

Praktische EMV-Tests

In Fortsetzung des Beitrags im „ELVjournal“ 4/94 lernen wir weitere Normen und Untersuchungsmethoden zur Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) von Geräten kennen.

Ermittlung der Störfestigkeit gegen energiereiche Impulse (Surge)

Auch die atmosphärischen Entladungen (Blitzentladung) werden in der neuen IEC-Normung eindeutig festgelegt.

Die Postnorm 12 TR1 schreibt schon seit mehreren Jahren Prüfungen vor, die als fast identisch mit der IEC 801-5 zu bezeichnen sind. Als nun endgültiger Weißdruck, d. h. als gültige Norm, wird jedoch nur die IEC 10004-5 Anfang 1995 erscheinen. In dieser Norm sind sowohl der Prüf-generator als auch der Prüfaufbau, die Störeinkopplung und die notwendigen Prüf-schärfegrade eindeutig festgelegt.

Energieriche Störeinkopplungen werden durch Überspannungen erzeugt, die verschiedene Ursachen haben können.

Man unterscheidet:
Elektromagnetische Felder aus Schaltvorgängen in Hochspannungsschaltanlagen (Laständerungen), (SEMP: switching electromagnetic impulse)

- Beispiel:
- Umschalten von großen Lasten in EVU-Schaltfeldern (Laständerung), Schalten von Hochstromanlagen in der Industrie.
 - Netzabschaltungen durch Überlastung von Schmelzsicherungen (VDE 0160).
 - Blitzentladung (LEMP: lightning electromagnetic impulse)

Energieriche Störimpulse, die über Netzversorgungs- oder Datenleitungen direkt auf elektronische Geräte gelangen bzw. eingekoppelt werden, können zu Fehlverhalten oder Zerstörung führen.

gen, d. h. über die Kopplung von elektromagnetischen Feldern auf. Hierbei schützt auch der Einsatz von Überspannungsableitern nur bedingt die ans Versorgungsnetz angeschlossene Elektronik.

Die Hauptursachen für die Störeinwirkungen liegen in der steigenden Miniaturisierung elektronischer Baugruppen; die äußerst dünnen Isolationsschichten moderner Halbleiter sind sehr empfindlich gegen Überspannungen.

In die sich immer weiter ausdehnenden Datennetze werden Überspannungen eingekoppelt und wirken sich auf die angeschlossenen Geräte störend oder schädigend aus.

Täglich „blitzt“ es weltweit ca. 8 millionenmal aus ca. 44.000 Gewitterzentren. Das sind rund 100 Entladungen pro Sekunde. Ein Blitz kann bis zu 200 kA Entladestrom erreichen.

Daraus läßt sich schließen, daß kein Blitzschutz wirtschaftlich so auslegbar ist, daß eine Beeinflussung von Anlagen gegen direkten Blitzschlag verhindert werden kann.

Man richtet vielmehr sein Augenmerk darauf, die sogenannten Sekundäreffekte von atmosphärischen Blitzentladungen in ihren zerstörenden Auswirkungen so klein wie möglich zu halten.

In einem physikalischen Forschungsinstitut in der Schweiz hat man jahrzehntelang umfangreiche Messungen durchgeführt, die sich ausschließlich mit Blitzentladungen befaßten. Aus diesen Ergebnissen, abgestimmt mit anderen Forschungsinstituten, wurden Parameter abgeleitet, die zur Normung der Blitzentladung führten. Neuere Messungen haben gezeigt, daß die Blitzentladungen mit großer Sicherheit kürzere Anstiegszeiten haben als der bisher „genormte“ Blitz.

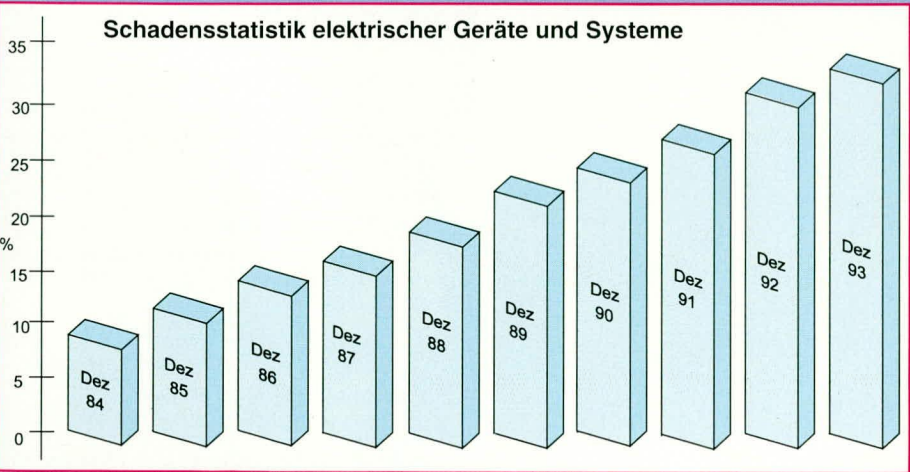
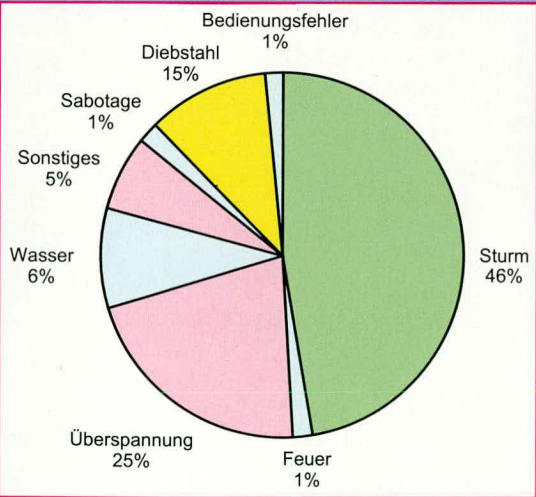
Schadensbeispiele

Betrachtet man Schadensstatistiken von Versicherungen über die letzten 9 Jahre, so ist eine starke Zunahme der Schadenssummen durch das Einwirken von Blitzen und Schaltvorgängen bei elektrischen und elektronischen Einrichtungen festzustellen.

Der Blitzimpuls

Die häufigsten Schäden treten durch indirekte Blitzeinwirkung

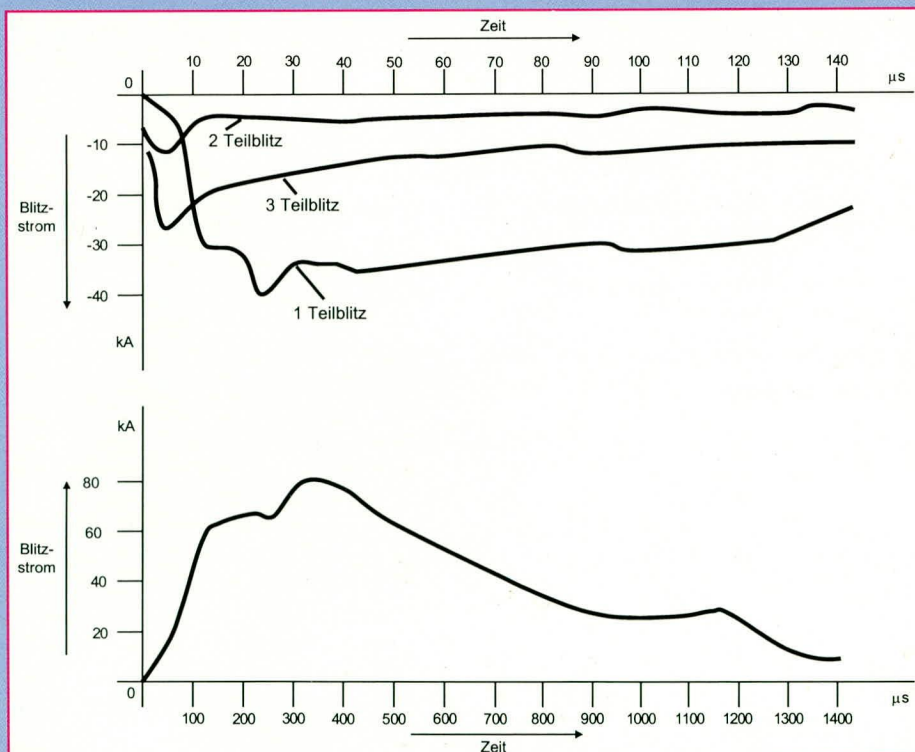
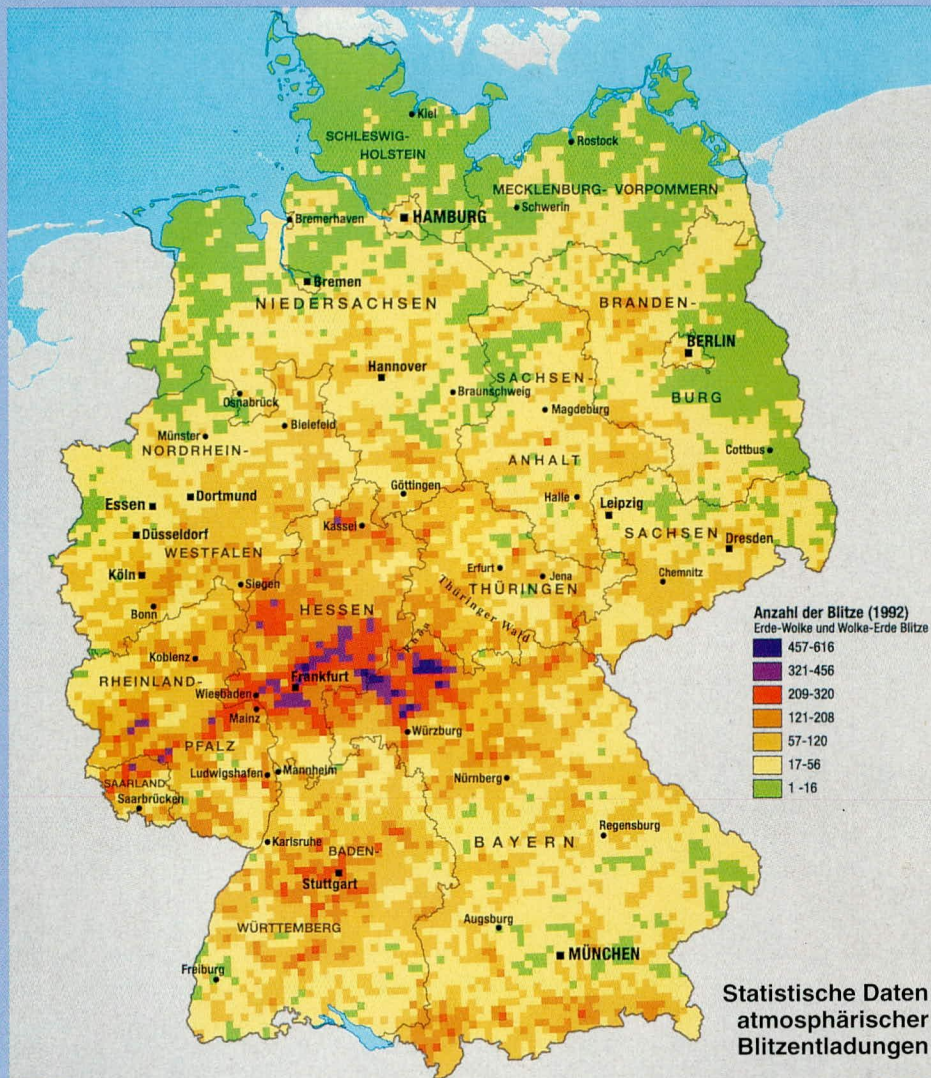
Schadensdiagramm und Schadensstatistik



Der Hybrid-Generator

Der Hybrid-Generator soll die anfangs beschriebenen Störimpulse möglichst realistisch nachbilden. Die Kombination von Spannungs- und Stromimpuls vereinigt z. B. bei der Prüfung von Schutzelementen die Ansprechspannungsprüfung mit der Energieaufnahmeprüfung.

Im Gegensatz zum Burst-Generator, der mit 50 Ω definiert ist, ist für den Hybrid-Generator der Leerlauf und Kurzschlußfall



für die Impulsüberprüfung maßgebend. Das heißt, der Generator muß im Leerlauf eine Impulsform von $1,2 \mu\text{s}$ im Anstieg und $50 \mu\text{s}$ in der Rückenhalfwertszeit aufweisen, während der Kurzschlußstrom einen Anstieg von $8 \mu\text{s}$ und eine Rückenhalfwertszeit von $20 \mu\text{s}$ besitzen muß. Die Festlegung der Impulse erfolgt dann entsprechend der IEC 469-1, d. h. die Anstiegszeit liegt zwischen 10 % und 90 % der Amplitude.

Als zusätzliche Prüfung für die Einkopplung auf Datenleitungen wird der Energieaufnahmeimpuls (Impulsform $10 \mu\text{s}/700 \mu\text{s}$) verlangt. Diesen Impuls benötigt man **nur** für die Einkopplung auf „langen“ Daten- und Informationsleitungen. Hierbei ist darauf zu achten, daß für die Einkopplung auf die Versorgungsleitungen andere Koppelfilter vorgeschrieben sind als für die Einkopplung auf Daten- und Informationsleitungen.

Grund für die unterschiedliche Auslegung der Filter ist u. a., daß das notwendige Entkopplungsnetzwerk (erforderlich zum Schutz eventueller Steuergeräte, z. B. Computer, die eines zusätzlichen Schutzes bedürfen) so ausgelegt sein muß, daß ein störungsfreier Betrieb über das Koppelfilter möglich ist.

Eine Einkopplung der Störsignale auf Datenleitungen über ein Versorgungskoppelpelnetzwerk würde dazu führen, daß die übertragenen Nutzsignale von der Eingangsschutzdrossel des Koppelfilters entweder total „geschluckt“ oder vollkommen verzerrt an das EUT (equipment under test) weitergegeben würden. Die genaue Spezifikation der Koppelfilter für Daten- und Versorgungsleitungen ist in IEC 10004-5 festgelegt.

Kopplungs- und Übertragungswege

1. Strahlungs-Kopplung

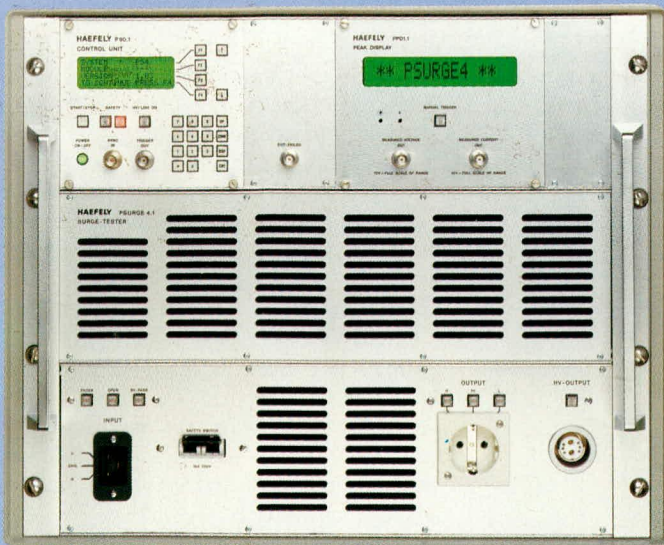
Wie bereits bekannt, dringen elektromagnetische Wellen nahezu ungehindert auch durch feste Stoffe und werden nur durch elektrisch leitende Gebilde (Faraday-Käfig) umgeleitet oder abgeschwächt.

2. Induktive Kopplung

Eine induktive (magnetische) Kopplung besteht z. B. in der Nähe eines Transformators großer Leistung oder bei stromdurchflossenen Leiterschleifen, bei denen Hin- und Rückleitung getrennt verlegt sind. Die induktive Kopplung ist besonders im tiefen Frequenzbereich (unter 1 MHz) von Bedeutung.

3. Kapazitive Kopplung

Die kapazitive (elektrische) Kopplung gewinnt erst bei höheren Frequenzen (ab 100 kHz) an Bedeutung, z. B. dann, wenn



Der Surge-Tester PSURGE 4 (Hybrid-Generator) erzeugt saubere, reproduzierbare Impulsformen durch Verwendung eines elektronischen Schalters ohne Prelleffekte

die Koppelkapazitäten von parallel geführten Leitungen wirksam werden.

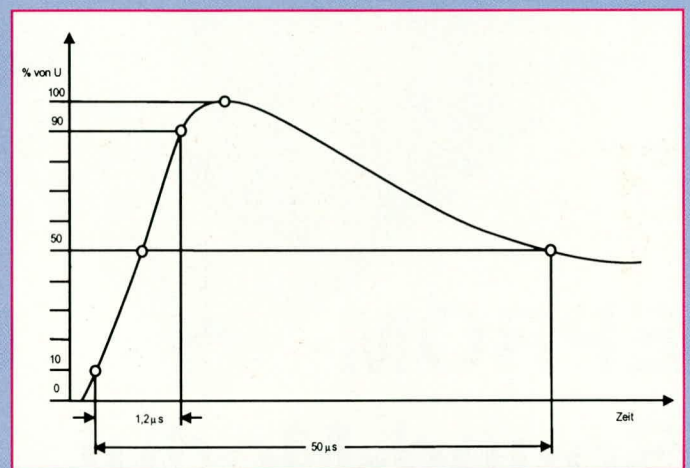
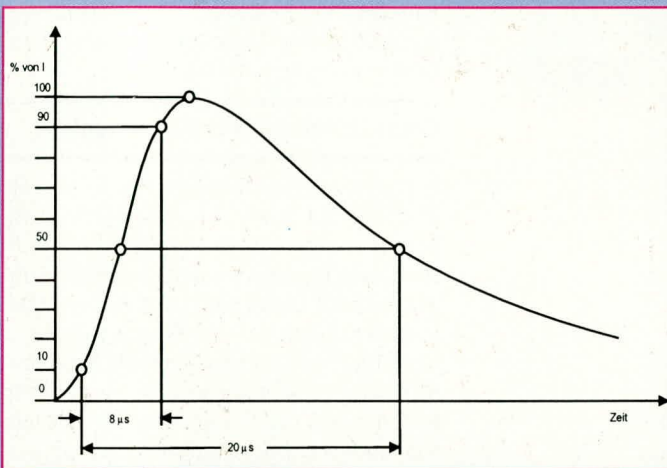
4. Galvanische Kopplung

Galvanische Kopplung besteht, wenn Stör- und Nutzsignal im gleichen Stromkreis wirken.

Beispiel: Bei der Zweifachung eines Analogstromkreises (0... 20 mA, Audio-Video-Signale) überlagern sich der Signalstrom und die Störströme des Erdungssystems.

Praktische Prüfungen

Um die Störfestigkeit eines Gerätes zu ermitteln, ist es ratsam, nach einem vorher festgelegten Prüfplan vorzugehen. Dieser könnte wie folgt aussehen:



Prüfklassen nach IEC 1000-4-5 DIS

Installations- Bedingungen Klas- se	Versorgungs- Leitungen		unsymmetrisch arbeitende Schaltung, LDB		symmetrisch arbeitende Schaltung/Leitung		SDB, DB (1)	
	Kopplungspfad		Kopplungspfad		Kopplungspfad		Kopplungspfad	
	Leiter- Leiter KV	Leiter- Erde KV	Leiter- Leiter KV	Leiter- Erde KV	Leiter- Leiter KV	Leiter- Erde KV	Leiter- Leiter KV	Leiter- Erde KV
0	K.T.	K.T.	K.T.	K.T.	K.T.	K.T.	K.T.	K.T.
1	K.T.	0,5	K.T.	0,5	K.T.	0,5	K.T.	K.T.
2	0,5	1,0	0,5	1,0	K.T.	1,0	K.T.	0,5
3	1,0	2,0	1,0	2,0 (3)	K.T.	2,0 (3)	K.T.	K.T.
4	2,0	4,0 (3)	2,0	4,0 (3)	K.T.	2,0 (3)	K.T.	K.T.
5	(2)	(2)	2,0	4,0 (3)	K.T.	4,0 (3)	K.T.	K.T.
X								

(1) Bei begrenzten Entfernungen, spezieller Konfiguration, speziellen Layouts, 10 m bis max. 30 m

Bei Verbindungskabeln bis 10 m Länge ist kein Test vorgesehen.

(2) Hängt von der Klasse des lokalen Netzversorgungssystems ab

(3) Normalerweise getestet mit einfacher Abschirmung

DB = Datenbus (databus, data line)

SDB = Bus für kurze Entfernungen (short distance bus)

LDB = Bus für lange Entfernungen (long distance bus)

K.T. = kein Test

Die Impulse, bezogen auf die unterschiedlichen Klassen, sind wie folgt:

Klasse 1 - 4: 1,2 μs/50 μs (Spannungsimpuls), 8 μs/20 μs (Stromimpuls)

Klasse 5: 1,2 μs/50 μs (8 μs/20 μs) für Anschlüsse von Netzversorgungen und kurzen Signalleitungen
10 μs/700 μs für Anschlüsse von langen Signalleitungen

Stromimpulse (links) und Spannungsimpulse (rechts) nach IEC

1. Festlegung der Prüfklasse entsprechend der EMV-Umgebungsskala des Einsatzortes
2. Festlegung der Generatorspezifikation in bezug auf minimale und maximale Störpegel
3. Festlegung der Fehlerkriterien
4. Festlegung der Einkoppelpunkte beim Prüfling
5. Festlegung des Prüfzeitpunktes entsprechend der kritischen Betriebsphase des Prüflings (Phasensynchronisierung)
6. Festlegung der zur Prüfung erforderlichen Meß- und Prüfmittel
7. Kalibrierung der Prüfsysteme

Eine weitere Hilfestellung bieten die einschlägigen Normen, die unter folgender Adresse gegen Gebühr angefordert werden können:

VDE(DKE)

VDE-Haus

Stresemannallee 15

60596 Frankfurt/Main

ELV