bus- und Spannungsaufzeichnungssysteme starten

Spannungsverläufe mit Spannungstester starten b)

am Ende der zu testenden Kurve die Logfiles der Aufzeichnungssysteme stoppen und sichern

Grundeinstellungen überprüfen und protokollieren, kurzer Funktionstest (bei Bedarf)

FS mit Detail lesen und speichern (FS₃)

Fahrzeug einschlafen lassen: KI 15 → KI R → KI 30

Fahrzeug wecken: KI 30 → KI R → KI 15

nach ca. 30 Sekunden FS und IS mit Detail lesen und speichern (FS₄)

Abarbeitung einer Funktionscheckliste (bei Bedarf)

Bei Prüfung am Gesamtfahrzeug hat am Ende der gesamten Prüfung eine Probefahrt mit einer Geschwindigkeit > 30km/h zu erfolgen. Dies ist zwingend notwendig nach Überspannungstests!

Die Fehlerspeichereinträge sind den Systemstellen "Systemdienste" und "E/E Integration und Verifikation" zur Auswertung zu übergeben.

Fehlerspeicher:

FS₁ Fehlerspeichereintrag vor Test nach Löschen, vor Einschlafen

FS₂ Fehlerspeicher- und Infospeichereintrag vor Test nach Löschen, nach Einschlafen

FS₃ Fehlerspeichereintrag nach Spannungstest, vor Einschlafen

FS₄ Fehlerspeicher- und Infospeichereintrag nach Spannungstest, nach Einschlafen

FS₂ mit FS₁ FS vergleichen, Deltas weisen auf Scheinfehler hin

FS₂ mit FS₄ FS vergleichen, Deltas sind Fehler bedingt durch den Spannungstest

FS₄ mit FS₃ FS werden erst nach Klemmenwechsel eingetragen

Infospeichereinträge werden nicht bewertet.

Infospeichereinträge werden nur von manchen Entwickler für Analysezwecke gefordert.

Bewertbare Unter-/ Überspannungsfehlerspeichereinträge:

FS₄ - FS₂ = potentieller unerlaubter Unter- bzw. Überspannungsfehler

4.2.3 Procedure for assessment of error memory entries

As a rule, each reading of the error memory ("FS") requires simultaneous reading of the info memory "IS" (secondary FS).

Processing of a functions check list (if required)

Set defaults and generate protocol

Delete error memory at terminal 15 / 14V; read error memory after approx. 30 seconds and store (FS₁)

Let vehicle fall asleep: Term. 15 → Term. R → Term. 30

Wake up vehicle: Term. 15 → Term. R → Term. 30

after approx. 30 seconds read FS and IS including detail and store (FS₂)

Start bus- and voltage recording systems

Start voltage curves with voltage tester b)

stop and store the log files of the recording systems at the end of the tested curves

Check defaults and generate protocol, short function test (if required)

Read FS including detail and store (FS₃)

Let vehicle fall asleep: Term. 15 → Term. R → Term. 30

Wake up vehicle: Term. 15 → Term. R → Term. 30

after approx. 30 seconds read FS and IS including detail and store (FS₄)

Processing of a functions check list (if required)

Tests on the complete vehicle require a test drive with a speed > 30km/h at the end of the complete test. The test drive is mandatory after overvoltage tests!

The error memory entries must be submitted to the specialist departments "System Services" and "E/E Integration and Verification" for Analysis.

Error memory:

FS₁ Error memory entry before test after deletion, before falling asleep

FS₂ Error memory and info memory entry before test after deletion, after falling asleep

FS₃ Error memory entry after voltage test, before falling asleep

FS₄ Error memory and info memory entry after voltage test, after falling asleep

Compare FS₂ with FS₁ Compare FS₂ with FS₁, deltas indicate pseudo error

Compare FS₂ with FS₄ Compare FS₂ with FS₄, deltas are errors due to voltage test

Compare FS₄ with FS₃ FS are entered only after change of terminal

Info memory entries are not evaluated.

Only certain developers request info memory entries for analysis purposes.

Rateable under-/ over voltage error memory entries:

FS₄ - FS₂ = potential unallowed under or over voltage error

4.3 Betriebsbereich

Der Betriebsbereich umfasst die Betriebsspannung an den Versorgungseingängen. An den anderen Eingängen und Ausgängen der Komponente können weitere gültige Spannungen (z. B. 0 V) anliegen.

Im Abschnitt 5.3 sind weitere Spannungsverläufe beschrieben, die während des Betriebs vorkommen können.

Im gesamten Betriebsbereich (siehe Abschnitt 5.2) muss gewährleistet sein:

- eine einwandfreie Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen
- die Spezifikation aller Ein- und Ausgänge
- die Erfüllung der Qualitätsanforderungen
- die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften
- die Fehlererkennung nach LH Diagnose muss erfüllt werden

4.4 Zerstörungsfreier elektrischer Bereich

Der zerstörungsfreie elektrische Bereich erstreckt sich über den Betriebsbereich hinaus und wird in dem betreffenden Abschnitt 5 spezifiziert. In diesem Bereich dürfen keine Schäden an Elektrik-/Elektronik-Baugruppen auftreten.

Eine vollständige Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen muss nicht gegeben sein, es dürfen jedoch keine Fehlfunktionen im sicherheitsrelevanten Bereich ausgelöst, kein Fehlverhalten anderer Elektrik-/Elektronik-Baugruppen verursacht und keine nicht angewählten Funktionen ausgelöst werden.

4.5 Spezifikation der Ein-/Ausgänge

Die Spezifikationen der Ein-/Ausgänge sind entsprechend den Tabellen 4 bis 7 auszuführen und in der technischen Dokumentation (Lastenheft oder auch Zeichnung) vorzunehmen.

4.5.1 Elektrische Grenzwerte

Siehe Abschnitt 4.4 Zerstörungsfreier elektrischer Bereich. Entsprechende Werte sind in die Spezifikationen der analogen und digitalen Ein-/Ausgänge einzutragen.

4.5.2 Elektrische Betriebswerte statisch-dynamisch

In der Spezifikation der analogen und digitalen Ein-/Ausgänge ist die Bezeichnung aller betroffenen Ein-/Ausgänge einzutragen.

Die Parameter-Tabelle ist nach Bedarf, insbesondere bei analogen Ein-/Ausgängen, auszufüllen.

Beispiele:

Schaltsschwellen, Hysterese, Setup- und Hold-Zeiten, Offset, Auflösung, Drift, Frequenz, induktive Lasten, Verstärkung.

4.3 Operating range

Operating range describes the operating voltage at the supply inputs of the DUT. All other inputs and outputs may have additional valid voltage levels (e. g. 0 V).

In addition Subsection 5.3 describes voltage runs, which may also occur during operation.

The following shall be ensured in the entire operating range (see Subsection 5.2):

- trouble-free functioning of the electrical/electronic assemblies
- specification of all inputs and outputs
- satisfaction of quality requirements
- observance of legal specifications
- error detection according to LH Diagnosis has to be satisfied

4.4 Non-destructive electrical range

The non-destructive electrical range extends beyond the operating range and is described in greater detail in section 5. No damage shall occur to electrical/electronic assemblies in this range.

It is not essential that the electrical/electronic assemblies function in their entire capacity, however no malfunctioning is to be triggered in the safety-critical range, no improper behavior of other electrical/electronic assemblies is to be caused and no functions are to become operative without having been selected.

4.5 Specification of inputs/outputs

Specification of inputs/outputs is to be in accordance with Table 4 through Table 7 and carried out in the Technical Specification (Lastenheft or drawing).

4.5.1 Electrical limit values

Refer to Subsection 4.4 entitled "Non-destructive electrical range." The corresponding values are to be entered in the specifications of the analog and digital inputs/outputs.

4.5.2 Static-dynamic electrical operating characteristics

All inputs and outputs shall be specified in the specification of analog (analogue) / digital inputs / outputs.

The parameter table shall be supplemented as required, by additional parameters, especially in the case of analog (analogue) inputs / outputs.

Examples:

Switching thresholds, hysteresis, set-up and hold times, offset, resolution, drift, frequency, inductive loads, gain.

4.5.3 Spezifikation der Analogeingänge

4.5.3 Specification of analog (analogue) inputs

Tabelle 4 Analogeingänge

Table 4 Analog (analogue) inputs

[illegible]

4.5.4 Spezifikation der Analogausgänge

4.5.4 Specification of analog (analogue) outputs

Tabelle 5 Analogausgänge

Table 5 Analog (analogue) outputs

Grenzwerte/Limit values:

 V $\leq U_{out} \leq$ V, bei/at $I_{out} =$ A

$I_{\text{out}} \leq$ _____ A, bei/at $U_{\text{out}} =$ _____ V, für/for $t \leq$ _____ s

$C_L \leq$ _____ pF $L_L \leq$ _____ mH

Betriebswerte/*Operating values*

[illegible]

4.5.5 Spezifikation der Digitaleingänge

4.5.5 Specification of digital inputs

Tabelle 6 Digitaleingänge

Table 6 Digital inputs

Grenzwerte/Limit values:							
_____ V ≤ U_{in} ≤ _____ V, bei I_{in} = _____ A, für t _____ s							
Betriebswerte statisch/Operating values, static							
Bezeichnung Designation	Symbol	Parameter	min.	Typ typical	max.	Einheit Unit	Test-Bedingung Testing condition
	U_{IL}	Eingangsspannung "LOW" Input voltage "LOW"				V	
	U_{IH}	Eingangsspannung "HIGH" Input voltage "HIGH"				V	
	I_{IL}	Eingangsstrom "LOW" Input current "LOW"				mA	
	I_{IH}	Eingangsstrom "HIGH" Input current "HIGH"				mA	
	R_{IL}	Eingangswiderstand "LOW" Input resistance "LOW"				kΩ	
	R_{IH}	Eingangswiderstand "HIGH" Input resistance "HIGH"				kΩ	
Betriebswerte dynamisch/Operating values, dynamic							
Bezeichnung Designation	Symbol	Parameter	min.	Typ typical	max.	Einheit Unit	Test-Bedingung Testing condition
	C_{in}	Eingangskapazität Input capacitance					$f =$ MHz
	t_r	Anstiegszeit Rise time					
	t_f	Abfallzeit Fall time					
	t_w	Impulsbreite Pulse width					

4.5.6 Spezifikation der Digitalausgänge

4.5.6 Specification of digital outputs

Tabelle 7 Digitalausgänge

Table 7 Digital outputs

Grenzwerte/Limit values:							
_____ V ≤ U_{out} ≤ _____ V, bei/at I_{out} = _____ A							
I_{out} ≤ _____ A, bei/at U_{out} = _____ V, für/for t ≤ _____ s							
C_L ≤ _____ pF, I_L ≤ _____ mA,							
Ausgangstyp/Output type: _____							
Betriebswerte statisch/Operating values, static							
Bezeichnung Designation	Symbol	Parameter	min.	Typ typical	max.	Einheit Unit	Test-Bedingung Testing condition
	U_{OL}	Ausgangsspannung "LOW" Output voltage "LOW"				V	bei/at I_{OL} = _____
	U_{OH}	Ausgangsspannung "HIGH" Output voltage "HIGH"				V	bei/at I_{OH} = _____
	I_{OL}	Ausgangsstrom "LOW" Output current "LOW"				mA	bei/at U_{OL} = _____
	I_{OH}	Ausgangsstrom "HIGH" Output current "HIGH"				mA	bei/at U_{OH} = _____
Betriebswerte dynamisch/Operating values, dynamic							
Bezeichnung Designation	Symbol	Parameter	min.	Typ typical	max.	Einheit Unit	Test-Bedingung Testing condition
	C_{out}	Ausgangskapazität Output capacitance					f = _____
	t_r	Anstiegszeit Rise time					bei/at C_L = _____
	t_f	Abfallzeit Fall time					bei/at C_L = _____
	t_w	Impulsbreite Pulse width					bei/at C_L = _____

5 Anforderung, Betriebs- und Eckwerte

5.1 Toleranzen

Spannungen (allg.) $\pm 0,2 \text{ V}$

Die zulässigen Toleranzen der hier beschriebenen Spannungsprofile sind, soweit nicht näher spezifiziert bei Überspannungen (bei der oberen Spannung) zwischen 0 und + 5 % bzw. bei Spannungseinbrüchen (bei der unteren Spannung) zwischen 0 und - 5% gemessen am Stecker des Prüflings.

Frequenz und Zeit $\pm 5 \%$

Anstiegs- und Abfallzeiten sind 10% / 90% Angaben.

Anwendung der Toleranzen am Beispiel Testpuls nach Abschnitt 5.2.1.6:

$14 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 9 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 4,5 \text{ V } 0\% - 5\% (4,5 \text{ V bis } 4,275 \text{ V})$
 $\rightarrow 9 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 14 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$

$t_r = t_f = 10 \text{ bis } 9,5 \text{ ms}$

5.2 Elektrischer Betriebsbereich

Definition:

Der elektrische Betriebsbereich beschreibt alle erlaubten (normalen) Spannungen an Ein- (auch Versorgung) und Ausgängen, die dauerhaft und transient während des Betriebs und im abgeschalteten Zustand, in beliebiger Kombination an den einzelnen Ein- und Ausgängen, vorkommen dürfen.

HINWEIS: Alle Prüfungen beziehen sich auf ein 12 V-Bordnetz.

Wenn nicht anders angegeben, sind die elektrischen Prüfungen bei Raumtemperatur $T_R (23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ und 25 % bis 75% relative Feuchte durchzuführen.

Die Funktionalität ist entsprechend dem Einbauort und dessen Randbedingungen (hier insbesondere der Temperaturbereich) nach LH zu erfüllen.

Nennspannung: $U_N = 12 \text{ V}$

Elektrischer Betriebsbereich für alle Steuergeräte

Gilt für alle Ein/Ausgänge im Betrieb und im abgeschalteten Zustand.

$$U_{\text{GND_offset}} = - 0.5 \text{ V} \leq U \leq 18 \text{ V} = U_{\text{Bmax_d}}$$

Elektrischer Betriebsbereich für Bus-Systeme

Gilt für alle busrelevanten Ein/Ausgänge eines Steuergerätes in Betrieb und im abgeschalteten Zustand.

$$U_{\text{GND_offset}} = - 1 \text{ V} \leq U \leq 18 \text{ V} = U_{\text{Bmax_d}}$$

5 Requirements, concerning operating values and rated values

5.1 Tolerances

Voltages (general) $\pm 0.2 \text{ V}$

Tolerances of test pulses in this standard (if not specified in more detail in this paper) have to be within 0 and + 5 % in case of upper voltage levels respective 0 and - 5 % in case of lower voltage levels measured at the DUT receptacle.

Frequency and time $\pm 5 \%$

Rise and fall time is referenced to 10% / 90% readings.

The following example shows the use of tolerances in conjunction with test pulse as per Subsection 5.2.1.6:

$14 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 9 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 4,5 \text{ V } 0\% - 5\% (4,5 \text{ V to } 4,275 \text{ V})$
 $\rightarrow 9 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V} \rightarrow 14 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$

$t_r = t_f = 10 \text{ to } 9,5 \text{ ms}$

5.2 Electrical operating range

Definition:

Electrical operating range comprises all voltages (normal voltage, operating voltage, operational voltage, supply voltage, working voltage) during operation, standby and switched off status which may occur permanently and transient in any combination at input (also supply) and output terminals.

NOTE: All tests for a 12 V vehicle electrical system.

Unless otherwise specified the electrical tests shall be performed at a room temperature T_R of $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of 25 % to 75%.

Functionality has to be fulfilled according to installation area (here especially the temperature range) as described in the technical specification.

Rated voltage: $U_N = 12 \text{ V}$

Electrical operating range for all electric / electronic equipment

All inputs/outputs during operation and in non-operating state respective switched off.

Electrical operating range for Bus Systems

For all inputs/outputs related to BUS communication during operation and non-operating state respective switched off.

5.2.1 Betriebsspannung (statisch und quasistatisch / dynamisch)

Definition:

Die Betriebsspannung beschreibt den Spannungsbereich an den Versorgungseingängen des Steuergerätes / der Baugruppe. Innerhalb dieses Bereiches müssen die im Lastenheft beschriebenen Funktionen erfüllt werden.

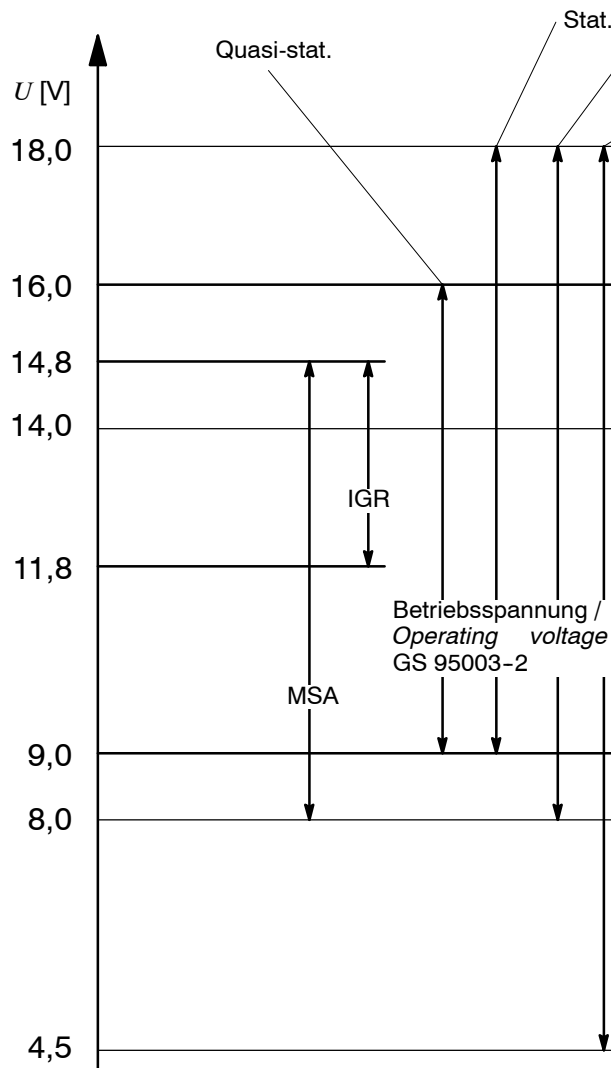


Bild 1 Spannungen im Bordnetz, Übersicht (Auszug)

ANMERKUNG Die maximalen Spannungen sind Spannungen, die an der Batterie und an den Komponenten auftreten können. Minimale Spannungen sind für Verbraucher, die höhere Ströme aufnehmen oder an einem Zweig mit Leistungsverbrauchern angeschlossen sind, wegen des Spannungsabfalles geringer. Spannungsabfälle sind bei den "Unterspannungstests" entsprechend den tatsächlichen Werten von der unteren Spannung im Test abzuziehen. Der Spannungsabfall ist immer der gesamte Spannungsabfall in der Plus- und Minusanbindung.

5.2.1 Operating voltage (static and quasi-static / dynamic)

Definition:

Operating voltage comprises a valid voltage range at the supply terminals of the DUT (electric / electronic device or assembly) in within the functions as described in the LH have to be fulfilled.

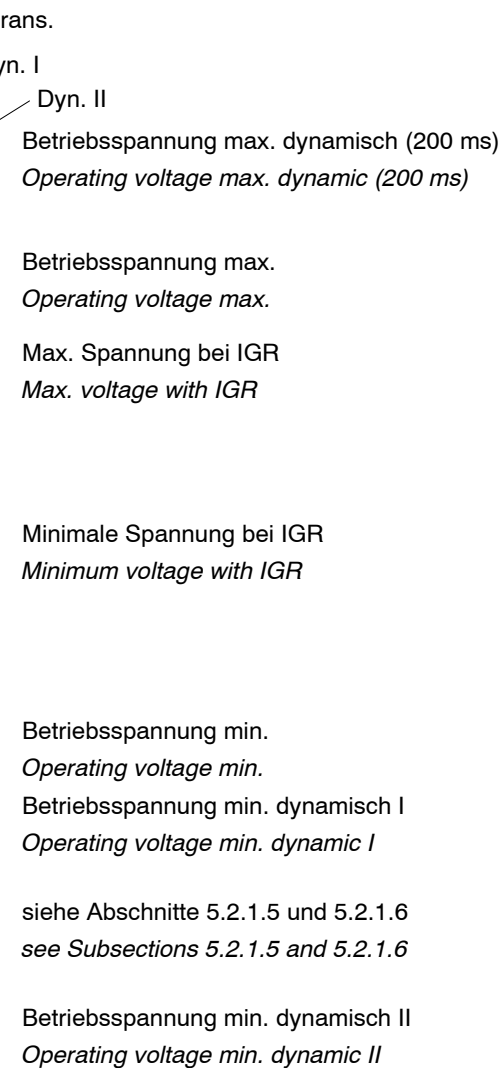


Figure 1 Voltages in a 12V system, overview (extract)

NOTE Maximum voltages may be seen at the battery as well as at the components. Voltages measured at components drawing higher currents or are connected at a branch with other hefty loads, may be lower due to voltage drop. In case of test for "immunity to undervoltage, voltage dips, ..." the actual voltage drop has to be subtracted from the lower test voltages this means the person in charge for the component has to use an appropriate more stringent curve for his qualification report. The voltage drop is the the sum of voltage drops occuring at the plus and minus connection in respect to the battery terminals.

Betriebsspannungsbereich, quasistationär (beliebiger Spannungsverlauf)

Gültig für Geräte und Baugruppen, die während des Startvorganges nicht funktionieren müssen.

$$9 \text{ V} \leq U_B \leq 16 \text{ V} = U_{B\max}$$

Betriebsspannungsbereich einschließlich kurze Spannungsüberhöhungen (Transienten)

Gültig für Geräte und Baugruppen, die während des Startvorganges nicht funktionieren müssen. Die Dauer von $U_{B\max_d}$ ist in Abschnitt 5.2.1.1 beschrieben.

$$9 \text{ V} \leq U_B \leq 18 \text{ V} = U_{B\max_d}$$

Funktionseinbußen auf Grund von Spannungsvariation innerhalb dieses Spannungsbereiches dürfen nicht wahrgenommen werden, d.h. Funktionen müssen mindestens BI=7 entsprechen (gilt aus Sicht der Insassen, sowie für die am Straßenverkehr übrigen Beteiligten).

Betriebsspannungsbereich (dynamisch I) für Geräte und Baugruppen, die auch während eines Motorwarmstartvorganges funktionieren müssen

U_S ist in Abschnitt 5.2.1.5 beschrieben. Dies ist zugleich der Betriebsspannungsbereich für alle Bussysteme. Hier ist nicht die Spannung des Bussystems gemeint, sondern das Steuergerät hat innerhalb dieses Betriebsspannungsbereiches die Versorgung und Bedienung der busrelevanten Elemente (Transceiver, Treiber, Kommunikation mit dem Transceiver usw.) sicherzustellen.

$$U_S = 8 \text{ V} \leq U_B \leq 18 \text{ V} = U_{B\max_d}$$

Funktionseinbußen auf Grund von Spannungsvariation innerhalb dieses Spannungsbereiches dürfen nicht wahrgenommen werden, d.h. Funktionen müssen mindestens BI=7 entsprechen (gilt aus Sicht der Insassen, sowie für die am Straßenverkehr übrigen Beteiligten).

Startrelevante Geräte und Baugruppen sind alle Komponenten, die während oder unmittelbar nach dem Start eine Funktion ausführen oder unterstützen.

Beispiele für eine Unterstützung: Kommunikationsfunktion eines Gateways, wenn die Buskommunikation während des Startes notwendig ist.

Beispiel für eine Funktion danach: Anfahrslupfregelung, die x ms nach Start die im LH definierten Eigenschaften erfüllen muss.

Betriebsspannungsbereich für Flex-Ray Busteilnehmer für volle Unterstützung der Buskommunikation sowie spezifizierte Inhalte und Funktionen

Die volle Funktionalität für Buskommunikation ist erforderlich. Zusätzliche Funktionalität innerhalb dieses Spannungsbereichs nach den Vorgaben des Lastenhefts (LH).

$$U_S = 6,5 \text{ V} \leq U_B \leq 18 \text{ V} = U_{B\max_d}$$

Hysteresis: Die Funktion muss bei Spannung von unten kommend ab 7 V und bei Spannung von oben kommend bis 6,5 V zur Verfügung stehen.

Operating voltage, quasi stationary (any voltage run)

Defined for equipments and assemblies which need not function during the starting procedure.

Operating voltage range including short overvoltages (transients)

Defined for equipments and assemblies which need not function during the starting procedure. Please find the duration of $U_{B\max_d}$ see in Subsection 5.2.1.1.

Changes in performance or functionality caused by voltage variation within this range shall not be noticed by occupants and other people participating traffic as well – that is a minimum BI of 7 is mandatory.

Operating voltage range (dynamic I) for equipment and assemblies which shall function during a warm start of the internal combustion engine

U_S is detailed in Subsection 5.2.1.5. This voltage range is also mandatory for all bus systems. Within this voltage range the DUT has to make shure that the supply for and the interaction of components in relation to bus operation (transceiver, driver, inter communication with the transceiver etc.) is guaranteed.

Changes in performance or functionality caused by voltage variation within this range shall not be noticed by occupants and other people participating traffic as well – that is a minimum BI of 7 is mandatory.

Equipment and assemblies which shall function during a warm start of the internal combustion engine includes all components which do perform a function or support during or immediately after the start.

Example for a support: Communication of a gateway if the bus communication is required during start.

Example for a function afterwards: Traction control system which has to fulfill requirement of LH x ms after start.

Operating range for devices with a flex ray bus connection for full support of the bus communication and specified contents and functions

Full functionality for bus communication is required – additional functionality within this voltage range according to the LH.

Hysteresis: Functionality has to start not later than the voltage exceeds 7 V (starting from lower levels) and functionality has to maintain till a voltage threshold of 6.5 V.

Betriebsspannungsbereich, quasistationär - beliebiger Spannungsverlauf

Gültig für Geräte und Baugruppen, die während des Kaltstartvorganges funktionieren müssen (z.B. Motorsteuerungen).

Operating voltage, quasi stationary (any voltage run)

Defined for equipments and assemblies which have to function during the cold cranking procedure (e. g. digital motor electronics).

$$6,0 \text{ V} \leq U_B \leq 16 \text{ V}$$

Betriebsspannungsbereich (dynamisch II)

Gültig für Geräte und Baugruppen, die auch während eines Motorkaltstartvorganges funktionieren müssen (z.B. Motorsteuerungen).

Operating voltage range (dynamic II)

Defined for equipments and assemblies which shall function during a cold cranking of the internal combustion engine (e. g. digital motor electronics).

$$U_s = 4,5 \text{ V} \leq U_B \leq 18 \text{ V} = U_{Bmax_d}$$

ANMERKUNG 1 Jump Start gehört auch dazu, wird aber im Abschnitt 5.3 beschrieben.

NOTE 1 A start of the internal combustion engine shall also be possible under jump start condition – details see in Subsection 5.3.

ANMERKUNG 2 Die hier vorgenommenen Einteilungen sind nicht mit einer Sicherheitseinstufung zu verwechseln. Es wird lediglich eine Mindestprüfung mit definierten Spannungsverläufen für eine Funktion beschrieben.

NOTE 2 Please do not mistake this categorisation with a classification of safety integration. These tests have to be seen as a minimum set of tests with well defined voltage runs to check performance as required.

5.2.1.1 Transiente Überspannung (18 V-Puls)

Der Verlauf der Bordnetzspannung aufgrund einer zeitlich veränderlichen Belastung hängt von dem momentanen Zustand der spannungsstabilisierenden Komponenten Generator und Batterie ab. Durch das Abschalten von Verbrauchern gibt es aufgrund der Generatoreigenschaften Spannungsüberhöhungen von bis zu 200 ms Dauer. Diese Prüfung simuliert diesen Betriebsfall.

5.2.1.1 Testing for Immunity to 18 V transient

The magnitude of the voltage variation according to load variation may vary due to the state of the voltage stabilising elements battery and alternator. A sudden switched off load will lead to a voltage overshoot (up to 200 ms duration) due to alternator characteristics. This test simulates this operations condition.

Nachfolgend ist der Spannungsverlauf für die transiente Überspannung (18 V-Puls) dargestellt. Es gilt der gesamte Temperaturbereich.

The following figure gives the voltage run named "18 V transient". The assessment comprises the whole operating temperature range.

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

DUT:

Component, assembly or system

Meßbedingungen:

Messaufbau: Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batterie).

Measurement conditions:

Measurement conditions: The DUT will be connected to the voltage source. A system test will be made with the vehicle wire harness (without battery).

Prüfung:

Funktionsänderungen sind zu beurteilen.

Test:

Changes in performance are to be assessed.

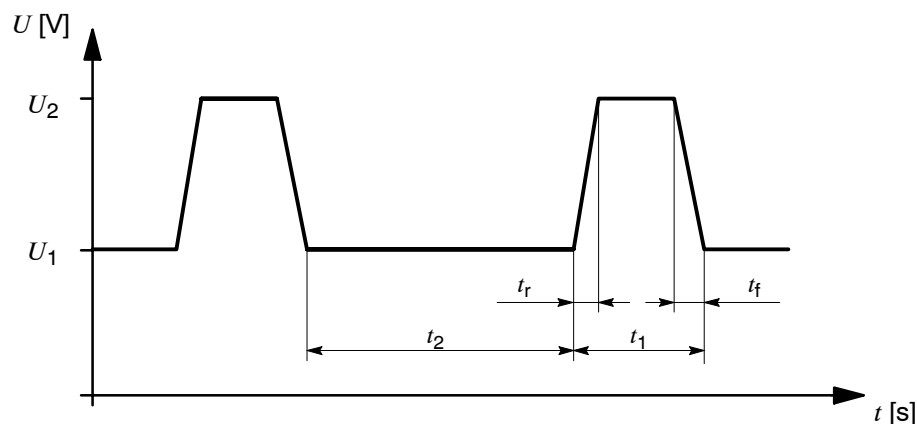


Bild 2 18 V-Puls

Figure 2 18 V transient

Prüfparameter:

Test parameters:

$U_1 = 14,8 \text{ V}$	$U_2 = 18,0 \text{ V}$	$t_1 = 200 \text{ ms}$	$t_2 = 1 \text{ s}$	$t_r = t_f \leq 1 \text{ ms}$
Anzahl Prüfpulse: 10			Number of test pulses: 10	

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand A erfüllen.

Funktionsänderungen auf Grund der Spannungsvarianz innerhalb dieses Spannungsbereiches dürfen nicht wahrgenommen werden d. h. Funktionen müssen mindestens BI=7 entsprechen (gilt aus Sicht der Insassen, sowie für die am Straßenverkehr übrigen Beteiligten).

Fehlerspeichereinträge:

Keine FS-Einträge	Jegliche FS-Einträge	No FS entries	Any FS entries
i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 6	Ok BI = 10	Not ok BI = 6

ANMERKUNG Diese Prüfung wird von den Systemstellen am Gesamtbordnetz mit allen verbauten Komponenten wiederholt, da sich auf Grund der Kabelbaumgestaltung eine gegenseitige Beeinflussung der Komponenten nicht ausschließen lässt.

5.2.1.2 Störfestigkeitsprüfung von Komponenten gegen Bordnetzwelligkeit

Dem Bordnetz können Wechselspannungen überlagert sein. Die überlagerte Wechselspannung kann andauernd während des Motorlaufes anliegen.

a) Störimpulse und Welligkeit der Generator-Ausgangsspannung

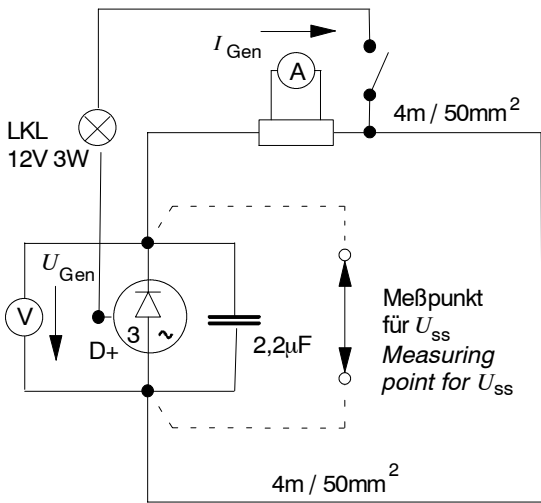


Bild 3 Meßaufbau zur Simulation des Kfz-Bordnetzes

Prüfling:

Generator

Meßbedingungen:

Der Meßaufbau ist in Bild 3 dargestellt. Bei Generatoren mit Busanschluss entfällt die Lampe LKL. Die Generatorsollspannung beträgt 14,3 V d. h. der Generator wird durch die Last maximal belastet bzw. ausgelastet.

Die Messungen sind auf einem nichtleitenden Prüftisch durchzuführen.

12 V Batterie (45 bis 65 Ah), Ladezustand zwischen 70 und 90 %.

Der Leitungsabstand zwischen der B + und B – Leitung muss so gewählt werden, dass sich bei abgeklemmter Batterie und kurzgeschlossenem Generator an den Batterieklemmen eine Leitungsinduktivität von 8 µH ± 10 % ergibt.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class A.

Changes in performance due to the here descibed voltage variation shall not be noticed by occupants and other people participating traffic as well – that is a minimum BI of 7 is mandatory.

Error memory entries (FS entries):

NOTE This test will be done also as part of a system acceptance test with a completely equipped arrangement to check against interaction of devices.

5.2.1.2 Component immunity to ripple on power supply leads

AC voltages can be superimposed on the vehicle electrical system. The superimposed AC voltage may be permanent during the internal combustion engine is running.

a) Ripple & Noise content of Alternator Output

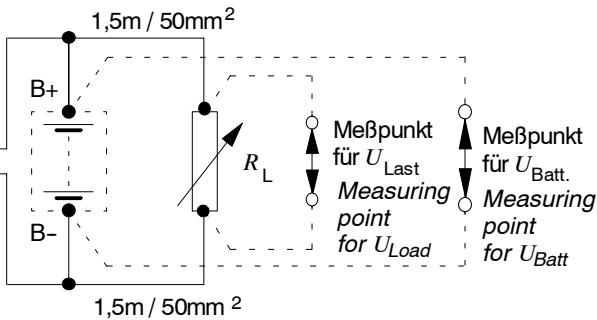


Figure 3 Measuring set-up for simulating the vehicle electrical system

DUT:

Generator

Measurement conditions:

The measuring set-up is shown in Figure 3. Generators with a bus connection may not need the electric bulb LKL. The setpoint value for the generator voltage is 14,3 V – the generator is loaded to its maximum capability.

The tests shall be performed on a non-conductive test bench.

12 V Batterie (45 to 65 Ah), state of charge to be between 70 to 90 %.

The line distance between B + and B – line has to be chosen that – with disconnected battery and short-circuited generator – the line inductance at the battery terminal is 8 µH ± 10 %.

Prüfung:

Der Generator wird mit konstanter Drehzahl angetrieben. Die Last wird so eingestellt, dass der Effektivwert von $U_{\text{gen}} = 13,5 \text{ V}$ ist. Dann ist U_{ss} zu messen. U_{ss} ist mindestens alle 1000 1/min im Bereich nach Bild 4 zu messen.

Prüfparameter:

Umgebungs-temperatur: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Generatorspannung: $(13,5 \pm 0,1) \text{ V} = U_{\text{Ges}} = \text{const.}$

Der Generatorregler ist auf eine Sollspannung von 14,3 V einzustellen. Mit der Belastung auf 13,5 V soll sichergestellt sein, dass der Generator seinen maximalen Strom liefert.

Belastung: Batterie- und Widerstandslast; die Widerstandslast ist für jeden Messpunkt so einzustellen, dass die oben spezifizierte Generatorspannung eingehalten wird.

Generatorkühlung: Durch Eigenlüfter bzw. bei Generatoren ohne Eigenlüfter nach Herstellerangaben

Test:

The alternator will be powered by constant speed. The load has to be adjusted to achieve a true RMS voltage of $U_{\text{gen}} = 13.5 \text{ V}$. The voltage ripple U_{ss} has to be measured. At least every 1000 1/min speed steps U_{ss} has to be measured according to Figure 4.

Test parameters:

Ambient temperature: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Alternator voltage: $(13.5 \pm 0.1) \text{ V} = U_{\text{Ges}} = \text{const.}$

The controller of the alternator has to be set to 14.3 V. The load setting to 13.5 V at the alternator burdens the alternator to the maximum deliverable current.

Loading: Battery and resistive load – The resistive load is to be adjusted for each measurement, to maintain the alternator voltage as specified above.

Alternator Cooling: By means of the integrated fan, or according to manufacturer's specification for generators without integrated fan.

Anforderung/Beurteilung:

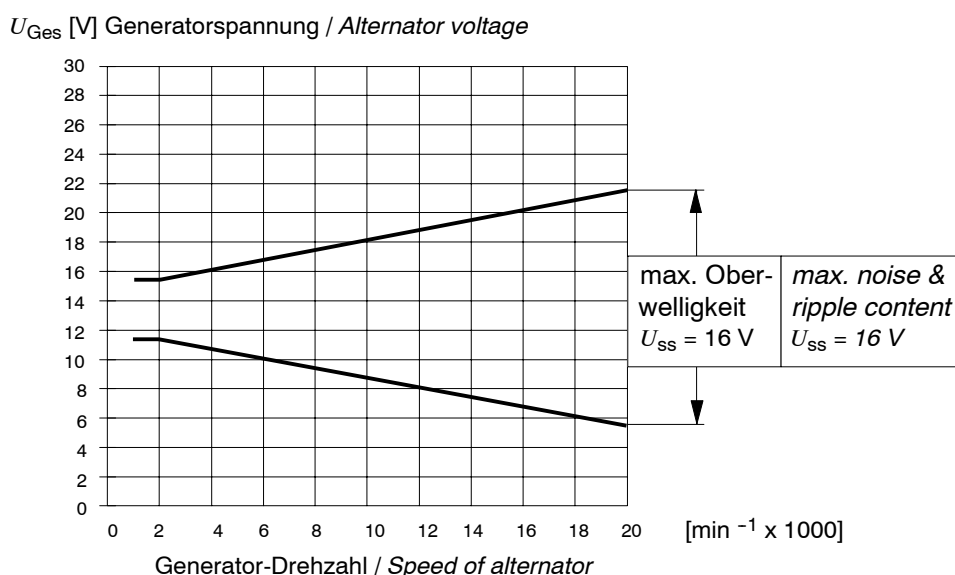
Der vom Generator erzeugte Wechselspannungsanteil darf den Grenzwertbereich in Bild 4 nicht überschreiten. Dies betrifft sowohl Grund- und Oberwellenamplituden als auch Kommutierungs- und Schaltspitzen.

Die Grenzwertkurve ist von der Generatordrehzahl abhängig. Generatoren, die mit einer aktiven Elektronik ausgestattet sind, müssen auch im stationären Zustand geprüft werden. Sie unterliegen denselben Anforderungen wie die anderen Prüflinge.

Assessment:

The A.C. voltage output of the generator may not exceed the limit range shown in Figure 4. This applies both to the fundamental and harmonic content amplitudes, and includes any superimposed switching transients.

The limit is expressed in terms of the speed of the alternator rotation. Alternators that have active electronics shall also be tested in the stationary state and subjected to the same requirements as other ECUs (As previously detailed in this specification).



Eckpunkte:

Coordinates:

2000 1/min:	11,5 V	15,5 V
20 000 1/min:	5,5 V	21,5 V

Bild 4 Grenzwertkurve für Generatorstörungen

Figure 4 Max. permitted noise output of alternator

b) Störfestigkeitsprüfung von Komponenten gegen Bordnetzwelligkeit

Der Spannungsripple ist abhängig vom Abgriffsort der Versorgungsspannung für die Komponente.

Die höchsten Werte treten bei hoher Generatorzahl, hoher Generatorauslastung und vollgeladener, kalter Batterie auf.

Bei der Örtlichkeit des Spannungsabgriffs ist zu unterscheiden:

1) Zwischen Generator und Batterie:

Schärfegrad 4: direkt ohne nennenswerte Leitungsimpedanz am Generatoranschluss (P4)

Schärfegrad 3: mit Leitungsimpedanz (P3)

2) Nach der Batterie:

Schärfegrad 2: direkt ohne nennenswerte Leitungsimpedanz an der Batterie (P2)

Schärfegrad 1b, 1: mit Leitungsimpedanz (P1b)

b) Component immunity to ripple on power supply leads

The amplitude of the voltage ripple depends on the position of the connection.

The highest values will be seen in conjunction with high alternator speed, a load close to the maximum alternator capability and a fully charged cold battery.

The position of the connection is categorized to:

1) In between alternator and battery:

Severity level 4: close to the alternator with almost no line impedance (P4)

Severity level 3: with line impedance (P3)

2) Behind the battery:

Severity level 2: close to the battery with almost no line impedance (P2)

Severity level 1b, 1: with line impedance (P1b)

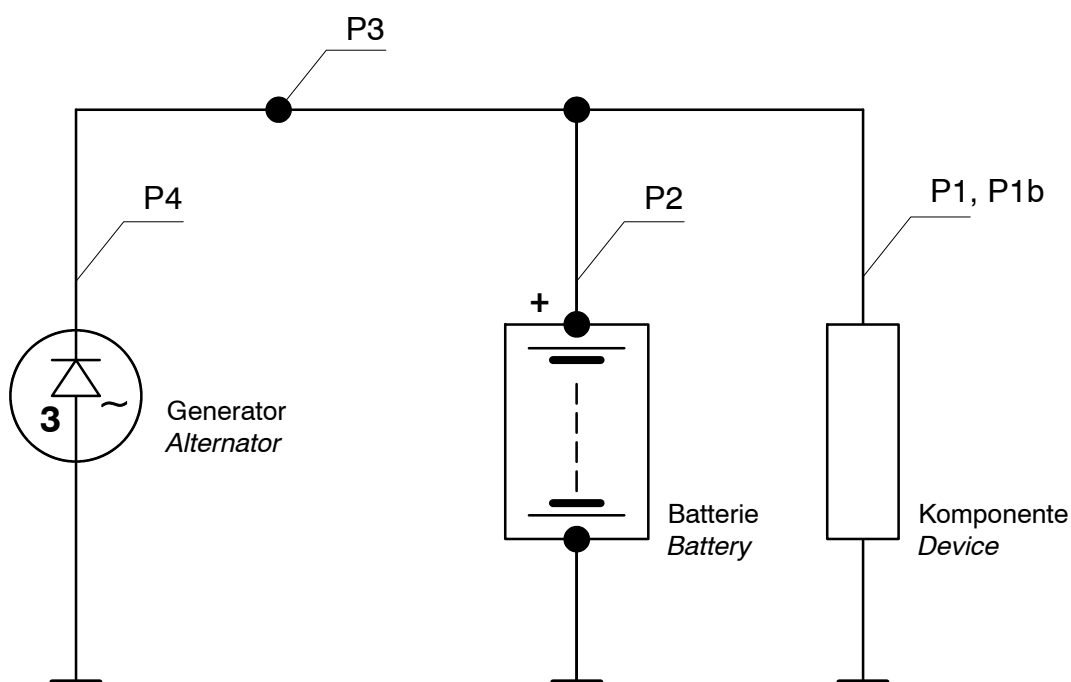


Bild 5 Anbindung, Abgriffsort Verbraucher

Figure 5 Load, position of connection

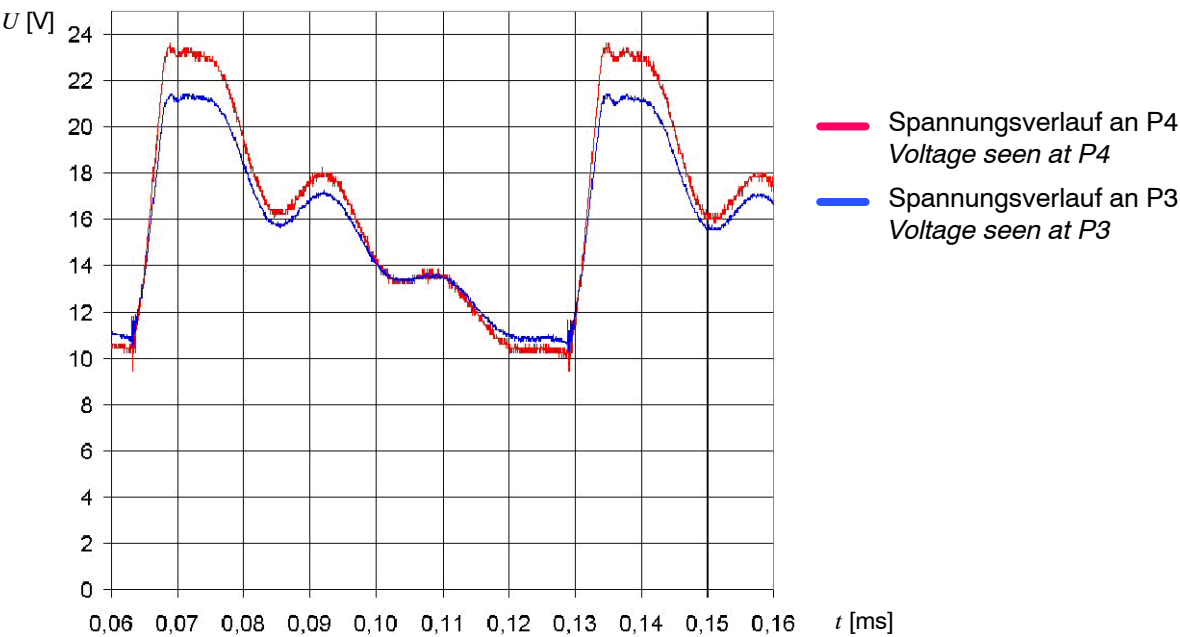


Bild 6 Beispiel realer Kurvernverlauf

Figure 6 Example of measured voltage runs

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

DUT:

Component, assembly or system

Meßbedingungen:

Prüfling entsprechend Bild 5 anschließen. Von der Versorgungsspannung betroffene Ein- und Ausgänge (z.B. Ausgänge mit pull up Widerstand) sind wie im Fahrzeug zu verschalten.

Measurement conditions:

Connect the device under test as shown in fFigure 5. Apply the following test to all applicable inputs and outputs of the device under test.

Prüfung:

Der Versorgungsgleichspannung U_B wird eine sinusförmige Wechselspannung überlagert (Klemme 30, R, 15).

Test:

The DC supply voltage U_B shall be superimposed with a sinusoidal AC voltage (terminal 30, R, 15).

Prüfparameter:

Test parameters:

Schärfegrad / Severity level	U_B V	U_{ss} Amplitude sinus U_{ss} a.c. voltage sinusoidal V
1	15,5 ¹⁾	1
1b	15,0 ¹⁾	2
2	14,0 ¹⁾	4
3	14,8 ^{2) 3)}	14
4	14,8 ^{2) 3)}	16
1) Diese Einstellung bewirkt ein $U_{max} = 16,0$ V.		
2) Die Maximalspannung an der Komponente ist über 16 V.		
3) Zusätzlich ist die Störfestigkeit gegen transiente Pulse nach ISO 7637 nachzuweisen.		
1) This test setup gives a maximum voltage of $U_{max} = 16.0$ V.		
2) The maximum voltage at the DUT exceeds 16 V.		
3) Immunity against transient pulses according to ISO 7637 is also mandatory.		

Innenwiderstand der Spannungsquelle: $\leq 100\text{ m}\Omega$

Ist die Anbindung der Komponente im Fahrzeug niederohmiger ist hier der reale Wert einzusetzen.

Frequenzbereich: 50 Hz bis 25 kHz (Bild 9)

Wobelfrequenz: Dreieck (oder Sägezahn), linear (Bild 9)

Wobelperiode: 120 Sekunden (Bild 9)

Mindestprüfdauer: 5 Minuten*)

Während die o.g. wellige Versorgungsspannung (siehe Bild 8) anliegt, werden beim Prüfling Funktionen überprüft und bei von der Versorgungsspannung abhängigen Ein- und Ausgängen die Einhaltung von Pegeln usw. nach Komponenten-LH überwacht. Ebenso muss sichergestellt sein, dass sich z.B. Kondensatoren nicht unzulässig erwärmen.

Die Kriterien für diesen Test sind für jeden Prüfling geeignet z.B. im Komponenten-LH festzulegen.

*) Wenn nach der Mindestprüfdauer am DUT noch kein Beharrungszustand erreicht wurde, ist der Test bis zu einer Stabilisierung der Werte zu verlängern.

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand A erfüllen.

Anmerkung für Komponenten an oder nach der Batterie (P2, P1b, P1):

Wird Schärfegrad 2 erfüllt (eingespeist am DUT), ist kein weiterer Nachweis für das Teilsystem/System zu erbringen.

Wird nur Schärfegrad 1 oder 1b erfüllt ist in Verbindung mit geeigneten Maßnahmen im Fahrzeugkabelbaum der Nachweis zu führen, dass bei U_{ss} von 4 V an der Batterie die Werte von U_{ss} an der Komponente entsprechend dem erfüllten Komponententest entsprechen. Schärfegrad 1b, eingespeist an den Batterieklemmen ist ohne zeitliche Einschränkung zu erfüllen.

Alle Funktionen der Komponente müssen dasselbe Verhalten wie ohne überlagerte Spannung darstellen, z.B. geregelte/un-geregelte Spannung eines Ausgangs wie im LH spezifiziert, Erwärmung Endstufe.

Fehlerspeichereinträge:

Keine FS-Einträge	Jegliche FS-Einträge	No FS entries	Any FS entries
i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 6	Ok BI = 10	Not ok BI = 6

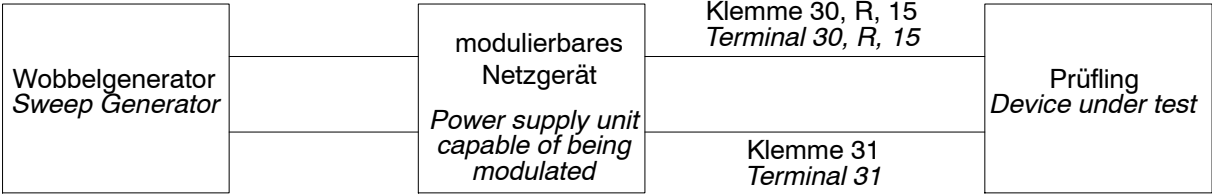


Bild 7 Prüfaufbau für Bordnetzwelligkeit

Internal resistance of the power supply: $\leq 100\text{ m}\Omega$

In case the electrical connection of the component in the vehicle has a lower impedance the real value has to be used.

Frequency range: 50 Hz to 25 kHz (Figure 9)

Type of frequency sweep: Triangular (or sawtooth), linear (Figure 9)

Sweep period: 120 seconds (Figure 9)

Minimum test duration: 5 minutes*)

During test (Figure 8), functions of the DUT will be verified and inputs and outputs dependent on supply voltage will be checked for compliance of tolerances as described in the LH. Heating of components e. g. capacitors has to be within limits.

The criteria for this test have to be defined appropriate in the LH for each DUT.

In the case of the situation has not yet stabilized within the minimum test duration, the test has to be extended till parameters have reached its steady-state condition.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class A.

Remark for components at or connected behind the battery (P2, P1b, P1):

In case the DUT satisfies severity level 2, no additional test has to be done for the DUT.

In case the DUT is only able to satisfy severity level 1 or 1b the person in charge for the component has to furnish proof in conjunction with appropriate measures at the wire harness that the amplitude of U_{ss} seen at the components connector are lower than the values the device did withstand during the test. Severity level 1b applied to the battery terminal connectors has to be satisfied with no time limit.

All functions of the assembly have to show the same behaviour as without modulation of the applied voltage. E.g. the voltage of an (regulated, non regulated) output or the temperature rise of a power stage have to be within the range specified in the LH.

Error memory entries (FS entries):

Figure 7 Test set-up to superimpose a.c. voltage on component power supply lines

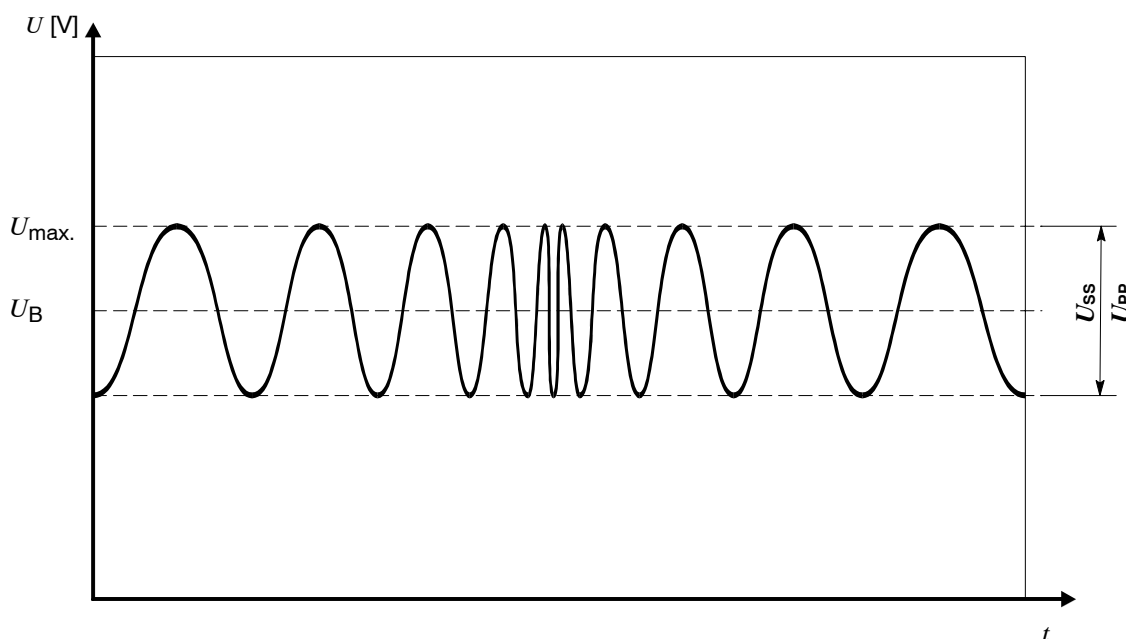


Bild 8 U_B mit überlagerter Sinus-Wechselspannung

Figure 8 U_B with superimposed sinusoidal AC voltage

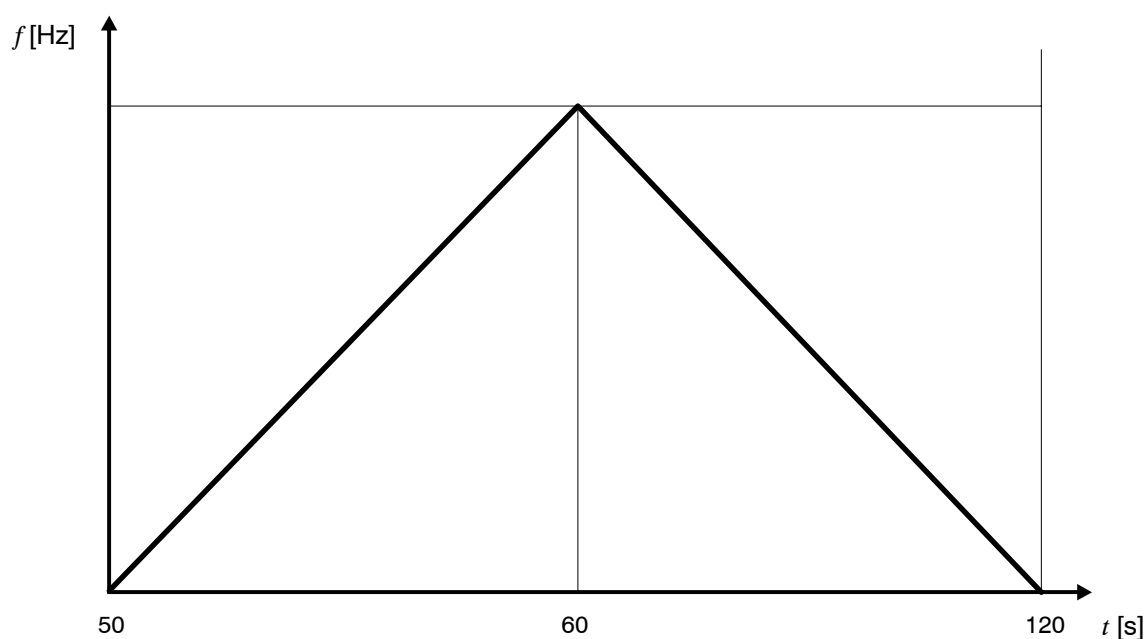


Bild 9 Wobbelfrequenz

Figure 9 Frequency sweep

5.2.1.3 Absenken / Erhöhen der Betriebsspannung

Unterschiedliche Spannungen sowie Spannungsverläufe an den Versorgungseingängen dürfen zu keiner Schädigung bzw. Fehlfunktionen der Baugruppe führen. Dies kann mit folgenden Tests abgesichert werden.

Dies gilt auch in gleicher Weise für andere Versorgungsspannungen, wenn sich diese innerhalb ihres Betriebsbereiches bewegen.

Komponenten, die von einer geschalteten Klemme versorgt werden, müssen eigenständig dafür Sorge tragen, dass nach Abschaltung der Klemme die von außen sichtbare Spannung an den Versorgungseingängen innerhalb von 1 s unter 30 % der Nennspannung abgesunken ist. Alternativ kann im Fahrzeugprojekt eine zentrale Entladeschaltung vereinbart sein.

5.2.1.3 Decreasing / increasing of operating voltage

Varying voltages and voltage runs at the supply inputs shall not confuse or damage the device. The following test checks for defined behaviour in case of slow and fast voltage changes.

If a component contains circuits of differing voltage ranges (e.g. 5 V, 9 V, 14 V circuits), the component shall not malfunction, or be damaged if these voltages vary within their normal operating ranges.

Components, connected to a switched branch, shall ensure that after deenergising the branch the component itself does not feed into the branch. The voltage seen at the harness shall be lower than 30 % of the nominal voltage within 1 s. Alternatively a central discharge circuit may be agreed within the vehicle project.

5.2.1.3.1 Langsames Absenken / langsames Erhöhen der Betriebsspannung

Dieser Test simuliert ein Absinken der Spannung bei einem schadhafte Generator, langsames Sinken der Spannung durch Wegschalten eines Verbrauchers oder Verbraucherzweiges dessen Teilnehmer Stützkondensatoren verwenden oder eine Entladung der Batterie im Stand. Anschließend wird die Spannung langsam erhöht, wie es bei Ladung einer leeren Batterie mit einem Ladegerät geringer Leistung vorkommen kann. Das langsame Absenken / Erhöhen könnte aber auch bei einem Manipulationsversuch auftreten.

Bei dem Absenken der Betriebsspannung von $U_{B \max}$ bis 0 V und sowie beim Erhöhen von 0 V bis $U_{B \max}$, darf es zu keiner Fehlfunktion kommen.

Sinkt die Spannung unter die im Lastenheft definierte minimale Betriebsspannung ist das SG definiert herunterzufahren und abzuschalten. Ein Reset sowie Wecken eines Busses oder eines anderen SG's ist nur dann zulässig, wenn diese Funktion im LH beschrieben und im System abgesichert ist. Andere Komponenten oder Systeme dürfen nicht beeinträchtigt werden.

Beim Hochlauf ist zugleich zu verifizieren, dass mit dem "Aufwachen" des SG's und dem dadurch bedingten Spannungseinbruch kein (im Komponentenlastenheft) undefinierter Zustand eingenommen werden kann.

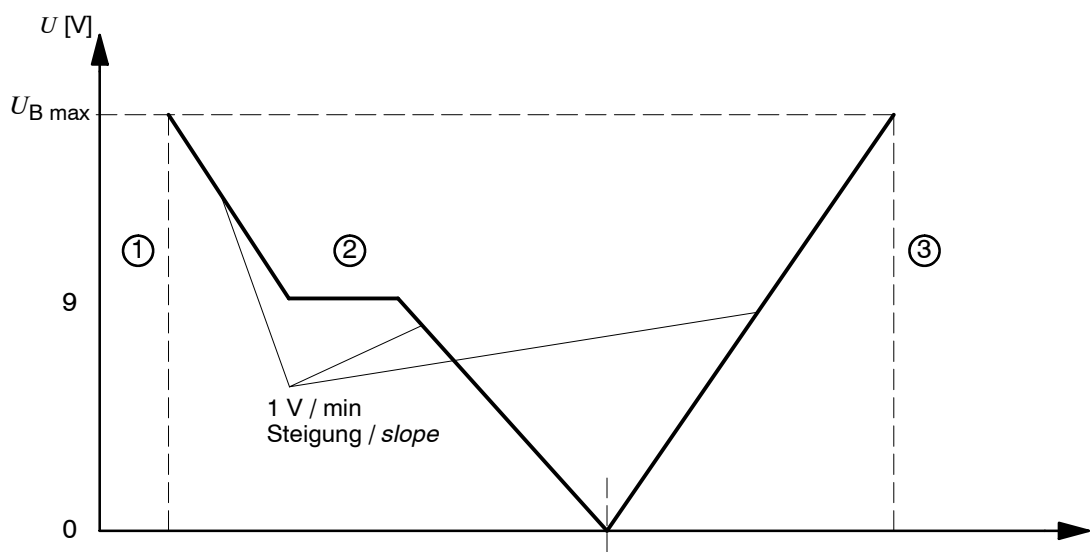


Bild 10 Langsames Absenken / langsames Erhöhen

5.2.1.3.1 Slow decreasing / slow increasing of operating voltage

This test simulates a decreasing voltage which may happen in case of an alternator out of order, a discharge of battery during parking or due to deenergising a load or branch (e.g. KI30g) which contains bulk capacitance. Subsequently the voltage will be slowly increased as it may happen whilst applying a small sized battery charger. The slow decreasing / increasing could also be a result of a manipulation attack.

Decreasing the operation voltage from $U_{B \max}$ to 0 V or increasing from 0 V to $U_{B \max}$ at any rate shall not lead to any malfunction.

A voltage lower than the DUTs defined minimum operating voltage shall lead to a well defined shut down. Any reset or wakeup of a bus or another device is not accepted in any case except that this is a function described within the LH and verified within the system. Any other components or systems shall not be affected by this.

While increasing the voltage the wakeup of the DUT will cause an increase of current drawn. It has to be verified that the voltage drop due to wakeup / startup will not lead to any undefined state (any state not defined according to the LH of the component).

Figure 10 Slow decrease, slow rise

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batterie).

Der Innenwiderstand der Spannungsquelle (für den Hochlauf) ist auf mindestens $R = 1 \text{ V} / I_{\text{Anlauf}}$ einzustellen bzw. ein solcher Widerstand ist in die Versorgungsleitung einzubringen (Damit wird während des Aufstartens ein Spannungsabfall von 1 V simuliert).

DUT:

Component, assembly or system

Measurement conditions:

The DUT will be connected to the voltage source – a system test will be made with the vehicle wire harness (without battery).

The impedance of the voltage source (during increasing the voltage) may set to $R = 1 \text{ V} / I_{\text{startup}}$ or a resistor equal to this value may put in series to the supply terminals (this simulates a voltage drop equal to 1 V during the initial wakeup procedure).

Prüfung:

Absenken der Betriebsspannung von $U_{B \max}$ bis 0 V und Erhöhen von 0 V bis $U_{B \max}$ mit einer Veränderungsgeschwindigkeit von ± 1 V pro Minute. Dies ist bei all den Klemmenzuständen:

- a) Klemme 30 ein, keine Buskommunikation:
(Simulation eines eingeschalteten autarken elektrischen Verbrauchers)
- b) Klemme R und 15 ein:
(Simulation Radio hören bzw. der eingeschalteten Zündung)
- c) Kl 15 ein und Fahrzeugmotor läuft – "aber Generator aus"
(Simulation eines defekten Generators)

durchzuführen (bzw. in dem Fall durchzuführen, der aus Sicht der Komponente alle Fälle abdeckt).

Durchführung (siehe auch Abschnitt 4.2.3):

- (1) FS löschen / lesen / einschlafen / lesen, Absenken bis 9 V
- (2) FS lesen, weiteres Absenken bis 0 V, nach Sprung auf $U_{B \max}$ wieder
- (3) FS lesen/ einschlafen / lesen / löschen

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Beim Testablauf dürfen keine Fehlfunktionen auftreten und es darf zu keiner Schädigung der Baugruppe kommen. Sobald der Nennspannungsbereich wieder erreicht wird, darf es zu keinen Fehlfunktionen aufgrund abgespeicherter Fehler kommen.

Als Fehlfunktion gelten: Ein nicht definierter Zustand oder eine falsche (nicht definierte) Funktion oder Anzeige. Fehlspeicherungen sind in diesem Fall alle Fehlerspeichereinträge (außer ggf. Einträge mit Hinweis auf niedrige Versorgungsspannung) sowie undefiniertes Schreiben auf flüchtige und nichtflüchtige Speicherbereiche.

Fehlerspeichereinträge zum Ende des Tests:

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 8	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 8	OK BI = 10	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

5.2.1.3.2 Langsames Absenken / schnelles Erhöhen

Der Test verifiziert den Prüfling (Komponente oder Systemverbund) beim Absenken der Betriebsspannung von $U_{B \max}$ auf 0 V (vollständig entladene Fahrzeugbatterie) und in Folge daran eine schlagartige Betriebsspannungserhöhung durch Anschluss einer Fremdspannungsquelle z.B. Fremdstarthilfe (Spannungsverlauf laut Bild 11). Dies ist bei all den Klemmenzuständen:

- a) Klemme 30 ein, keine Buskommunikation:
(Simulation eines eingeschalteten autarken elektrischen Verbrauchers)
- b) Klemme R und 15 ein:
(Simulation Radio hören bzw. der eingeschalteten Zündung)
- c) Kl 15 ein und Fahrzeugmotor läuft – "aber Generator aus"
(Simulation eines defekten Generators)

Test:

The operating voltage is reduced from $U_{B \max}$ to 0 V (e. g. due to a defective alternator), or increased from 0 V to $U_{B \max}$ at a rate of ± 1 V per minute. This has to be done under the following conditions:

- a) Terminal 30 on, no bus communication:
(Simulation of an operating self sustaining component DUT)
- b) Terminal R and 15 on:
(Simulation of radio use resp. Ignition on state)
- c) Kl 15 and engine running – "but alternator not working" (Simulation of a dead alternator)

alive. Alternatively, conduct the test under conditions which cover all described cases best, for the given DUT.

Test (see also Subsection 4.2.3):

- (1) FS erase / read / sleep / read, decrease voltage to 9 V
- (2) FS read, decrease voltage to 0 V, after $U_{B \max}$ is on again
- (3) FS read / sleep / read / erase

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

Following any subsequent return to operating voltage no malfunctions shall occur. The voltage decrease / increase shall not cause any memory faults.

Malfunctions are undefined states or a wrong or undefined function or display. Memory faults comprise FS entries (see below) and undefined writing of volatile and nonvolatile memory areas.

Error memory entries (FS entries) after reaching end of test:

5.2.1.3.2 Slow decreasing / fast rise

This test checks the behaviour of the DUT (component or system) after a decreasing voltage and subsequently a sudden rise to $U_{B \max}$. The fast rise of the voltage should simulate e.g. connection a start aid to a dead battery (voltage run see Figure 11). The test has to be done with the following settings:

- a) Terminal 30 on, no bus communication:
(Simulation of an operating self sustaining component DUT)
- b) Terminal R and 15 on:
(Simulation of radio use resp. Ignition on state)
- c) Kl 15 and engine running – "but alternator not working" (Simulation of a dead alternator)

durchzuführen (bzw. in dem Fall durchzuführen, der aus Sicht der Komponente alle Fälle abdeckt).

alive. Alternatively, conduct the test under conditions which cover all described cases best, for the given DUT.

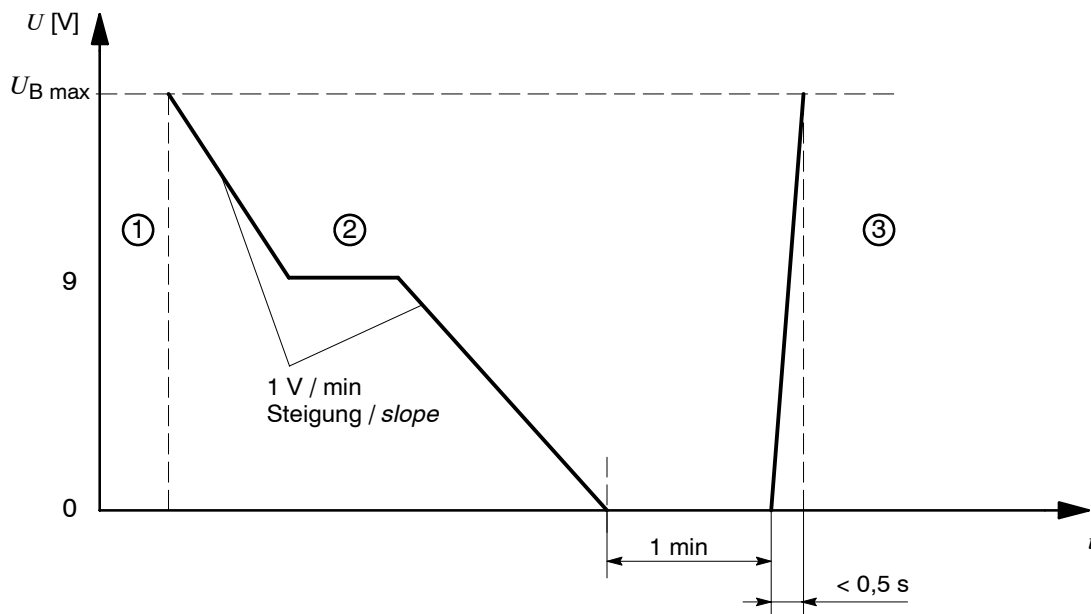


Bild 11 Langsames Absenken / schnelles Erhöhen

Figure 11 Slow decrease, fast rise

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

DUT:

Component, assembly or system

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batterie).

Measurement conditions:

The DUT will be connected to the voltage source – a system test will be made with the vehicle wire harness (without battery).

Durchführung (siehe auch Abschnitt 4.2.3):

- (1) FS löschen / lesen / einschlafen / lesen, Absenken mit - 1 V/min bis 9 V
- (2) FS lesen, weiteres Absenken bis 0 V, nach Sprung auf $U_{B\ max}$ wieder
- (3) FS lesen/ einschlafen / lesen / löschen

Test (see also Subsection 4.2.3):

- (1) FS erase / read / sleep / read, decrease voltage at - 1 V/min to 9 V
- (2) FS read, decrease voltage to 0 V, after $U_{B\ max}$ is on again
- (3) FS read / sleep / read / erase

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

Beim Testablauf nach Bild 5b und den Klemmenzuständen nach (1), (2) und (3) dürfen keine Fehlfunktionen auftreten und es darf zu keiner Schädigung der Baugruppe kommen. Sobald der Nennspannungsbereich wieder erreicht wird, darf es zu keinen Fehlfunktionen aufgrund abgespeicherter Fehler kommen.

During test (states of terminals according to (1), (2) and (3)) no malfunctions shall occur. The voltage decrease / increase shall not cause any memory faults. As soon as the applied voltage has reached the nominal value no malfunction because of saved errors is accepted.

Zum Zeitpunkt (3) dürfen keine Fehlerspeichereinträge, außer Einträge mit Hinweis auf die Versorgungsspannung, auftreten.

Memory faults comprises memory entries as below and not defined writing of volatile and nonvolatile memory areas. From the time when (3) is plotted no error memory entries are accepted.

Fehlerspeichereinträge zum Zeitpunkt (3):

Error memory entries (FS entries) as seen in (3):

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 10	i.O. BI = 8	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 10	OK BI = 8	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

5.2.1.3.3 Spannungsverlauf bei IGR

5.2.1.3.3 IGR, development of voltage

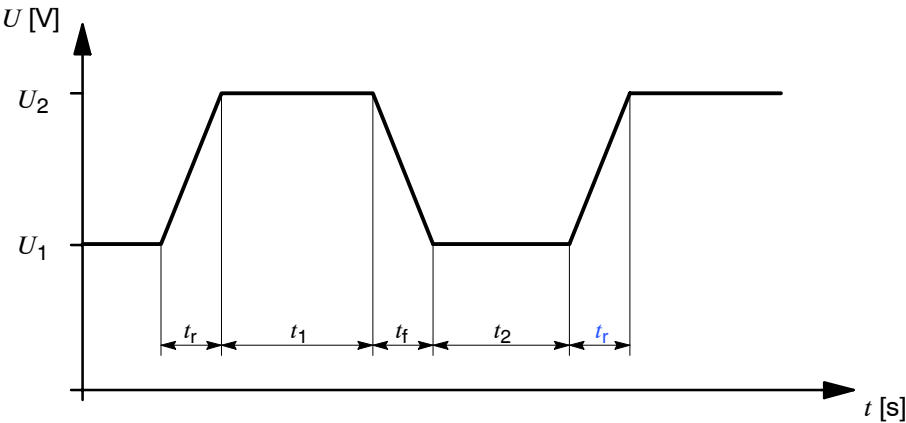


Bild 12 IGR

Figure 12 IGR

Prüfparameter:

Spannungseinstellung an der Spannungsquelle.

Prüfung:

Die Komponente wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Der sich im Fahrzeug einstellende Spannungsabfall ΔU zwischen dem DUT und den Batterieklemmen ist über die Einstellung an der Spannungsquelle zu berücksichtigen. Ansonsten ist der im Fahrzeug verbaute Kabelbaum zwischen Spannungsquelle und Prüfling mit den Parametern 2) zu verwenden.

Gilt für alle Lastfälle (minimal bis maximal) bei Kl15 (Motor läuft).

Test parameters:

The voltages are set at the voltage source.

Test:

The DUT is connected to the voltage source. The voltage drop ΔU as seen later in the vehicle between the DUT and the battery terminals has to be subtracted from the voltage source settings. Otherwise the test has to be done with parameters and the wire harness as used within the vehicle.

The test has to be satisfied for all load conditions (minimum to maximum) while engine runs.

Prüfaufbau Test setup	Einstellwerte / Parameters				Mindestprüfumfang Minimum scope of testing
1)	$U_2 = 14,8 \text{ V}$	$U_1 = 11,8 \text{ V} - \Delta U$	$t_1 = t_2 = 2 \text{ s}$	$t_r = t_f \geq 300 \text{ ms}$	10 Pulse / Pulses
2)	$U_2 = 14,8 \text{ V}$	$U_1 = 11,8 \text{ V}$	$t_1 = t_2 = 2 \text{ s}$	$t_r = t_f \geq 300 \text{ ms}$	10 Pulse / Pulses

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand A erfüllen.

Funktionsänderungen in den Komponenten des Bordnetzes auf Grund der Spannungsvarianz sind durch entsprechende Maßnahmen an den Komponenten oder (Teil-) Systemen so zu gestalten, sodass eine eventuell auftretende Leistungsänderungen (optisch, akustisch, haptisch, thermisch, motorisch) weder für die Insassen noch für die am Straßenverkehr übrigen Beteiligten wahr zu nehmen sind.

Fehlerspeichereinträge:

Nicht relevant

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class A.

Changes in performance of electric / electronic components or (sub-) systems caused by this voltage run are to be designed such that this possible change (optical, accustic, thermal) shall not be experienced by by occupants and other people participating traffic as well.

Error memory entries (FS entries):

Not applicable

5.2.1.4 Masseversatz

Aufgrund von Rückströmen auf der Karosseriestruktur treten Potentialdifferenzen zwischen unterschiedlichen Punkten der Karosserie auf.

Jedes Steuergerät muss so konzipiert werden, dass ein Masseversatz zwischen allen Massebezugspunkten zu keinerlei Funktionsstörungen führt.

5.2.1.4 Ground offset

As a result of undefined return currents on the body structure, a potential difference may occur between various points of the body.

Each control unit shall be designed in such a way that a ground offset between all ground reference points does not lead to any malfunctions. One possibility for attaining this is by designing the control units with electrically balanced inputs/outputs.

Im Fahrzeug sind Kabelbaum, die Anbindung der elektronischen Komponenten und die Anordnung der Massepunkte so zu gestalten, dass der Masseversatz in den unten stehenden Grenzen bleibt.

In the vehicle the wire harness, the connection of the electronic devices and the placement of the ground posts has to be realised in this way, that the ground offset will not exceed the limits shown in the following table.

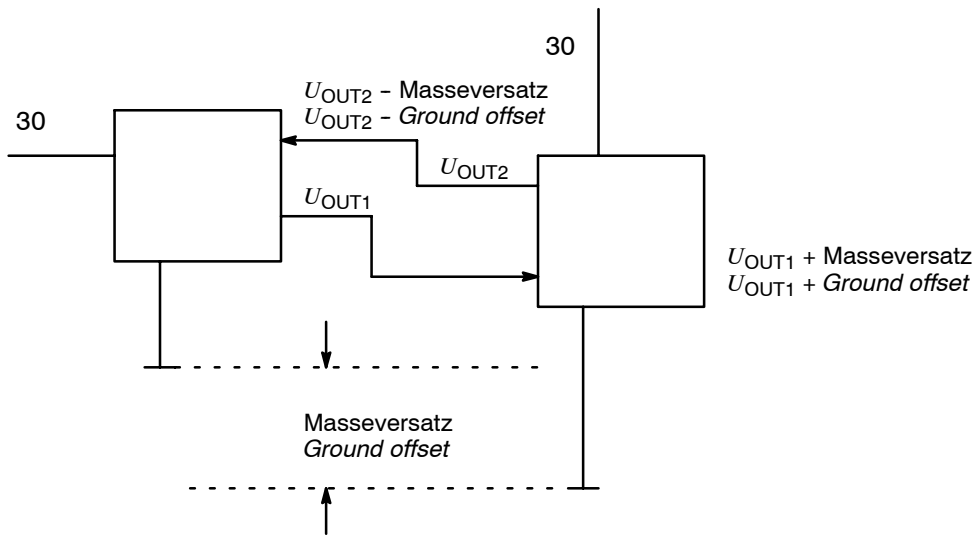


Bild 13 Masseversatz

Figure 13 Ground offset

Masseversatz		Ground offset	
$\leq 0,5 \text{ V}$	$\leq 1 \text{ V}$	$\leq 0.5 \text{ V}$	$\leq 1 \text{ V}$
alle Steuergeräte	BUS-Systeme	all ECUs	Bus systems

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand A erfüllen.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class A.

5.2.1.5 Anlasskurve

Dieser Test verifiziert das Verhalten des Prüflings während und nach dem Startvorgang.

Nach dem Startvorgang kann ein verzögertes Zuschalten des Generators (nach t_p) erfolgen.

Soweit der Prüfling das Startsignal (KI50) auswertet, ist das Signal während der ganzen Zeit $t = (t_r + t_6 + t_7 + t_8)$, in der der Starter angesteuert wird, anzulegen.

Alle nachfolgende Tests (nach Bild 14 und 15) sind mit dem wie im Fahrzeug verschalteten Prüfling durchzuführen. Die Peripherie (Sensoren o.ä.) kann auch durch geeignete Ersatzschaltungen nachgebildet werden.

Bild 14 und 15 sind als Hüllkurve zu verstehen. Reale Spannungsverläufe können mit beliebigem Verlauf oberhalb der gezeichneten Kurven liegen.

5.2.1.5 Cranking profile

This test verifies the behaviour of a device under test during and after cranking.

After cranking a delayed activation of the alternator (after t_p) can be made.

In case of the DUT utilises the engine start signal (KI50) this signal has to be applied in this test during $t = (t_r + t_6 + t_7 + t_8)$.

Apply all cranking profiles (according Figure 14 and 15) to the DUT with all relevant inputs connected to as used later in the car. Peripheral devices (sensors or so) may be substituted by appropriate mockups.

Figure 14 and 15 is an envelope. Real voltage runs may have arbitrary runs above the shown curves.

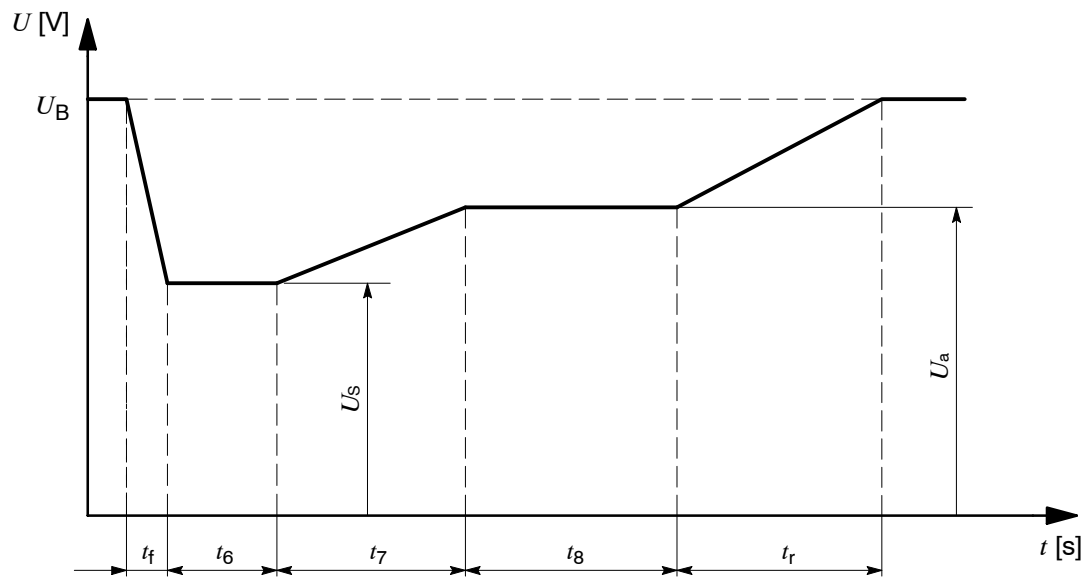


Bild 14 Startimpuls

Figure 14 Cranking profile

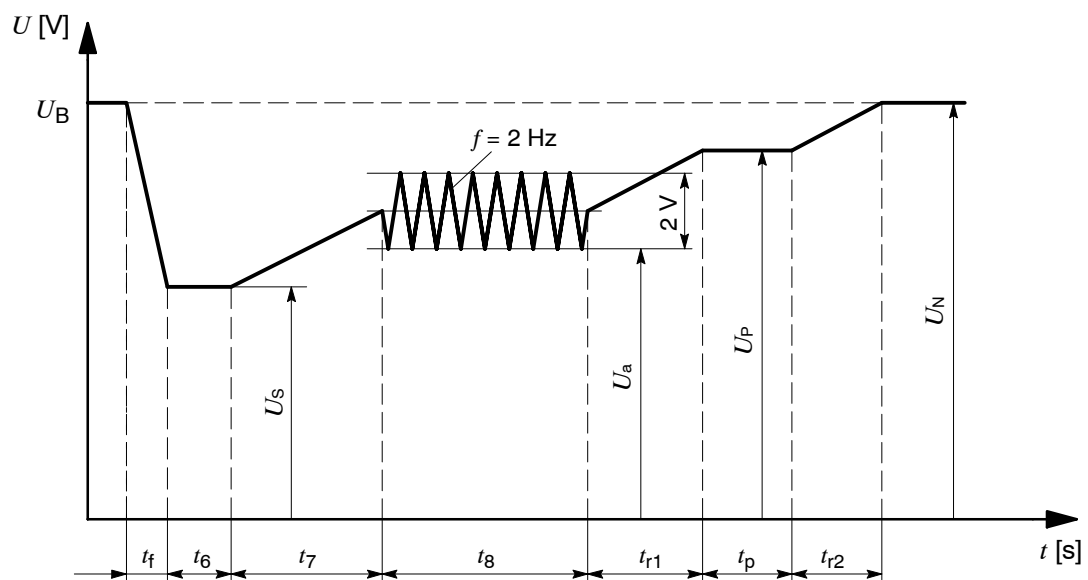


Bild 15 Startimpuls

Figure 15 Cranking profile

Tabelle 8 Werte für 12-V-Systembaugruppen

Table 8 Values for 12 V system devices

Schärfegrade/ Spannungen / Zeiten für die Anlasskurve/ Beurteilung Levels / voltages / durations of cranking profile / Assessment (n. r. = nicht relevant / n. r. = not relevant)					
	I	Ip	II	IIp	III
U_s	8 V	8 V	4,5 V	4,5 V	3 V
U_a	9,5 V	9,5 V	6,5 V	6,5 V	5 V
t_8	1 s	1 s	10 s	10 s	1 s
t_P	0 s	25 s	0 s	25 s	0 s
U_P	n. r.	11 V	n. r.	11 V	n. r.
$t_{r1} + t_{r2}$	40 ms	40 ms	100 ms	100 ms	100 ms
U_N	12 V				
t_f	1 ms				
t_6	19 ms				
t_7	50 ms				
Prüflinge mit einem Betriebsspannungsbereich von: <i>DUT within operating voltage of:</i>	Beurteilung / <i>Assesement</i>				
	6 bis/to 16 V		Die Baugruppe / das System hat den Funktionszustand B zu erfüllen. <i>Class B</i>		
	9 bis/to 16 V		Die Baugruppe / das System hat den Funktionszustand C zu erfüllen. <i>Class C</i>		
	Die Funktionsanforderung und die akzeptierte Funktionseinschränkung für die einzelnen Zeitabschnitte ist (ggf. auch einzeln detailliert) zu dokumentieren und zu prüfen. <i>In case of dedicated function requirements or specified reductions related to the curve sections above, the functions have to be described and tested in detail.</i>				

Fehlerspeichereinträge:

Error memory entries:

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating over-voltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 10	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

5.2.1.6 Sehr kurzer Spannungseinbruch

Es wird der Spannungseinbruch, den ein Kurzschluss mit anschließendem Ansprechen einer Sicherung in einem anderen Stromkreis verursacht, nachgebildet.

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batterie).

Testdurchführung / Randbedingungen:

$4,5 \text{ V} \leq U_B \leq 9 \text{ V}$ für $t \leq 100 \text{ ms}$, Zykluszeit $T \geq 20$ Sekunden bzw. mindestens länger als die typische Aufstartzeit des Prüflings.

5.2.1.6 Very brief voltage dip

A voltage drop caused by a short, which will melt a conventional fuse element in another electric branch is simulated here.

DUT:

Component, assembly or system

Measurement conditions:

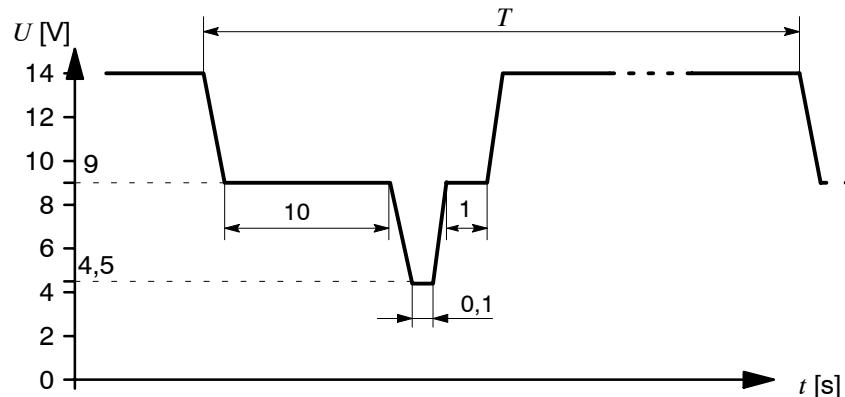
The DUT will be connected to the voltage source. A system test will be made with the vehicle wire harness (without battery).

Test setup / parameters:

$4.5 \text{ V} \leq U_B \leq 9 \text{ V}$ for $t \leq 100 \text{ ms}$; cycle time $T \geq 20$ seconds respective at least longer than the typical startup time of the DUT.

Die Baugruppe ist mindestens 5 mal nacheinander mit dem Impuls (siehe Bild 16) zu beaufschlagen. Die Eingänge sind entsprechend der Verschaltung im Fahrzeug gleichzeitig mit zu beaufschlagen.

The assembly is to be subjected to the impulse at least 5 times in succession. Apply the test pulse (see Figure 16) simultaneously to all relevant inputs (connections) of the DUT.



Die max. Anstiegs- / Abfallzeit beträgt 10 ms.

The maximum rise/fall time is 10 ms.

Bild 16 Prüfpuls 1

Figure 16 Test impulse 1

Anforderung/Beurteilung:

Assessment:

Schärfegrad / Severity level		
I	II	III
Funktionszustand C, Reset mit Wieder- aufstarttrandbedingungen kann ggf. als zulässig vereinbart sein.	Funktionszustand B, Reset mit Wieder- aufstarttrandbedingungen kann ggf. als zulässig vereinbart sein.	Funktionszustand A
<i>Class C, Reset following defined startup behaviour is permitted upon agreement</i>	<i>Class B, Reset following defined startup behaviour is permitted upon agreement</i>	<i>Class A</i>

Fehlerspeichereinträge:

Error memory entries (FS entries):

Keine FS- Einträge	FS-Ein- träge, die Unterspan- nung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspan- nung zum In- halt haben	Sonstige FS- Einträge	No FS en- tries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indi- cating overvol- tage detection	Any FS entries
i.O. BI = 10	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 10	OK BI = 10	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

5.2.1.7 Kurzer Spannungseinbruch

Es wird das Resetverhalten einer elektronischen Baugruppe nachgebildet.

Eine beliebige zeitliche Ablauffolge von wiederholtem Ein/ Ausschalten kann im Betrieb vorkommen und darf nicht zu un- definierten Verhalten führen (ausserhalb der Funktionsspezi- fikation im LH).

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batte- rie).

$0\text{ V} \leq U_B \leq 9\text{ V}$; Absenkung der Betriebsspannung von U_B in 0,5 V-Schritten, unterhalb 5 V in 0,2 V-Schritten. T_R ist zu variieren mit mindestens folgenden Zeitdauern: (5; 2; 1; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1) s. Für jeden Schritt ist eine Funktionsprüfung $\geq 10\text{ s}$ durchzuführen bzw. ist mindestens solange zu warten, bis das Steuergerät wieder alle Schnittstellen bedient (siehe Bild 17).

5.2.1.7 Brief voltage dip

The resetting characteristic of an electronic assembly is simulated here.

Any subsequent on / off may occur during operation in a vehicle and shall not lead to undefined behaviour (outside the specification).

DUT:

Component, assembly or system

Measurement conditions:

The DUT will be connected to the voltage source. A system test will be made with the vehicle wire harness (without battery).

$0\text{ V} \leq U_B \leq 9\text{ V}$; Decrease of operating voltage U_B in 0.5 V steps, below 5 V use 0.2 V steps. T_R has to be varied using following durations: (5; 2; 1; 0.5; 0.4; 0.3; 0.2; 0.1) s. For each step an operational test $\geq 10\text{ s}$ shall be performed respective it has to be waited until the device has reached specified operation in respect to all interfaces (see Figure 17).

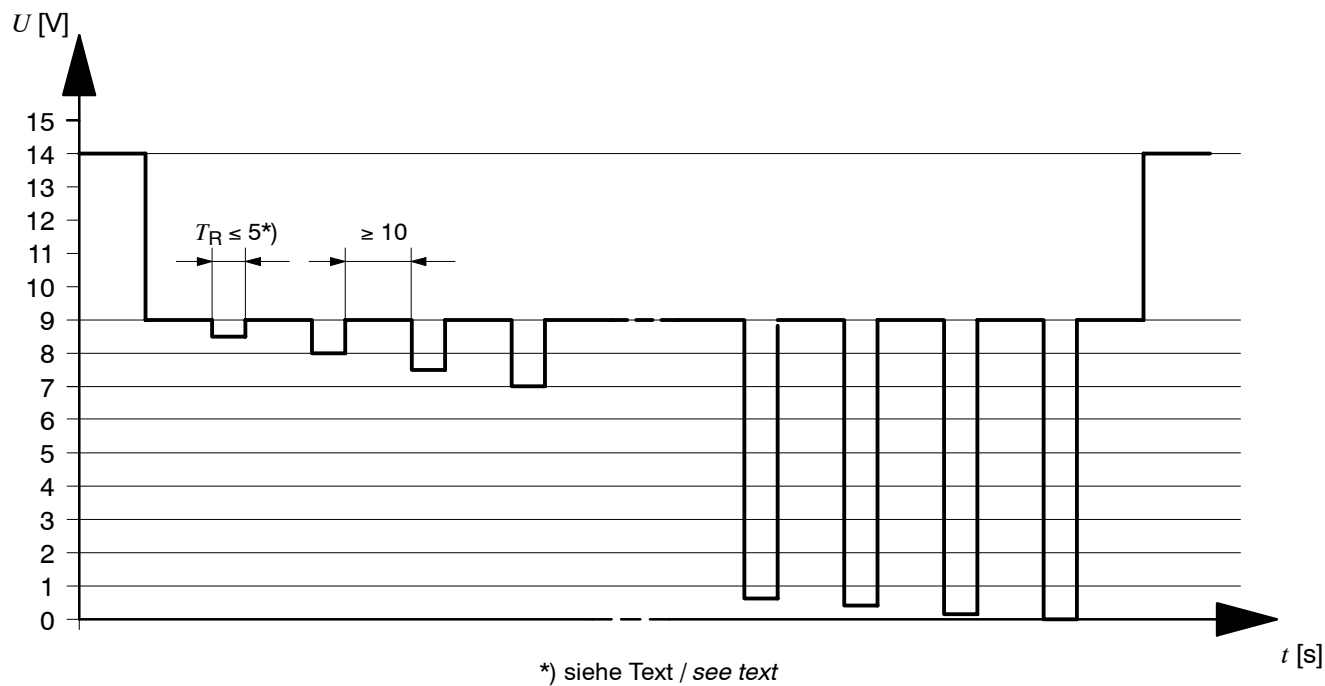


Bild 17 Prüfpuls 2

ANMERKUNG Bei Bedarf sind zusätzliche Absenkezeiten zwischen der BMW Group und Lieferant zu vereinbaren.

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Eine vollständige Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen muss nicht gegeben sein, es dürfen jedoch keine Fehlfunktionen im sicherheitsrelevanten Bereich ausgelöst, kein Fehlverhalten anderer Elektrik-/Elektronik-Baugruppen verursacht und keine nicht angewählten Funktionen ausgelöst werden. Steuergeräte mit Daten/Programmspeicher müssen die Integrität der Speicher nachweisen.

Fehlerspeichereinträge:

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 8	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 8	OK BI = 10	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

Figure 17 Test impulse 2

NOTE Additional decrease periods are to be agreed between BMW Group and supplier if required.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

It is not essential that the electrical/electronic assemblies function in their entire capacity, however no malfunctioning is to be triggered in the safety-critical range, no improper behavior of other electrical/electronic assemblies is to be caused and no functions are to become operative without having been selected. Devices using memories for program/data have to prove integrity of memories.

Error memory entries (FS entries):

5.2.1.7.1 Kurzes Aus / An für Busteilnehmer

Es wird das Aufstartverhalten einer elektronischen Baugruppe mit Busanschluss unmittelbar nach einem Abschalten abgeprüft.

Ein Wiedereinschalten kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt erfolgen (auch während oder unmittelbar nach den Ausschalten / Deaktivieren des Steuergerätes) und darf nicht zu undefinierten Verhalten führen (ausserhalb der Funktionsspezifikation im LH).

Prüfling:

Komponente oder Teilsystem die über Bus-Kommunikation geweckt oder zum Einschlafen gebracht werden kann.

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird mit Klemmenwechsel oder PowerDown Befehl "abgeschaltet" und unmittelbar danach mit Klemmenwechsel oder wake-up Signal wieder aufgeweckt. Die Zeit zwischen Abschalten und Wiedereinschalten / Aufwecken ist mit mindestens folgenden Zeitdauern: (2; 1; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1) s zu variieren. Für jeden Schritt ist eine Funktionsprüfung ≥ 10 s durchzuführen bzw. ist mindestens solange zu warten, bis das Steuergerät wieder alle Schnittstellen bedient (siehe Bild 18). Bei einem Prüfling mit mehreren Busanschlüssen, die den Prüfling wecken oder schlafen schicken können ist auch das Verhalten der möglichen Kombinationen gegenüber der Funktionsspezifikation mit abzutesten.

Min. 10 Wiederholungen bzw. die Kombinatorik, die alle relevanten internen und externen Zeitkonstanten vollständig abbildet (empfohlen: 24h Test).

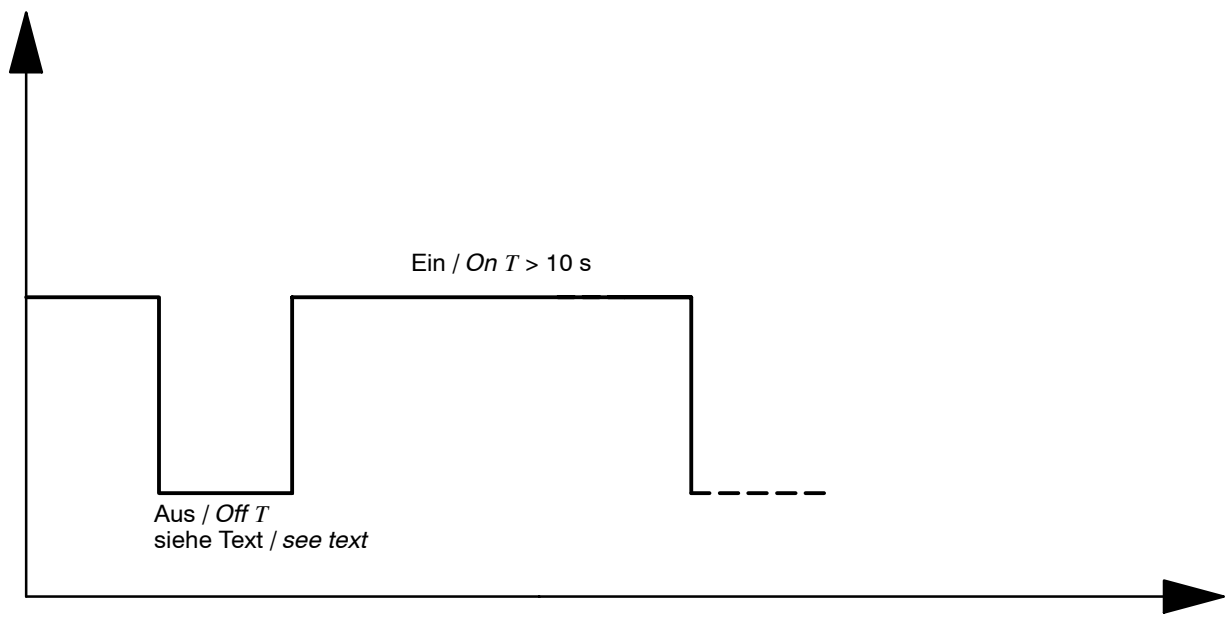


Bild 18 Prüfpuls Aus / An Busteilnehmer

ANMERKUNG Bei Bedarf sind zusätzliche Zeiten zwischen der BMW Group und Lieferant zu vereinbaren.

5.2.1.7.1 Brief off / on for bus nodes

The power on / wakeup characteristic of an electronic device or assembly with a businterface, immediately after the device is shutting down, is tested here.

Any subsequent switch on again may occur during operation in a vehicle and shall not lead to undefined behaviour (outside the specification).

DUT:

Device or assembly which will be send into sleep mode or will be waked up via bus command.

Measurement conditions:

The DUT is switched off by terminal state change or PowerDown request. Subsequently afterwards the DUT will be switched on by wakeup signal or terminal state change. The time between switch off and wakeup has to be varied at least using following durations: (5; 2; 1; 0.5; 0.4; 0.3; 0.2; 0.1) s. For each step an operational test ≥ 10 s shall be performed respective it has to be waited until the device has reached specified operation in respect to all interfaces (see Figure 18). For DUTs having more than one bus connection, beeing able to wake up or to send asleep, the behaviour has also to be tested against the functional specification (LH) taking the possible (asleep / wakeup) combinations into account.

Minimal 10 repetitions respective the combinatorics, which satisfies all relevant internal and external time constants (recommended: 24h test).

Figure 18 Test impulse Off / On bus nodes

NOTE Additional periods are to be agreed between BMW Group and supplier if required.

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Eine vollständige Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen muss nicht gegeben sein, es dürfen jedoch keine Fehlfunktionen im sicherheitsrelevanten Bereich ausgelöst, kein Fehlverhalten anderer Elektrik-/Elektronik-Baugruppen verursacht und keine nicht angewählten Funktionen ausgelöst werden. Steuergeräte mit Daten/Programmspeicher müssen die Integrität der Speicher nachweisen.

Fehlerspeichereinträge :

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 8	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 8	OK BI = 10	not OK BI = 5/6	not OK BI = 5/6

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

It is not essential that the electrical/electronic assemblies function in their entire capacity, however no malfunctioning is to be triggered in the safety-critical range, no improper behavior of other electrical/electronic assemblies is to be caused and no functions are to become operative without having been selected. Devices using memories for program/data have to prove integrity of memories.

Error memory entries (FS entries):

5.2.1.8 Spannungseinbrüche durch Zuschalten von elektrischen Verbrauchern

Bordnetzverbraucher müssen sich bordnetzverträglich verhalten. Kurzzeitige (transiente) Spannungseinbrüche auf dem Bordnetz dürfen zu keinen wahrnehmbaren, störenden Auswirkungen führen wie z.B. Lichtschwankungen. Dies gilt insbesondere für periodisch wiederkehrende Störungen.

Die zulässige Zuschaltung ist definiert als $di/dt < 100 \text{ A/s}$ bzw. siehe Bild 19 und 23.

Das zulässige Abschalten bzw. Rückspeisen ist definiert als $di/dt > -50 \text{ A/s}$.

5.2.1.8.1 Störungsverursacher

Rückwirkungen auf das Energiebordnetz sind auf unkritische Werte zu begrenzen. Überlagerungen bei gleichzeitiger Zuschaltung mehrerer Verbraucher sind zu berücksichtigen. Die in Abschnitt 5.2.1 definierten Grenzen des Betriebsspannungsbereichs sind bei reduzierter Pufferfähigkeit der Batterie (z.B. kalte, ältere Batterie) nur dann einhaltbar, wenn sich die Verbraucher im Anlauf nach Kategorie 1 bzw. in abgestimmten Einzelfällen nach Kategorie 2 verhalten (Bild 19). Das Zuschalten eines Kategorie 2 Verbrauchers führt bei defekter Batterie zum Bordnetzzusammenbruch. Näheres regelt auch das jeweilige Systemlastenheft "Energiebordnetz" für die einzelnen Baureihen.

a) Verbraucher-Klassifizierung nach ihrer Bordnetz-Rückwirkung

Das Zuschalten von einzelnen (oder mehreren) elektrischen Verbrauchern ab Kategorie 1 in Bild 19 führt bei noch startfähiger Batterie zu merkbaren Funktionsänderungen (Licht, Gebläse usw.) aufgrund der Spannungseinbrüche. Dies gilt insbesondere bei Motorleerlauf und der dort aktiven Generator load response.

Die Einordnung der Störverursacher erfolgt für die zwei Betriebszustände Worst-Case (bzgl. Strombedarf) und Normalzustand (die Einflussgrößen sind zu benennen) nach:

- Maximalstrom I_{\max} [A] bei $U_p = 14 \pm 0,2 \text{ V}$ (Bild 19)

5.2.1.8 Voltage drops due to additional switch-on of electrical loads

On-board net loads shall behave in a manner compatible to the on-board net. Short-term (transient) voltage drops on the on-board net shall not lead to perceptible, interfering effects like light fluctuations. This applies in particular to periodically recurring interferences.

The maximum acceptable switch on is specified for a $di/dt < 100 \text{ A/s}$ respectively see Figure 19 and 23.

The maximum acceptable decrease of load (also recuperation) is specified for $di/dt > -50 \text{ A/s}$

5.2.1.8.1 Sources for malfunction

Counter-effects on the on-board energy net shall be limited to uncritical values. Superimpositions at simultaneous additional switch-on of loads shall be considered. The operating voltage range defined in Subsection 5.2.1 is only achievable in combination with a reduced battery performance (e.g. cold, old) if the loads keep within the limits of category 1 respective in agreed individual cases within category 2 as shown in Figure 19. A switch on of a load categorized in 2 will lead to a breakdown of the electrical system in case of a worn out battery. More details may also be specified in the System-LH "Energiebordnetz" of the vehicle projects.

a) Load classification according to counter-effect on the on-board net

The switch on of a single (or multiple) electrical load(s) of category 1 in conjunction with a battery which is close to minimum cranking capability will lead to noticeable changes in functionality (light, fan etc.) because of the voltage drops. This happens in particular during idling because of the alternator load response reduction.

The classification of the malfunction sources is done via the two operating conditions "worst-case" (regarding current demand) and normal condition (the parameters shall be specified) according to:

- Maximum current I_{\max} [A] bei $U_p = 14 \pm 0,2 \text{ V}$ (Figure 19)

Für Verbraucher mit Leistungsregelung (leistungskonstante Verbraucher) ist I_{\max} bei der Spannung zu ermitteln, bei der tatsächlich der höchste Strom fließt.

- Ladungsmenge Q [As] (Bilder 20, 21 und 22)

Der Stromverlauf vom Einschalten bis zum Erreichen des stationären Wertes unter worst case Randbedingungen ist aufzuzeichnen (Die Abtastfrequenz der Messtechnik hat mindestens 1 kHz zu betragen). Der maximale Strom ist in Bild 19 einzutragen. Danach ist die Ladungsmenge entsprechend den Bildern 20, 21 und 22 zu bestimmen und ebenfalls in Bild 19 einzutragen.

BEISPIEL Ein Anlaufstromspitzenwert von 90 A und ein integrierter Strom von 1 As während des Anlaufs ergäbe die Koordinaten (1;90) und wäre im unzulässigen Bereich (Kategorie 2).

Loads with a power control have to determine I_{\max} at the voltage level the maximum current is drawn.

- Charge Q [As] (Figures 20, 21 and 22)

The worst case current run during switch on till the stationary value has settled has to be measured (Measurement has to be done with a minimum sampling rate of 1 kHz). Plot the maximum current value into Figure 19. Then calculate the integral of the current during startup according Figures 20, 21 and 22 and plot the value into Figure 19.

EXAMPLE A peak startup current of 90 A and an integrated current of 1 As during startup would give the coordinates (1;90) and would be classified within category 2.

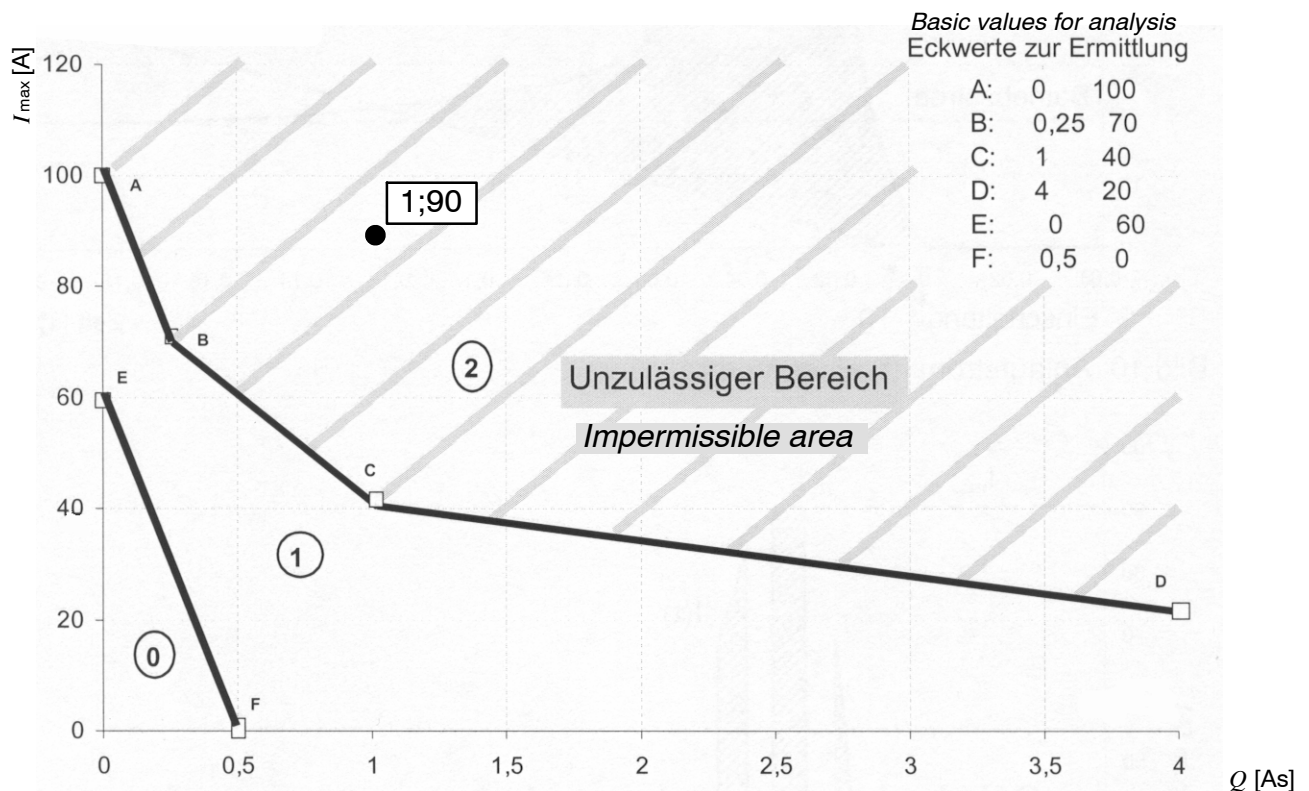


Bild 19

Figure 19

Tabelle 9

Table 9

Bewertung	Kategorie	Evaluation	Category
unkritisch	0	not critical	0
Probleme möglich, insbesondere bei Motorleerlauf oder Funktionsüberlagerungen.	1	Problems possible, in particular with engine idling or function superimpositions.	1
unzulässiger Bereich; Durch zusätzliche Massnahmen muss die Komponente min. in Kategorie 1 gebracht werden.	2	impermissible area; by implementation of additional measures the component shall be brought to at least category 1.	2

Beispiele zur Ermittlung der Ladungsmenge Q :

- $T_0 = 5$ ms (Totzeit des Generators)
- $dI/dt = 200$ A/s (geforderte Minstdynamik des Generators)
- Nach T_0 beginnt der Generator die Lastzunahme auszuregeln und entlastet die Batterie. Ab Schnittpunkt "S" kann der Strombedarf der Last vom Generator gedeckt werden. Die gestreifte Fläche ist die zu ermittelnde Ladungsmenge.

Examples for determination of the charge Q :

- $T_0 = 5$ ms ("Dead time" of generator)
- $dI/dt = 200$ A/s (required minimum dynamics of generator)
- After T_0 the generator responds to the new load demand and starts to unload the battery. Beginning from crossing point "S" the alternator will satisfy the load demand. The striped area represents the amount of charge to be calculated.

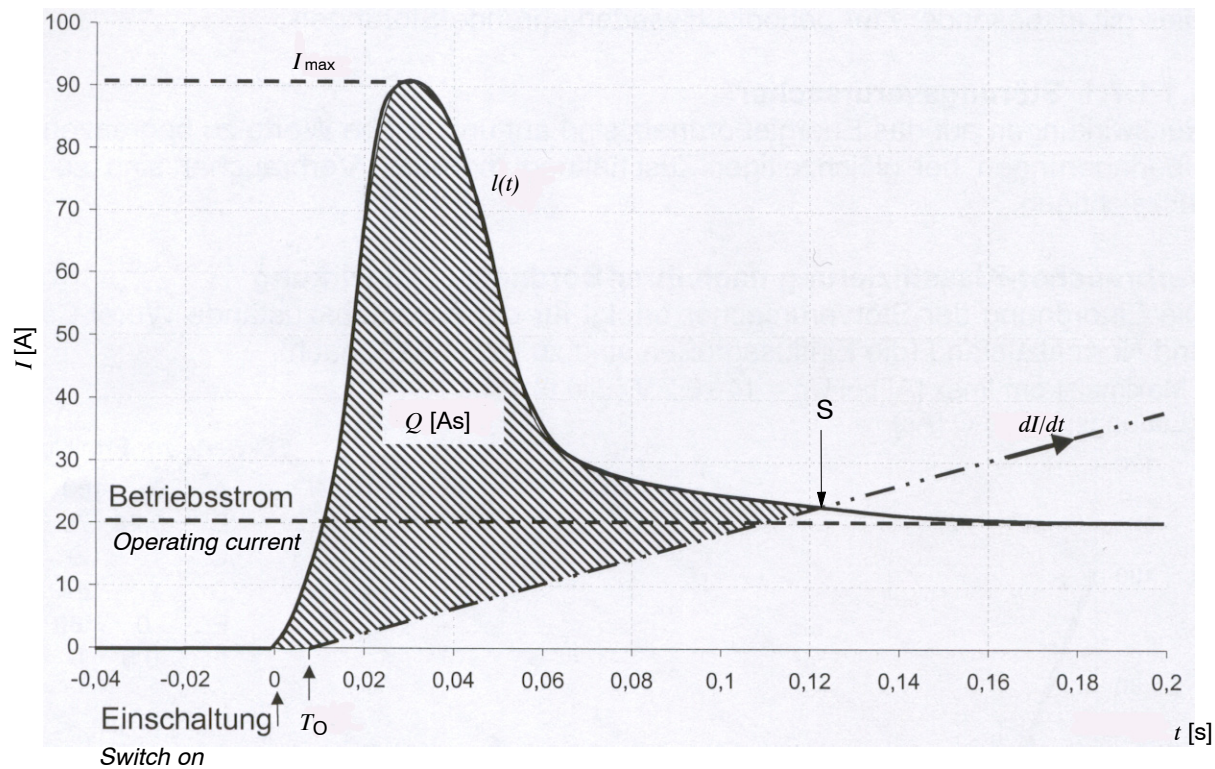


Bild 20 Anlaufstrom $I(t)$ eines Verbrauchers ($I_{\max} = 90$ A, $Q = 3,9$ As)

Figure 20 Starting current $I(t)$ of a load ($I_{\max} = 90$ A, $Q = 3.9$ As)

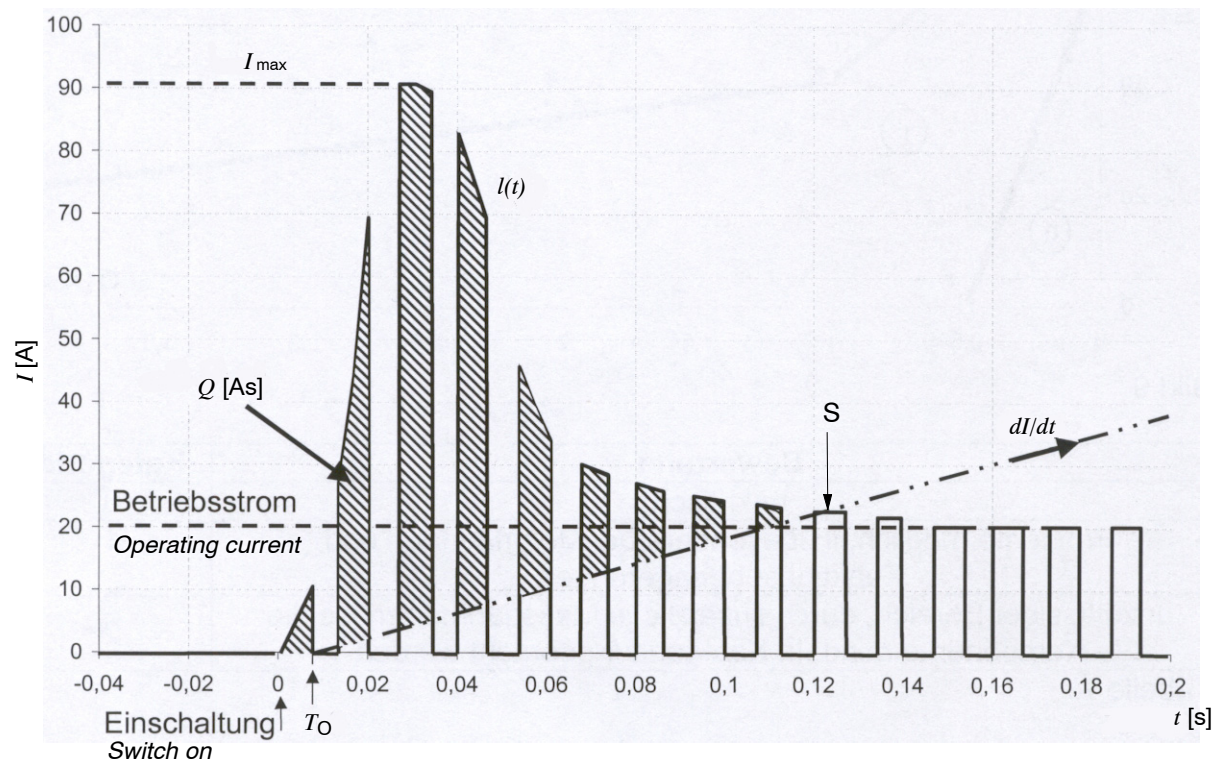


Bild 21 Anlaufstrom $I(t)$ eines getakteten Verbrauchers ($I_{\max} = 90$ A, $Q = 2,1$ As)

Figure 21 Starting current $I(t)$ of a clocked load ($I_{\max} = 90$ A, $Q = 2.1$ As)

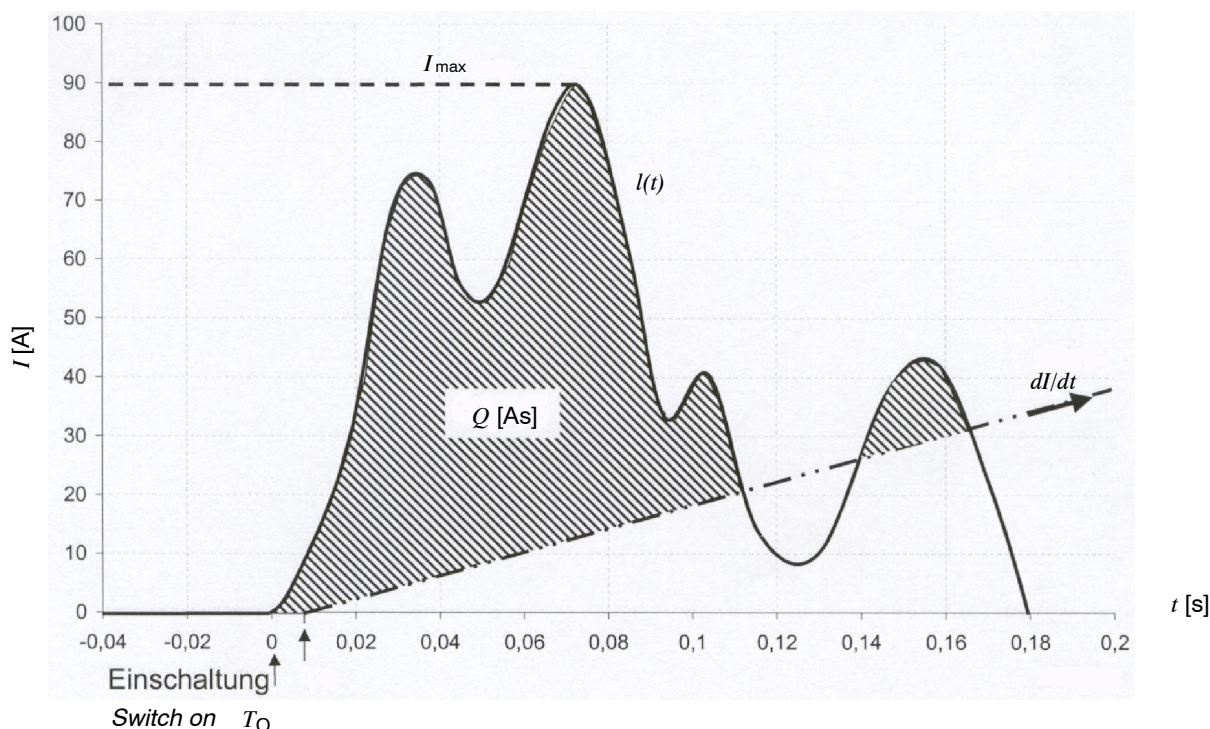


Bild 22 Anlaufstrom $I(t)$ eines geregelten Verbrauchers ($I_{\max} = 90 \text{ A}$, $Q = 5,3 \text{ As}$)

Figure 22 Starting current $I(t)$ of a controlled load ($I_{\max} = 90 \text{ A}$, $Q = 5,3 \text{ As}$)

b) Verbraucher-Klassifizierung aufgrund ihrer Taktung

Pulsweitenmoduliert (getaktet) oder periodisch angesteuerte Verbraucher und Verbrauchergruppen erzeugen regelmäßige Spannungseinbrüche mit der Grundfrequenz und ggf. überlagerte Spannungseinbrüche anderer Frequenzen (Interferenzen) aufgrund fehlender Synchronisierung. Unter Betriebsstrom ist der mittlere, maximale Strom in der an-Phase gemeint (Bild 24).

Wiederkehrende Spannungseinbrüche zeigen sich z.B. als Helligkeitsschwankungen im Licht.

Der unzulässige Frequenzbereich (Bild 23) definiert sich dadurch, dass die Wahrnehmbarkeit (akkustisch, optisch) hier besonders hoch ist.

b) Classification of switched loads according to switching frequency

Switched loads and switched multiple loads (PWM controlled single and multiple loads) or periodic driven loads generate permanently voltage drops. The voltage drops may be seen with the PWM fundamental frequency and other frequencies (interferences). The operating current is defined as the average maximum current during the on-time within the duty cycle (Figure 24).

Repeated voltage dips and drops e.g. will modulate the brightness of lights (flicker).

Within the impermissible frequency area (Figure 23) any changes (audible, visual) will be noticed in particular.

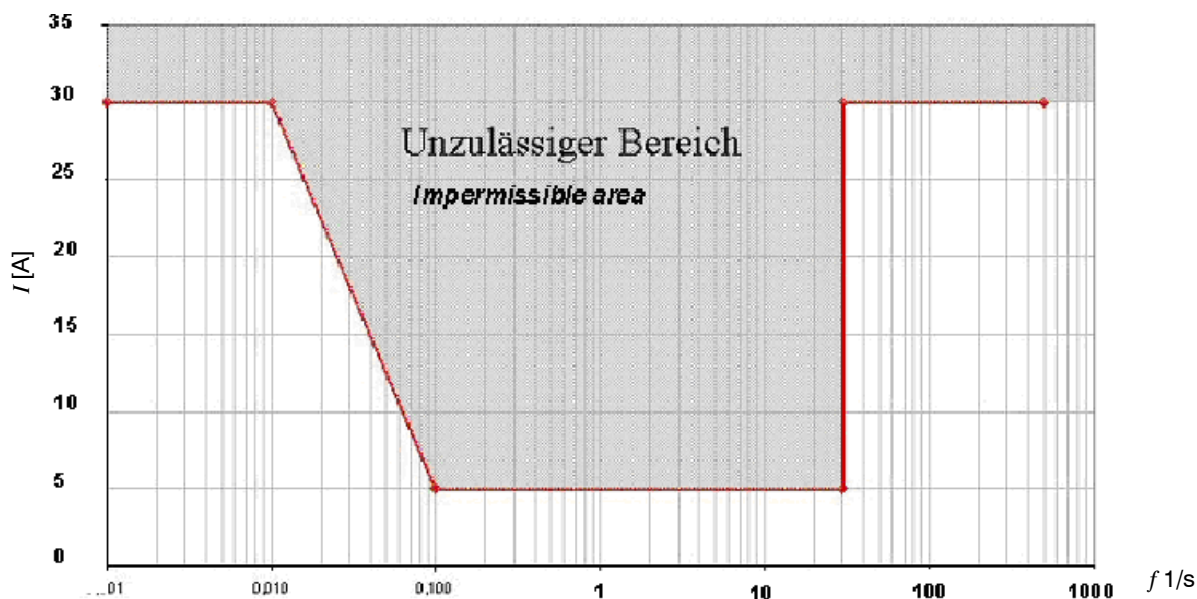


Bild 23 Unzulässiger Bereich PWM-Frequenz

Figure 23 Impermissible area PWM-frequency

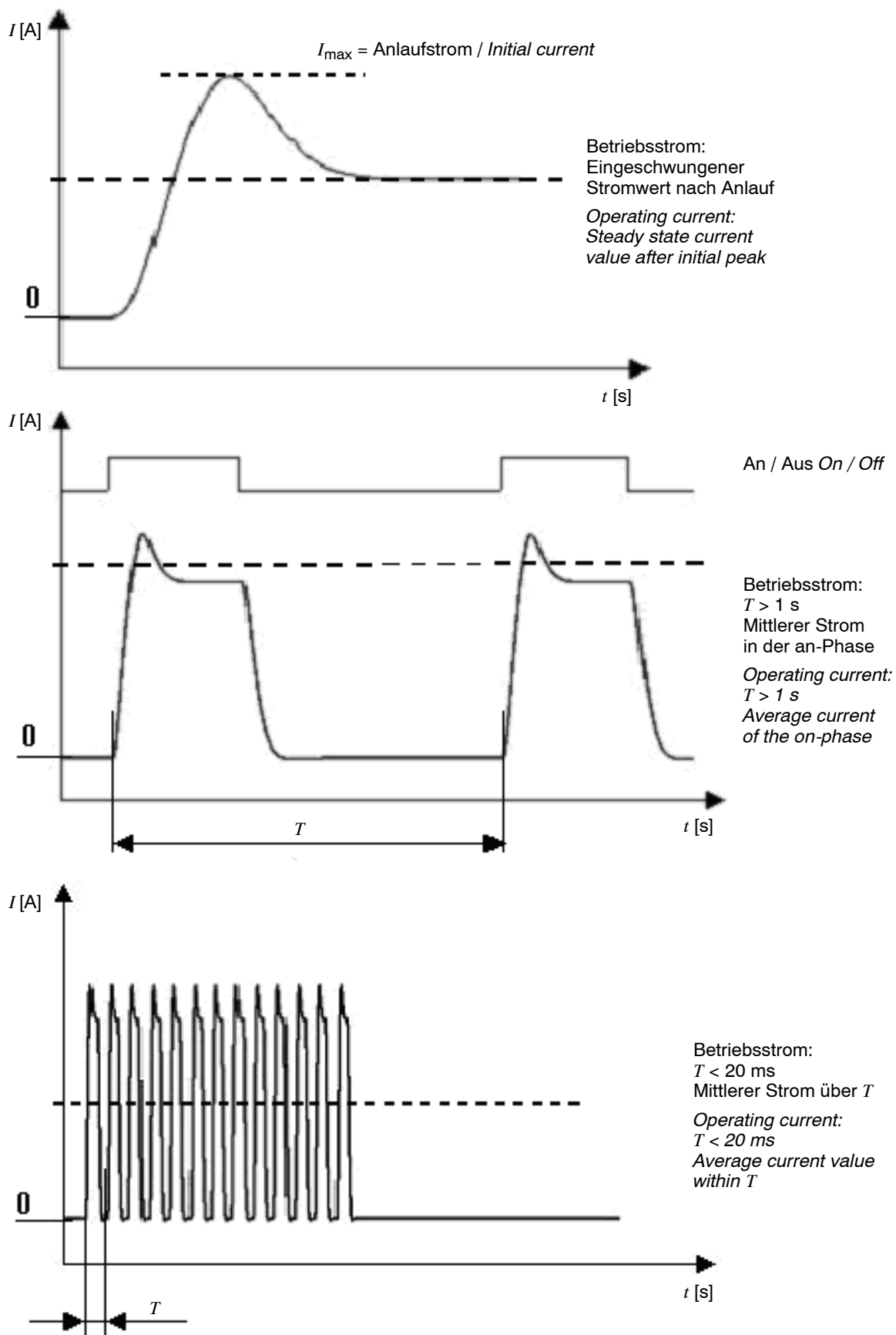


Bild 24 Definition Anlaufstrom / Betriebsstrom

Figure 24 Definition start-up (initial) current, operating current

5.2.1.8.2 Verhalten im BN-Fehlerfall

Spannungen außerhalb des Betriebsspannungsbereiches / Bordnetzstabilisierung

Sollten im Zuge von BN-Fehlfunktionen, z.B. Verlust von dämpfenden BN-Komponenten, die BN-Spannung außerhalb des normalen Betriebsbereiches liegen (transiente, periodische Schwankungen), müssen leistungsgeregelten Verbraucher für Spannungen $U_B < 9,5 \text{ V}$ ihren Strom sofort ($< 100 \text{ ms}$) proportional zur Spannung reduzieren (ohmsches Verhalten) oder andere geeignet, stabilisierende Maßnahmen ergreifen.

5.2.1.8.3 Bordnetzstabilitäts-Prüfbericht

Die Daten der Komponente sind im Rahmen eines Qualifikationsprüfberichts der Systemstelle für die Bordnetzstabilität bereitzustellen:

- Einordnung in Kategorien 0 bis 2 (Tabelle 9) mit Angabe von Ladungsmenge Q und maximalem Strom I_{\max} für die beiden Betriebszustände "Worst-Case" und "Normalzustand".
- Die Einflussgrößen die den Betriebszuständen "Worst-Case" und "Normalzustand" zugrunde liegen.
- Das Betriebsverhalten (Abschnitte 5.2.1.3.3, 5.2.1.5 und 5.2.1.8.2 muss eindeutig beschrieben werden.
- Regelfall: Die Randbedingungen für einen Regelfall (z.B. einer Fahrwerkskomponente) sind zu beschreiben: Was ist ein Regelfall, wie sieht der max. Regelfall aus?

5.2.1.9 Spannungsimpulse aufgrund Verbrauchsabschaltung

a) Negativer Spannungsimpuls auf geschalteter Versorgungsspannung

Versorgungsleitungen können in beliebiger Kombination (auch gemeinsam) mit Spannungspulse aufgrund Schaltens von induktiven Lasten beaufschlagt sein.

ANMERKUNG Es wird das Abschaltverhalten einer induktiven Last nachgebildet. Die Prüfung ist vor allem bei Baugruppen mit mehreren Versorgungsspannungen relevant, von denen mindestens eine davon abgeschaltet werden kann. Die Prüfung wird dabei für jede Versorgungsleitung einzeln durchgeführt.

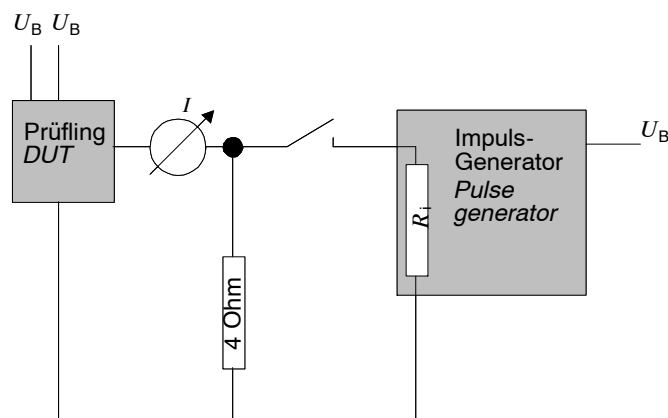


Bild 25 Prüfaufbau

5.2.1.8.2 Behaviour in case of defect of board net (BN)

Voltages not lying within the operating voltage range / board net stabilization

If in case of BN malfunctions, e.g. loss of damping BN components, the BN voltages leave the normal operating range (transient, periodic fluctuations), power-controlled loads for voltages $U_B < 9.5 \text{ V}$ shall immediately ($< 100 \text{ ms}$) reduce their current proportional to the voltage (ohmic behavior) or other suitable measures shall be taken.

5.2.1.8.3 On-board net stability test report

The data of the component shall be prepared within the frame of a qualification test report issued by the systems department responsible for on-board net stability:

- Assignment to the categories 0 to 2 (Table 9) with specification of the charge Q and the maximum current I_{\max} for the two operating conditions "worst-case" and "normal condition".
- The parameters on which the operating conditions "worst-case" and "normal condition" are based on.
- The operating behavior (Subsections 5.2.1.3.3, 5.2.1.5 and 5.2.1.8.2) shall be described precisely without ambiguity.
- Standard condition: The constraints for a standard condition (e.g. of a running gear component) must be described: What is a standard condition, how does the max. standard condition look like?

5.2.1.9 Voltage impulses due to switch-off of loads

a) Negative voltage impulse on switched supply voltage

Supply lines may experience in parallel or in any combination voltage pulses injected by inductive loads.

NOTE The switch-off behavior of an inductive load is simulated. This test applies especially to assemblies with several supply voltages of which at least one can be switched off. The test has to be applied separately to each supply line (wire).

Figure 25 Test set up

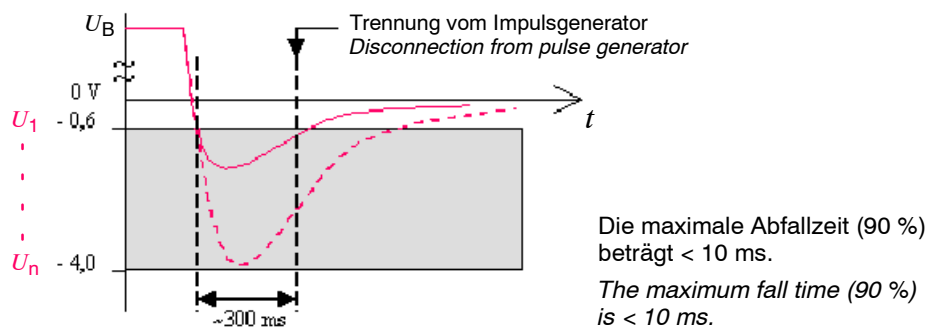


Bild 26 Abschaltimpuls 1

Figure 26 Switch off impulse 1

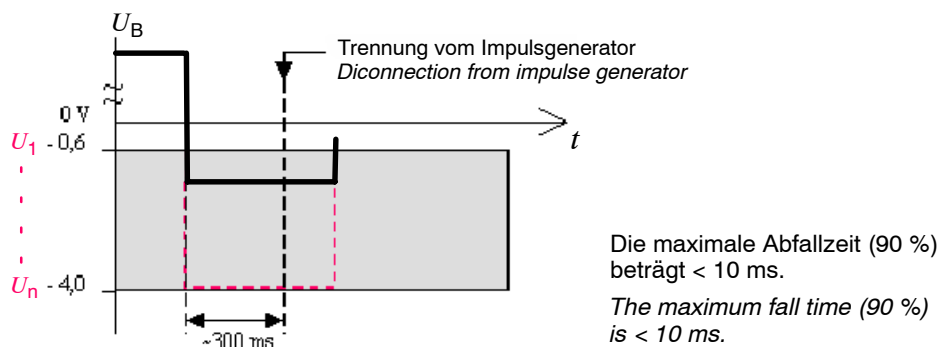


Bild 27 Abschaltimpuls 2

Figure 27 Switch off impulse 2

Prüfdurchführung:

Zustandsübergang der Spannung von U_B auf einen Wert nach U_1 bis U_n von -0,4, -0,6, -0,8, -1,5, -2,3, -4,0 für $200 \text{ ms} < t < 1 \text{ s}$. $R_i = 1 \text{ m}\Omega$. Die Spannungswerte $U_1 \dots U_n$ sind nacheinander zu prüfen.

Der Prüfling ist nach Ablauf der Zeitspanne für den negativen Spannungswert vom Impulsgenerator zu trennen.

Der Prüfling bleibt mit der Bordnetzsimulation verbunden.

Die geschalteten Versorgungseingänge von elektronischen Baugruppen werden bei maximal zulässiger Umgebungstemperatur und maximaler Verlustleistung der Baugruppe mit mindestens 10 Impulsen je Spannungswert innerhalb 10s beaufschlagt.

Für Verbraucher, die funktionsbedingt nur kurze Einschaltzeiten haben ist dieser Test gesondert zu spezifizieren.

Beurteilung:

- Keine bleibende Fehlfunktion der Baugruppe (Stromaufnahme, Sleep-Mode)
- Keine Rückbestromung durch die Baugruppe in die Bordnetzsimulation nach der Trennung vom Impulsgenerator

Test procedure:

Transition of the voltage from U_B to a value after U_1 to U_n of -0,4, -0,6, -0,8, -1,5, -2,3, -4,0 for $200 \text{ ms} < t < 1 \text{ s}$. $R_i = 1 \text{ m}\Omega$. The voltage values $U_1 \dots U_n$ shall be tested in succession.

After the time interval for the negative voltage value has elapsed, the specimen is disconnected from the impulse generator.

The specimen remains connected to the simulation of the vehicle electrical system.

The switched supply inlets of electronic assemblies are subjected to at least 10 impulses per voltage value within 10s at max. permitted ambient temperature and max. power dissipation of the assembly.

This test has to be specified especially for loads which operate at only short intervals.

Evaluation:

- No permanent malfunction of the assembly (current draw, sleep-mode)
- No inverse current through the assembly into the on-board electrical simulation after cut-off from the impulse generator.

b) Niederohmiger Spannungsimpuls auf Ladeleitung

ANMERKUNG Diese Prüfung ist anzuwenden, wenn Verbraucher auf die Ladeleitung geschaltet sind.

Impulsbeschreibung:

Impulsform: siehe Bild 28 (Rechteck)
Amplitude: 50 V
Innenwiderstand: ca. 1 mΩ

Prüfdurchführung:

Doppelimpulse, Impulsabstand 500 ms, min. 1 mal

Beurteilung:

Keine bleibende Fehlfunktion / Zerstörung der Baugruppe

b) Low-resistance voltage impulse on charge wire

NOTE This test shall be applied if loads are switched to the charge wire.

Impulse description:

Impulse form: see Figure 28 (rectangle)
Amplitude: 50 V
Internal resistance: approx. 1 mΩ

Test procedure:

Double impulse; impulse interval 500 ms, min. 1 double pulse

Evaluation:

No permanent malfunction / destruction of assembly

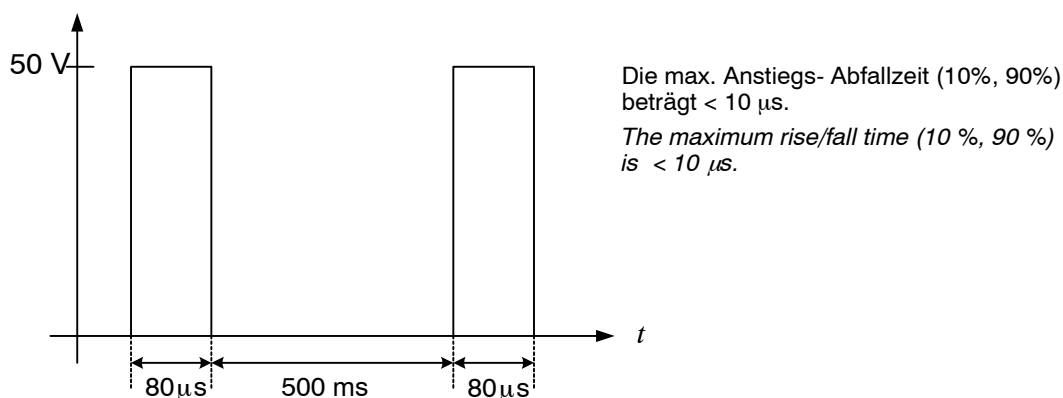


Bild 28 Doppelimpulse, niederohmig

Figure 28 Double impulses, low-resistance

5.2.1.9.1 Abschalten und Rückspeisen

Verbraucher, die mehr als 15 A rückspeisen können, sind mit der Fachstelle "Systemdesign Energiebordnetz" abzustimmen. Rückspeisungen mit Stromsteilheiten von $dI/dt > 100$ A/s sind nicht zulässig.

5.2.1.9.1 Switch-off and recuperate

Loads which may recuperate more than 15 A shall be agreed with the specialist department "System Design Power Network". Recuperation exceeding a current slew rate of more than 100 A/s is not allowed.

5.2.1.10 Isolationswiderstand

Galvanisch getrennte Anschlüsse müssen zueinander einen Isolationswiderstand von $R_{ISO} \geq 1$ MΩ bei einer angelegten Prüfspannung von 500 V- haben. Prüfung des Isolationswiderstandes nach einer Feuchte-Wärme-Prüfung entsprechend GS 95003-4. Vor Beginn der Messung die Baugruppe zuerst 0,5 Stunden ablüften.

5.2.1.10 Insulation resistance

Electrical isolated parts shall have an insulation resistance of $R_{ISO} \geq 1$ MΩ with respect to one another with an applied test voltage of 500 V-. The test is to be conducted following one of the damp heat tests as per GS 95003-4. Before starting the test, first ventilate the assembly for 0.5 hours.

5.2.2 Ruhestromaufnahme

Die Ruhestromaufnahme muss entsprechend der Klassifizierung der Komponente / des Steuergeräts (s.u.) eingehalten werden.

Alle Steuergeräte, auch an nicht dauerversorgten Klemmen, haben den vereinbarten Ruhestromwert schnellstmöglich zu erreichen.

5.2.2 Quiescent current

The quiescent current shall not exceed the value according to the classification of the device or system given below.

All devices including those connected to not permanent engaged supply terminals shall reduce the power consumption as soon as possible to the agreed quiescent current value.

ANMERKUNG Klemme 30-Verbraucher¹⁾ mit BUS-Kommunikation müssen nach Diagnose 9Bh-Telegramm bzw. 310500 Telegramm (siehe Diagnose-Lastenhefte) sofort in den "Power Down Mode" übergehen.

NOTE Terminal 30 loads¹⁾ with BUS communication shall switch over immediately in "power down mode" in accordance with Diagnosis 9Bh-Telegramme (see Diagnosis Technical Specifications/Lastenhefte).

1) Klemme 30, 30b, 30f, 30g.

1) Terminal 30, 30b, 30f, 30g.

Definition:

- a) Strombedarf elektrischer Systeme (ein oder mehrere Geräte, inclusive angeschlossener Peripherie) über alle Leitungen bei abgestelltem Fahrzeug (Zündschlossstellung "0", Zündschlüssel abgezogen, Steuergeräte im Sleep Mode).
- bei $U_{\text{Batt}} = 12,5 \text{ V}$, konstant vorhanden d.h. auch nicht dauer-versorgte Klemmen werden hier dauer-versorgt.
 - Temperaturbereich - 10 °C bis + 40 °C,
 - gemittelt über 12 Stunden.

ANMERKUNG Die vereinbarten Maximalwerte für Ruhestromaufnahme Gesamtfahrzeug sind dem jeweiligen (für die Baureihe gültigem) "Systemlastenheft Energiebordnetz" zu entnehmen.

- b) Unter Berücksichtigung der Gesamtstrombeanspruchung sind von der Fachstelle für "Systemdesign Energiebordnetz" festzulegen und zu genehmigen:
- Grenzwertüberschreitungen,
 - Erweiterung der Klassifizierung einzelner Systeme,
 - Änderung der Klassifizierung.

Die Einhaltung der Grenzwerte liegt im Verantwortungsbe-reich der Komponente, die durch Aktivieren des Systems den Energieverbrauch auslöst.

Klassifizierung:

Abgrenzung Standverbraucher und Ruhestrom: Stand-verbraucher können vom Kunden aus Gründen der Sicherheit oder des Komforts aktiviert werden. Die Nutzungsdauer der gewählten Funktion ist durch die Kategorie unterschiedlich zeitlich begrenzt und verfügbar. Z. B. sind Funktionen wie Standheizung / -Lüftung, Innenlicht und Telefon mit Timerab-schaltung, Wiederholsperr und Unterspannungsabschal-tung zu versehen.

Energiebedarfe bei Nachläufen und bei Funktionen bei ver-lassenem Fahrzeug sind gesondert mit der Fachstelle "Sys-temdesign Energiebordnetz" zu vereinbaren.

- Klasse I** - Steuergeräte mit einer oder mehreren uner-lässlichen permanenten Funktionen
Mittlere $I_R \leq 1,0 \text{ mA}$ ohne zeitliche Begren-zung
Zulässige Funktionen sind Funktionen zur Fahrzeuginbetriebnahme oder zum Erken-nen einer in diesem Zusammenhang abge-stimmten Benutzeranforderung (z. B. Uhr-zeit, Batterieüberwachung, Diebstahl-schutz, Schließsysteme, Lichtschalter und Fernbedienungsdienste).
- Klasse II** - Steuergeräte mit prinzipbedingtem Leck-strom (z. B. Speichererhaltung)
Mittlere $I_R \leq 0,1 \text{ mA}$
- Klasse III** - Steuergeräte mit prinzipbedingtem Leck-strom (z. B. Leistungs-FET)
Mittlere $I_R \leq 0,2 \text{ mA}$

Definition:

- a) The current consumption of electrical systems (one or more devices, including connected peripherals) via all li-nes, with the vehicle parked (ignition lock position "0", igni-tion key removed, control units in sleep mode).
- at $U_{\text{Batt}} = 12,5 \text{ V}$, the determination of the current consumption will be done with supply terminals engaged (valid also for not permanent engaged terminals)
 - temperature range - 10 °C to + 40 °C,
 - average over 12 hours.

NOTE Requirements for current consumption within the complete vehicle are to be taken from the "system require-ment specification Energiebordnetz" agreed upon the vehi-cle project.

- b) Taking overall current load into account, the following items are to be established and approved by the specialist de-partment "System Design Power Network":
- exceeding limit values,
 - extending classification of individual systems,
 - change of classification.

The observance of limit values for current consumption is in responsibility of that component activating the system.

Classification:

Differentiation between quiescent current and loads during parking: Loads may be activated by user during parking by reasons of safety or comfort. Dependant on the category of the selected function the availability and time limitation differs. E. g. functions like engine-independent heating / ventilation systems, interior light and phone shall incorporate an undervoltage switch-off, denial of repetition and a time limitation.

Energy demands during time-lag of electric / electronic components and functions after the vehicle has been left, have to be agreed separately with the department "System Design Power Network":

- Class I** - ECUs with essential full-time function.
Mean $I_R \leq 1.0 \text{ mA}$ without temporal limiting
Permitted functions are functions for putting vehicle into service or to recognise an agreed user demand in this spirit (e.g. time of day, battery monitoring, anti-theft protection, locking systems, light switch, clock and remote control services).
- Class II** - Control units with principle-related leakage current (permanently maintain values in memory)
 $I_R \leq 0.1 \text{ mA}$ (average)
- Class III** - Control units with principle-related leakage current (permanently maintain values in Power-FETs).
 $I_R \leq 0.2 \text{ mA}$ (average)

5.3 Zerstörungsfreier elektrischer Bereich

Definition:

Der zerstörungsfreie elektrische Bereich beschreibt alle Spannungen an Ein- (auch Versorgung) und Ausgängen, die während des Betriebs und im abgeschalteten Zustand vorkommen dürfen, ohne Schäden zu verursachen.

ANMERKUNG Innerhalb des zerstörungsfreien elektrischen Bereichs müssen Funktionen wie z.B. Motorstart bei Jump-Startbedingungen mindestens Funktionsklasse C erfüllen.

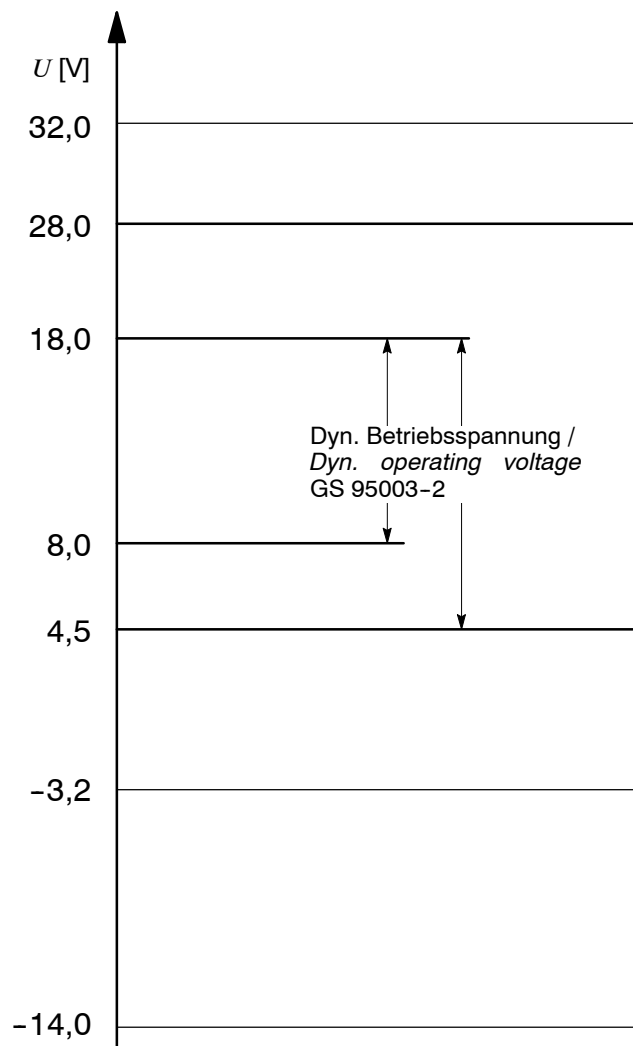


Bild 29 Zerstörungsfreier Bereich, Übersicht

Für Steuergeräte direkt an der Ladeleitung gilt zusätzlich Abschnitt 5.2.1.9.1.

5.3 Non-destructive electrical range

Definition:

Non-destructive electrical range comprises all possible voltages at inputs (also supply) and outputs that may occur during operation or in switched off mode without causing damage.

NOTE Within the non-destructive electrical range, functionalities like e.g. start of internal combustion engine during jump start conditions are required and assessed to comply with functional state C.

Load dump (250 ms)

Jump start (15 s)

Betriebsspannung $U_{\max d}$ (200 ms)

Max. dynamic operating voltage $U_{\max d}$ (200 ms)

Betriebsspannung $U_{\min d I, II}$ (100 ms)

Min. dynamic operating voltage $U_{\min d I, II}$ (100 ms)

Verpolung I (60 s)

Reverse polarity I (60 s)

Verpolung II (60 s)

Reverse polarity II (60 s)

Figure 29 Non-destructive electrical range, overview

ECUs connected directly to the charge wire see Subsection 5.2.1.9.1 in addition.

5.3.1 Schnelladegeräte / Jump Start

Während der Distribution oder auch in Werkstätten kann eine Starthilfe mit einem 24 V System erfolgen.

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

Meßbedingungen:

Die Komponenten mit Originalverschaltung aller Ein- und Ausgänge werden mit dem Prüfimpuls beaufschlagt. Am Fahrzeug wird mit einer nicht mehr startfähigen Batterie mit-hilfe von zwei in Reihe geschalteten 12V Blei-Batterien (Bat-terie mit Raumtemperatur) mit mindestens 2 mal 90 Ah und einem Ladezustand von größer 80 % mit 70 mm² Starthilfekabel (Länge des Einzelkabels 2 m) Starthilfe gegeben.

Testdauer 3 Zyklen.

5.3.1 Quick chargers / jump start

During process of distribution or in a garage start aid may be done with help of a 24 V system.

DUT:

Device, assembly or system

Measurement conditions:

The components with inputs and outputs, wired representative are superimposed with the test pulse. Test at the car (with a battery not capable to get the internal combustion engine started) will be done with two 12 V lead acid batteries (batteries at room temperature, minimum 90 Ah nominal capacity and a state of charge greater than 80 %) in series connected to the vehicle with a 70 mm² start aid cable (length of a single cabel 2 meters).

Test duration 3 cycles.

$16\text{ V} \leq U_B \leq 28\text{ V}$

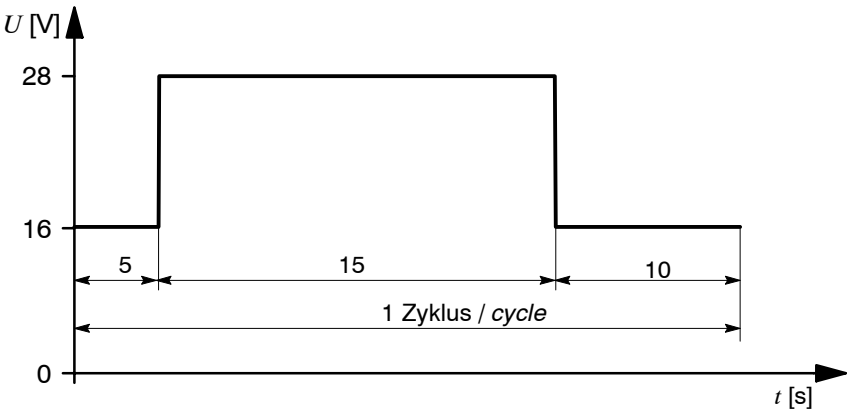


Bild 30 Prüfimpuls 3

Figure 30 Test impulse 3

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Ein Start des Verbrennungsmotors muss möglich sein.

Eine vollständige Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen muss nicht gegeben sein, es dürfen jedoch keine Fehlfunktionen im sicherheitsrelevanten Bereich ausgelöst, kein Fehlverhalten anderer Elektrik-/Elektronik-Baugruppen verursacht und keine nicht angewählten Funktionen ausgelöst werden.

Fehlerspeichereinträge:

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

The start of the internal combustion engine has to be possible.

It is not essential that the electrical/electronic assemblies function in their entire capacity, however no malfunctioning is to be triggered in the safety-critical range, no improper behavior of other electrical/electronic assemblies is to be caused and no functions are to become operative without having been selected.

Error memory entries (FS entries):

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unter-spannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Über-spannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS en-tries	FS entries indi-cating low vol-tage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 8	n.i.O. BI = 5/6	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 8	not OK BI = 5/6	OK BI = 10	not OK BI = 5/6

5.3.2 Load Dump-Impulse

Einstellwerte zur Durchführung der Prüfung:

Ein Abwurf einer elektrischen Last in Verbindung mit einer Batterie mit reduzierter Pufferfähigkeit führt aufgrund der Generatoreigenschaften zu einem energiereichen Überspannungspuls.

Prüfling:

Komponente oder (Teil)-System

Meßbedingungen:

Der Prüfling wird an die Spannungsquelle angeschlossen. Im System wird mit dem Originalkabelbaum geprüft (ohne Batterie).

5.3.2 Load dump impulses

Parameters for test performance:

Due to a sudden drop of an electrical load in combination of a battery with limited charge acceptance and the loaded alternator a high energy overvoltage pulse will happen.

DUT:

Device, assembly or system

Measurement conditions:

The DUT is connected to the voltage source. Tests within a system will use the original wire harness (battery not connected).

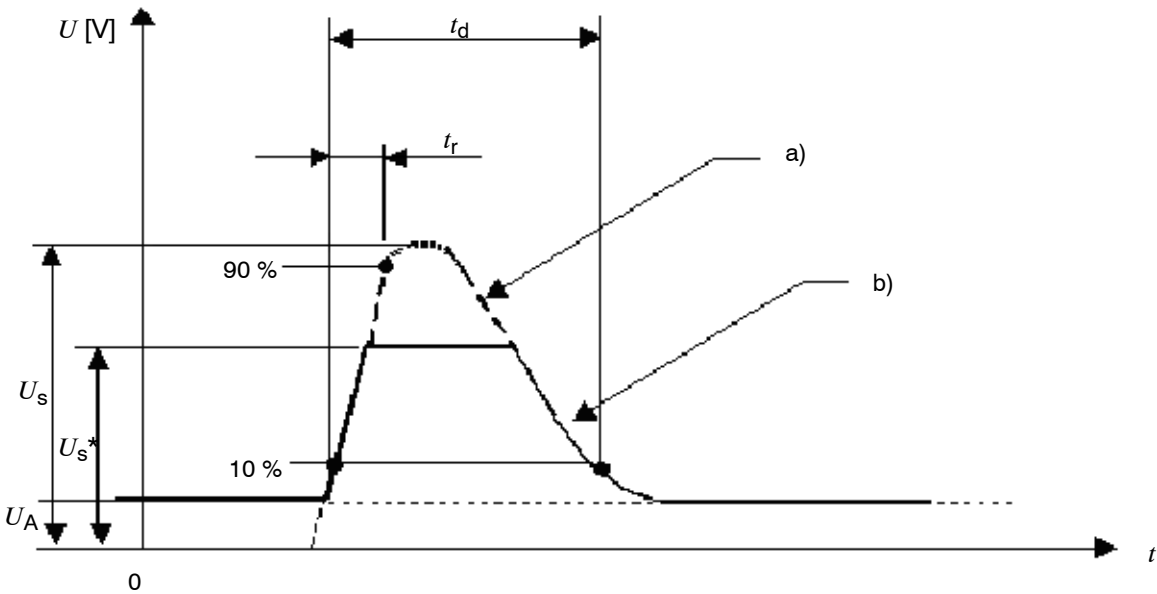


Bild 31 Prüfpuls 5a, 5b

Figure 31 Test pulse 5a, 5b

Tabelle 10

Table 10

Prüfpulse ¹⁾ Test pulse ¹⁾	Einstellwerte Parameters		Mindest-Prüfumfang Minimum Test Requirements
	Schärfegrad 3 Severity level 3	Schärfegrad 4 Severity level 4	
5a ²⁾	$R_i = 2 \Omega$ $t_d = 250 \text{ ms}$ $t_r = 10 \text{ ms}$ $U_s = 80 \text{ V}$ $U_A = 13,5 \text{ V}$	$R_i = 1 \Omega$ $t_d = 400 \text{ ms}$ $t_r = 10 \text{ ms}$ $U_s = 80 \text{ V}$ $U_A = 13,5 \text{ V}$	10 Impulse im Abstand von 1 Minute 10 pulses at 1 Minute intervals
5b	$R_i = 2 \Omega$ $t_d = 250 \text{ ms}$ $t_r = 10 \text{ ms}$ $U_s^* = 32 \text{ V}$ $U_A = 13,5 \text{ V}$	$R_i = 1 \Omega$ $t_d = 400 \text{ ms}$ $t_r = 10 \text{ ms}$ $U_s^* = 32 \text{ V}$ $U_A = 13,5 \text{ V}$	1 Impuls 1 pulse
<div>1) Die Amplituden der Prüfpulse werden am Impulsgenerator ohne Last eingestellt (Toleranz +10 % -0 %).</div> <div>2) Prüfpuls 5a muss nur an dem Gerät angewandt werden, das den zentralen Loadumpschutz beinhaltet.</div>			
<div>1) The amplitudes U_s and U_s^* of the test pulses are set with the test pulse generator off-load with tolerances within +10 % - 0 %.</div> <div>2) Test pulse 5a need only be applied to the device containing the central load dump protection.</div>			

ANMERKUNG U_s und U_s^* sind auf Null bezogen!
Minimalanforderung: Schärfegrad 3

NOTE U_s und U_s^* are referenced from zero!
Minimal requirement: severity level 3

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C erfüllen.

Eine vollständige Funktion der Elektrik-/Elektronik-Baugruppen muss nicht gegeben sein, es dürfen jedoch keine Fehlfunktionen im sicherheitsrelevanten Bereich ausgelöst, kein Fehlverhalten anderer Elektrik-/Elektronik-Baugruppen verursacht und keine nicht angewählten Funktionen ausgelöst werden.

Fehlerspeichereinträge:

Keine FS-Einträge	FS-Einträge, die Unterspannung zum Inhalt haben	FS-Einträge, die Überspannung zum Inhalt haben	Sonstige FS-Einträge	No FS entries	FS entries indicating low voltage detection	FS entries indicating overvoltage detection	Any FS entries
i.O. BI = 8	n.i.O. BI = 5/6	i.O. BI = 10	n.i.O. BI = 5/6	OK BI = 8	not OK BI = 5/6	OK BI = 10	not OK BI = 5/6

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

It is not essential that the electrical/electronic assemblies function in their entire capacity, however no malfunctioning is to be triggered in the safety-critical range, no improper behavior of other electrical/electronic assemblies is to be caused and no functions are to become operative without having been selected.

Error memory entries (FS entries):

5.3.3 Verpolung

Es wird die Beständigkeit des Prüflings gegen den verpolten Anschluss einer Batterie bei Fremdstarthilfe oder bei falschen Einbau geprüft. Eine Verpolung kann öfters als nur ein mal vorkommen.

Alle Ein- und Ausgänge sind entsprechend dem Fahrzeug (inkl. Sicherung) zu beschalten.

ANMERKUNG 1 Ist eine Komponente hinter einem (monostabilen) Relais, das nur bei unverpolter Spannung an ist (siehe hierzu ANMERKUNG 2) angeschlossen, gelten kürzere Zeiten für die Verpolfestigkeit der Versorgungsspannungseingänge. Dies gilt je nach Verschaltung ggf. auch für die restlichen Ein- und Ausgänge.

ANMERKUNG 2 Das Relais muss bei verpolter Spannung geöffnet bleiben. Liegt zunächst die unverpolte Spannung an, ist bei verpolter Spannung das Relais innerhalb < 5 ms zu öffnen.

5.3.3 Protection against polarity reversal

The resistance of the test specimen against polarity reversal during jump start shall be tested in this case. Polarity reversal may happen not only once.

Wiring of all inputs and outputs shall be as specified for the respective vehicle (incl. fuse).

NOTE 1 A device connected behind a (monostable) relay output which may be engaged only with proper polarisation (see for this NOTE 2) of supply need not to prove individually the robustness against polarity reversal. This may also be the case of the other inputs and output depending on the interconnection.

NOTE 2 The relais has to stay open during polarity reversal. In case the relay is already engaged and subsequently polarity reversal happens, the relay has to open the branch within < 5 ms.

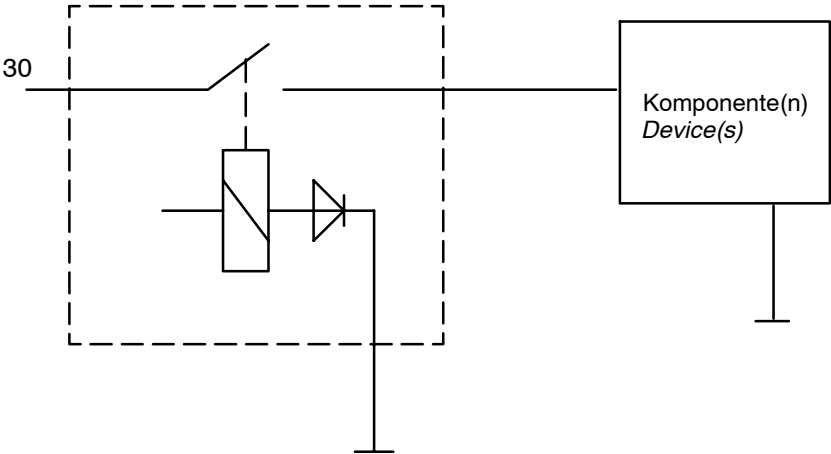


Bild 32 Verpolschutzrelais

Figure 32 Relais for polarity reversal protection

5.3.3.1 Verpolung allgemein

- 14 V (am Stecker des Prüflings)

5.3.3.1 Protection against polarity reversal generally

- 14 V (at the connector of the DUT)

5.3.3.2 Verpolschutz Halbleiter-Leistungsschalter

ANMERKUNG Die Spannung im Bordnetz wird bei Verpolung durch den Generatorgleichrichter (zwei Dioden in Serie) geklemmt. In der Praxis stellen sich am Stromverteiler Spannungswerte bis max. - 3,2 V ein. Bei abgesichertem Generator bzw. abgesicherter Ladeleitung (d.h. zwischen den Generatordioden und der Batterie ist ein Schutzelement, das bei Verpolung oder Überstrom die Klemmfunktion unterbrechen kann) ist die Verpolung nach Abschnitt 5.3.3.1 zu prüfen.

- 3,2 V (am Stromverteiler)

5.3.3.2 Protection against polarity reversal for semiconductor power circuits

NOTE A reversal of polarity in the vehicle network will be clamped by the generator bridge rectifier circuit (equals two diodes in series). In practice, voltage values up to max. -3.2 V will settle at the current distributor. With a protected generator (resp. a fused connection between alternator diodes and the battery terminals) polarity reversal is to be tested according to Subsection 5.3.3.1.

- 3.2 V (on power distribution box)

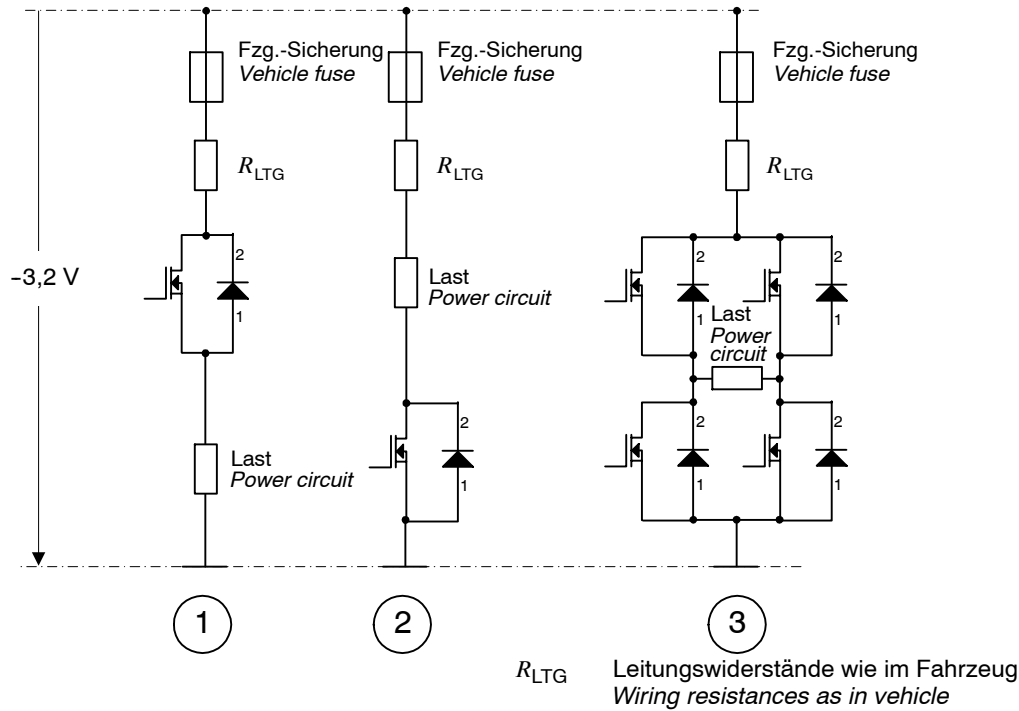


Bild 33 Beispiele für Halbleiter-Lastschaltkreise

Figure 33 Examples for semiconductor power circuits

Tabelle 11

Table 11

Prüfung nach Abschnitt <i>Test according to Subsection</i>	Einstellwerte <i>Parameters</i>		Mindest-Prüfumfang <i>Minimum Test Requirements</i>
		Komponente hinter Relais <i>Device behind relays</i>	
5.3.3.1	$U_B = 14,0 \text{ V}$ $R_i < 100 \text{ m}\Omega$ $T = 60 \text{ s}$	$U_B = 14,0 \text{ V}$ $R_i < 100 \text{ m}\Omega$ $T = 8 \text{ ms}$	Spannung am Stecker des Prüflings anlegen. Mindestanzahl 3 Pulse. Die Zeit zwischen den Pulsen darf max. 5 Minuten betragen. <i>Voltage applied at the DUT connector. Minimum 3 pulses. Time between pulses max. 5 minutes.</i>
5.3.3.2	$U_B = 3,2 \text{ V}$ $R_i < 100 \text{ m}\Omega$ $T = 60 \text{ s}$	$U_B = 3,2 \text{ V}$ $R_i < 100 \text{ m}\Omega$ $T = 8 \text{ ms}$	Spannung am Stromverteiler anlegen. Zwischen dem Stromverteiler und dem Prüfling ist der originale Fahrzeugkabelbaum zu verwenden oder nachzubilden. Mindestanzahl 3 Pulse. Die Zeit zwischen den Pulsen darf max. 5 Minuten betragen. <i>Apply voltage at the power distribution box. Between distribution box and DUT the original wire harness has to be used. Minimum 3 pulses. Time between pulses max. 5 minutes.</i>

Die Robustheit gegen Verpolung gilt auch für beliebige Spannungswerte innerhalb von 0 V bis zu den in der obigen Tabelle beschriebenen max. Werte.

Robustness against polarity reversal has also be given within the range of 0 V to the maximum values given in the table above.

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C, ggf. D erfüllen.

Während der Beaufschlagung mit der Störgröße dürfen keine sicherheitskritischen Funktionen ausgelöst und keine versteckten Schäden erzeugt werden. Sicherungen dürfen auslösen. Nach dem Ende der Beaufschlagung (und ggf. Sicherungstausch) mit der Störgröße erfüllt die Baugruppe alle Funktionen.

Führt dieser Test zu einer Veränderung von Bauteile- oder Geräteeigenschaften, ist dies nur im Rahmen der im LH beschriebenen Toleranzen zulässig.

5.3.4 Unterbrechung

Eine Baugruppe muss unter allen normalen Betriebsbedingungen an- und abgesteckt werden können. Dies gilt auch für einzelne Kontakte und für beliebige Dauer. Hat die Baugruppe mehr als eine Steckverbindung, muss eine beliebige Steckreihenfolge erlaubt sein oder die Anordnung ist dermassen gestaltet, dass nur eine vordefinierte Reihenfolge möglich ist.

Prüfling:

Komponente

Meßbedingungen:

Prüfung a) und b) ist durchzuführen.

- a) Pin für Pin (Pin abstecken und wieder aufstecken) und Stecker komplett 10 Sekunden bei U_P für jeden Stecker.
- b) Stecken eines Steuergerätes unter allen Betriebszuständen d.h. schlafend, geweckt, wach, aktiv, Aus- / Eingänge bestromt/nicht bestromt (Stecker komplett, Reihenfolge beliebig).

Anforderung/Beurteilung:

Alle Geräte und Baugruppen müssen den Funktionszustand C.

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C, where appropriate D.

While the interference is being applied safety critical functions should not be triggered. Hidden damages are not allowed. Fuses may trigger. After being subjected to the interference (and an optional replacement of fuse), the assembly is to satisfy all functions as specified.

Any changes of properties of components or of the DUT itself have to be within the tolerances as specified in the LH of the device.

5.3.4 Interruption

An assembly shall be capable of being connected and disconnected under all normal operating conditions. This is also valid for individual pins and for any duration. Where an assembly has more than one connector, any connection / disconnection order of connectors shall be possible except where the sequence of connection / disconnection is not possible other than predefined e.g. by mechanical latching.

DUT:

Device

Measurement conditions:

Tests a) and b) have to be accomplished

- a) Each pin in the connector shall be individually disconnected and reconnected. The complete connector shall also be disconnected and reconnected. The disconnection shall be for 10 seconds.
- b) Connecting a control unit under all operating conditions that is sleeping, wake up, awake, active, inputs / outputs alive / open (complete connector, in any arbitrary order).

Assessment:

All electric/electronic equipment shall comply with Class C.

5.3.5 Kurzschlussfestigkeit gegen + U_B und Masse

Definition: Ein Kurzschluss eines Lastausganges wird definiert durch einen niederohmigeren Belastungsfall als mit spezifizierter Last bis zum Grenzfall 0 Ω .

Schleichender Kurzschluss ist mit abzudecken, d.h. Strom knapp unter der Kurzschlusserkennung.

5.3.5.1 Prüfung der Ein- und Ausgänge ohne Lastkreis

Ein Kurzschluss kann dauernd anliegen (Komponente in Betrieb / nicht in Betrieb).

Alle Ein- und Ausgänge kurzschlussfest gegen + U_B und Masse (bei aktivierten und nicht aktivierten Ausgängen, sowie bei fehlender Spannungsversorgung und fehlender Masse) auszulegen.

Einzelbestimmung:

Prüfspannung 16 V
sowie Prüfpulse
nach Abschnitt 5.2.1.1

max. Umgebungstemperatur GS 95003-4

Beurteilung: Keine Zerstörung der Elektronik.

5.3.5.2 Prüfung der Lastkreise

ANMERKUNG Für die Prüfung von Lastkreisen sind die Leitungsquerschnitte, Leitungswiderstände und Sicherungen entsprechend dem Fahrzeugverbau zu berücksichtigen.

a) Nicht getaktete Verbraucher

aa) $I_{K1} = 2 \times I_{NS}$ für $t \geq 5$ Sekunden

ab) $I_{K2} = 3,5 \times I_{NS}$ für $t \geq 0,5$ Sekunden

Beurteilung:

Keine Zerstörung des Lastkreises.

ac) Sind Lastkreise nicht durch Potentialausgleich, elektronische Sicherung, Endlagenschalter, Geräteschutzsicherung, Thermoschutzschalter usw. abgesichert, gilt folgende Zusatzprüfung:

$I_{K3} = 1,35 \times I_{NS}$ für $t \geq 1\ 800$ Sekunden

Beurteilung:

Keine Zerstörung des Lastkreises. In Ausnahmefällen kann eine Zerstörung (dokumentiert im Lastenheft) zulässig sein, wenn die Spezifikation 94-V0 nach UL 94 eingehalten wird.

b) Getaktete Verbraucher

Verbraucher mit zyklisch wechselnder Ansteuerungen besitzen einen entsprechend dynamischen Stromverlauf. Die Standfestigkeit der Lastkreise und auch deren Absicherung wird durch die dort entstehende mittlere Verlustleistung und durch die Maximalwerte (Spitzenstrom, Spitzenleistung) bestimmt.

Vorteilhafterweise wird zuerst die Sicherung ausgewählt und dann der Lastkreis der Baugruppe entsprechend dimensioniert.

5.3.5 Short-circuit strength against + U_B and ground

Definition: A short of an output is defined as a load which has a lower impedance (borderline case is 0 Ohm) in comparison with the specified "normal" load.

Creeping short – this is a current slightly higher than the threshold of overcurrent detection – has also be considered.

5.3.5.1 Testing of inputs and outputs without load circuit

A short may be permanent (device in operating state / non operating state).

All outputs and inputs shall be shortcircuit proof against + U_B and ground (with outputs activated and not activated, and also when voltage supply is absent and grounding is absent).

Individual specifications:

Test voltage 16 V
and pulses according
to Subsection 5.2.1.1

Max. ambient temperature GS 95003-4

Assessment: No destruction of electronics shall occur.

5.3.5.2 Testing of the load circuits

NOTE The cable cross-sections, line resistances and fuses are to be taken into account in accordance with how they are installed in the vehicle.

a) Non-cycled loads

aa) $I_{K1} = 2 \times I_{NS}$ for $t \geq 5$ seconds

ab) $I_{K2} = 3.5 \times I_{NS}$ for $t \geq 0.5$ seconds

Assessment:

No destruction of electronics shall occur.

ac) The following additional test applies if load circuits are not protected by means of equipotential bonding, electronic fuse, limit switch, miniature fuse, thermal circuit breaker, etc.:

$I_{K3} = 1.35 \times I_{NS}$ for $t \geq 1\ 800$ seconds

Assessment:

No destruction of the load circuit shall occur; in exceptional cases, destruction (documented in the Technical Specification) may be allowed if Specification 94-V0 as per UL 94 is complied with.

b) Cycled loads

Loads with cyclic, changeable activity have a variable current consumption. The stress of the load circuit and its protection fuse is determined by the average power dissipation and maximum values (peak current, peak power) which occurs.

Favourable, first the value of the fuse shall be chosen second the assembly load circuit shall be dimensioned as required.

Beurteilung:

Keine Zerstörung des Lastkreises. In Ausnahmefällen kann eine Zerstörung (dokumentiert im Lastenheft) zulässig sein, wenn die Spezifikation 94-V0 nach UL 94 eingehalten wird.

5.3.5.3 Prüfung von Lastkreisen, geschützt mit Schmelzsicherung und geräteinternem Überlastschutz

Geltungsbereich:

Verbraucher getaktet und nicht getaktet.

ANMERKUNG Der geräteinterne Schutz unterscheidet sich in der Auslösecharakteristik grundsätzlich von der Schmelzsicherung. Für Prüfkriterien sind die Anforderungen der Schmelzsicherung zu berücksichtigen.

Anforderungen:

Für die Prüfung des Lastkreises ist das thermische Gleichgewicht unter Worst-Case-Bedingungen (Umgebungstemperatur / Betriebsspannung) einzustellen.

Prüfung:

Der Lastkreis muss der Strombeanspruchung bis zum Ansprechen des jeweils wirksamen Schutzelementes standhalten. In Abhängigkeit der elektrischen Last ist eine beliebige Reihenfolge des Ansprechens von Schmelzsicherung oder geräteinternem Schutz zulässig.

Beurteilung:

Keine Zerstörung des Lastkreises.

5.3.5.4 Prüfung von Lastkreisen mit dauernd anliegendem Überlastfall, geschützt mit geräteinternem Überlastschutz

Bei Bauelementen, die bei Überlast (Strom, Spannung, Temperatur) selbsttätig abschalten und wieder einschalten können (oder dazu gebracht werden bzw. ohne definierter Wiederholsperr im Überlastfall sind) ist der Nachweis zu führen, dass bei dauernd anliegenden Ansprechfall keine Schädigung des Bauteils und des Steuergerätes (insbesondere Platine) stattfindet. Dies gilt auch für den Fall, dass ein Überstrom (oder ein anderer Überlastfall) nicht erkannt wird und wiederholt der Temperaturschutz anspricht.

Prüfung:

Bei Worst-Case-Bedingung (z.B. maximale Umgebungstemperatur oder größte Änderung der Sperrschichttemperatur) mit den Lastfällen harter Kurzschluss gegen Plus und Minus sowie Lastfall an und ca. 10% oberhalb der Ansprechschwelle. Die Testdauer richtet sich nach der(n) Sperrschichttemperatur(n) und Platinentemperaturen.

Beurteilung:

Keine Schädigung von dem agierenden Bauteil, benachbarten Bauteilen und Platine.

6 Änderungen

Spezielle Abweichungen zu den in dieser Werknorm festgeschriebenen Anforderungen sind mit der Systemstelle abzustimmen und im Lastenheft bzw. in der Zeichnung der Komponente zu dokumentieren.

Assessment:

No destruction of the load circuit shall occur; in exceptional cases, destruction (documented in the Technical Specification) may be allowed if Specification 94-V0 as per UL 94 is complied with.

5.3.5.3 Testing of load circuits, protected with fuses and containing components for internal overload protection

Scope of application:

Cycled and non-cycled loads.

NOTE Device-internal overload protection differs fundamentally from the fuse in terms of the tripping characteristic. The fuse requirements are to be taken into account for the testing criteria.

Requirements:

The thermal equilibrium under worst-case conditions is to be set for testing the load circuit (ambient temperature / operating voltage).

Test:

The load circuit shall withstand current applied until either the fuse blows or the internal protection is activated. Any arbitrary sequence of response of the fuse or the protection device is permitted as a function of the electrical load at hand.

Assessment:

No destruction of the load circuit shall occur.

5.3.5.4 Testing of load circuits with permanent overload situation, protected by an internal overload protection

For devices with automatically acting switch-off feature at overload (current, voltage, temperature) and afterwards switch on again automatically (or are switched on again respective are without a limited switch-on again in case of ongoing overload) proof has to be furnished that a permanent overload situation will lead to no damage to the device and the assembly (especially the printed circuit board). This is also mandatory, in case the overcurrent situation (or another overload situation) is not recognised and the overtemperature protection is activated repeatedly.

Test:

At worst case situation (e.g. maximum ambient temperature or maximal change of the junction temperature) with load conditions short to plus and minus and load situation close to current threshold and about 10% above threshold. The duration of test depends on stabilisation of parameters and possible assessment based on the generated test results.

Assessment:

No damage to the acting component, adjacent components and printed circuit.

6 Changes

Special deviations from the requirements established in this standard are to be agreed upon by the system department responsible for release and documented in the Technical Specification (Lastenheft) / drawing of the component.