

EMV in der Kfz-Technik

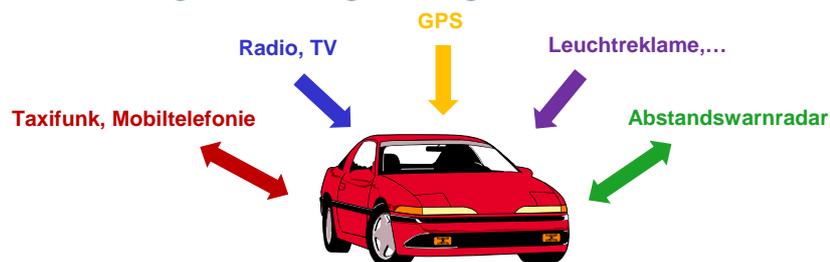
Technical Meeting IEEE EMC Austria Chapter

Kurt Lamedschwandner

EMV-Prüfzentrum Seibersdorf
Seibersdorf Labor GmbH

<http://www.seibersdorf-laboratories.at>

Wechselwirkung Fahrzeug mit Umgebung



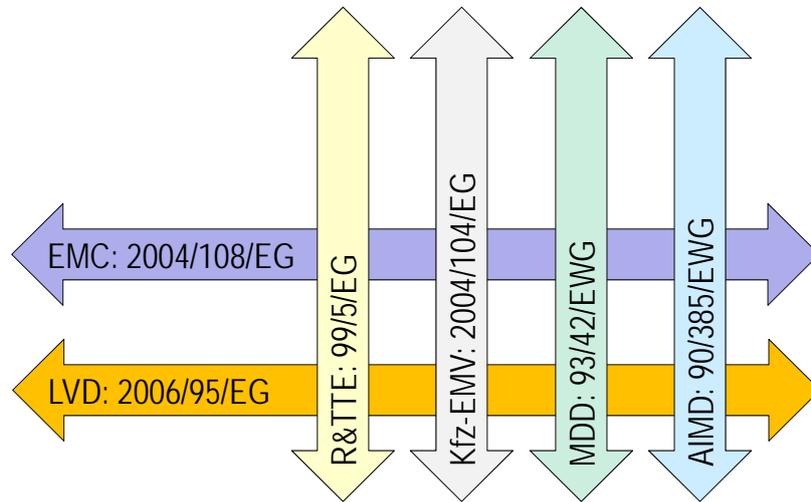
Störfestigkeit des Fahrzeugs:

- Keine Störbeeinflussung/Fehlfunktionen von sicherheits- bzw. kundenrelevanten elektr./elektron. Fahrzeugsystemen und Funkempfängern durch extern oder intern erzeugte HF-Felder bzw. vom Fahrzeug erzeugte Bordnetzpulse. Auch ESD.

Störaussendung durch das Fahrzeug:

- Begrenzung der Aussendung von HF-Feldern und Bordnetz-Störimpulsen zum Schutz elektr./elektron. Systeme und Funkempfänger im Fahrzeug/in benachbarten Fahrzeugen/in nahen Gebäuden.

Vertikale / horizontale Richtlinien



Aktuelle Kfz - EMV - Richtlinie*

13.11.2004

DE

Amtsblatt der Europäischen Union

L 337/13

RICHTLINIE DER KOMMISSION 2004/104/EG vom 14. Oktober 2004

zur Anpassung der Richtlinie 72/245/EWG des Rates über die Funkentstörung (elektromagnetische Verträglichkeit) von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt und zur Änderung der Richtlinie 70/156/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern

**keine „new approach Richtlinie“
dh. keine Herstellerelbsterklärung,
sondern Typgenehmigung!**

* Einzelrichtlinie (vertikale Richtlinie) für das Produkt „Kraftfahrzeug“

Anwendungsbereich der RL 72/245/EWG in der Fassung 2004/104/EG*

- Die RL betrifft die EMV von Kraftfahrzeugen und Anhängern (und zwar ohne Einschränkung auf Kraftfahrzeugmotore mit Fremdzündung wie in RL 95/54/EG)
- Die RL gilt auch für Bauteile oder selbständige technische Einheiten (EUB), die zum Einbau in Fahrzeuge bestimmt sind.
- Sie stellt Anforderungen bezüglich:
 - ◆ Störfestigkeit
 - ◆ Störemission

* Im Folgenden kurz als
RL 2004/104/EG bezeichnet.

Anforderungen der RL 2004/104 (1)

- Störfestigkeit gegen gestrahlte und leitungsgeführte Störgrößen bei Funktionen im Zusammenhang mit:
 - ◆ der unmittelbaren Kontrolle über das Fahrzeug,
 - ◆ mit dem Schutz des Fahrers, der Fahrgäste und anderer Verkehrsteilnehmer und
 - ◆ mit Störungen, die den Fahrer oder andere Verkehrsteilnehmer verwirren könnten.

Anforderungen der RL 2004/104 (2)

- Kontrolle unbeabsichtigter **gestrahlter und leitungsgeführter Störemissionen**:
 - ◆ zum Schutz des Verwendungszwecks elektr./elektron. Ausrüstungen im eigenen bzw. in benachbarten Fahrzeugen oder in deren Nähe und
 - ◆ der Kontrolle von Störungen durch nachträglich in das Fahrzeug eingebautes Zubehör.

UN/ECE Regulation 10, Revision 4

20.9.2012 DE Amtsblatt der Europäischen Union L 254/1

II
(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

RECHTSAKTE VON GREMIEN, DIE IM RAHMEN
INTERNATIONALER ÜBEREINKÜNFTE EINGESETZT
WURDEN

Nur die von der UN/ECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens sind der neuesten Fassung des UN/ECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343 zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann:
<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocctts.html>

Regelung Nr. 10 der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) —
Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der
elektromagnetischen Verträglichkeit

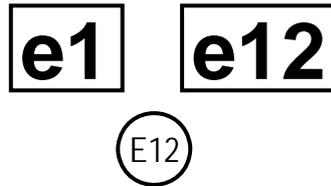
Ziel: International einheitliche, technische Vorschriften für Kfz

Vertragsparteien: E1...Deutschland,....., E58...Tunesien

Originalfassungen: Englisch, Französisch, Russisch

Kennzeichnung und Typgenehmigung (1)

- **Kein CE-Kennzeichen, sondern e-Kennzeichen!**
- Rechteck mit Buchstaben „e“ + Kennziffer des Mitgliedstaates, der die Genehmigung erteilt hat
 - 1 für Deutschland
 - 2 für Frankreich
 - 3 für Italien
 - 4 für Niederlande
 - 5 für Schweden
 -
 - 12 für Österreich
- Zusätzlich muss nahe am Rechteck die Genehmigungsnummer angebracht sein.



E / e - Kennzeichnung

Regelung Nr. 10

Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit

Regelung
Änderung 01
Änderung 02

Berichtigung 1 zur Änderung 02
Änderung 02 Ergänzung 1
Berichtigung 2 zur Änderung 02

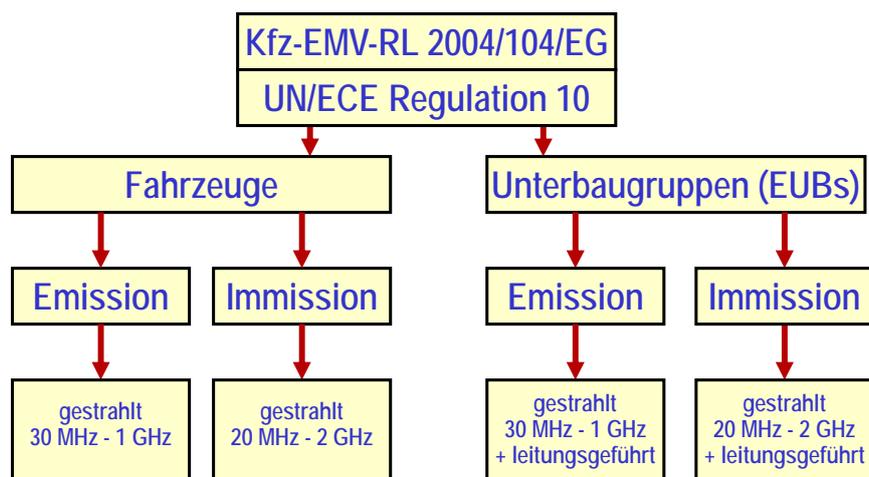
in Kraft getreten am 1. 4. 1969 in Kraft getreten am 19. 3. 1978 in Kraft getreten am 3. 9. 1997
vom 11. 5. 1998 in Kraft getreten am 4. 2. 1999
vom 10.11. 1999

Nr. No.	Anwenderstaat Country of usage	Datum Date of accepting	Nr für No. for 2004/104/EC	Nr. No.	Anwenderstaat Country of usage	Datum Date of accepting	Nr für No. for 2004/104/EC
E 1	Deutschland Germany	24. 5.1970	e1	E 26	Slowenien Slovenia	23. 4.1973	e26
E 2	Frankreich France	1. 4.1969	e2	E 27	Slowakei Slovakia	15. 7.1969	e27
E 3	Italien Italy	27.12.1975	e3	E 28	Weißrussland Belarus	2. 7.1995	
E 4	Niederlande Netherlands	22. 1.1974	e4	E 29	Estland Estonia	25. 7.1999	e29
E 5	Schweden Sweden	5. 9.1971	e5	E 30	–	–	
E 6	Belgien Belgium	7. 3.1976	e6	E 31	Bosnien-Herzegowina Bosnia-Herzegovina	6. 3.1992	
E 7	Ungarn Hungary	18.10.1976	e7	E 32	Lettland Latvia	18. 1.1999	e32
E 8	Tschechische Republik	15. 7.1969	e8	E 33	–	–	

Kennzeichnung und Typgenehmigung (2)

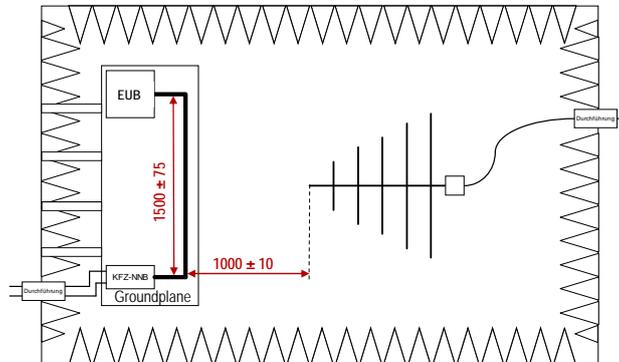
- keine Herstellerselbsterklärung, sondern Typgenehmigung!
- Voraussetzung für die Erlangung einer Zulassung ist die Durchführung der erforderlichen EMV-Prüfungen in einem nach **ISO 17025** akkreditierten und von der Behörde **notifizierten** Prüflabor
- und der Nachweis eines QM-Systems für die Fertigung.
- Antrag auf Erteilung einer Typgenehmigung ist vom Hersteller bei der **zuständigen Behörde** einzureichen:
 - ♦ In Österreich: BMVIT - Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Sektion II-Typgenehmigung, Bundesprüfanstalt für Kraftfahrzeuge, Trauzlgasse 1, 1210 Wien, typgenehmigung@bmvit.gv.at
 - ♦ In Deutschland: KBA – Kraftfahrtbundesamt

Anforderungen gemäß Anhang I (1)



ALSE - Messaufbau für CISPR 25 - Emissionsmessplätze

SEIBERSDORF
LABORATORIES



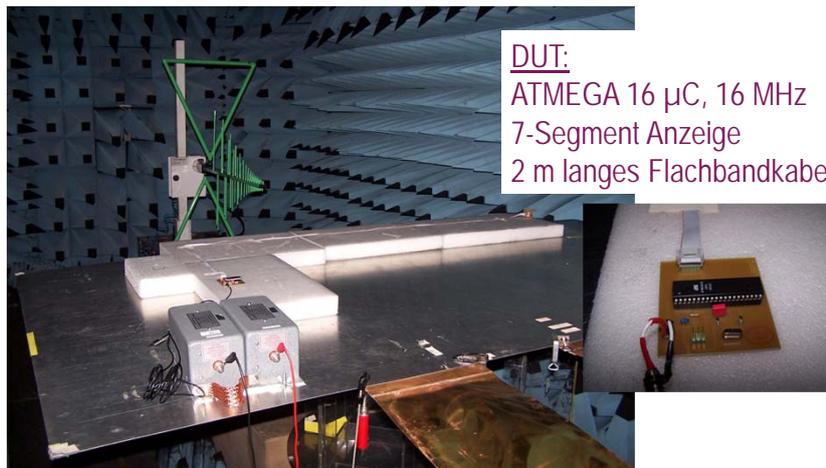
Einfluss der Erdung der Masseplatte des Prüftisches?

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 13

Praxisbeispiel: Störfeldstärkemessung eines Testprints (1)

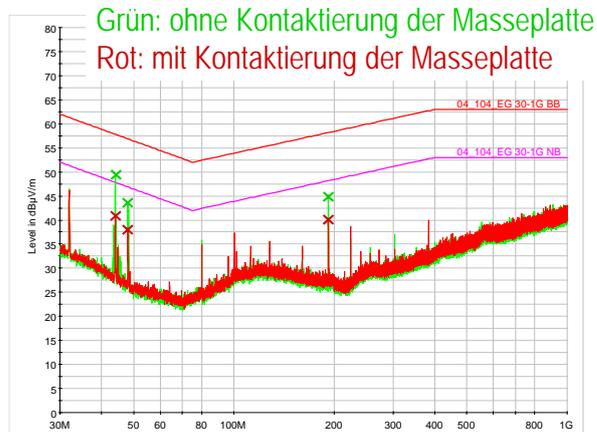
SEIBERSDORF
LABORATORIES



© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 14

Störfeldstärkemessung eines Testprints (2)



Schlechte Anbindung der Masseplatte an die Schirmwand
kann zu erheblichen Messfehlern führen!

Verfahren für gestrahlte Störfestigkeit, EUBs

- ◆ **Streifenleitungs-Messmethode**
 - ◆ 150 mm: gemäß ISO 11452-5:2002
 - ◆ 800 mm: gemäß Ziffer 4.5 der RL 2004/104/EG
- ◆ **TEM-Zellen-Messmethode**
 - ◆ gemäß ISO 11452-3:2001
- ◆ **Störfeldstärke-Prüfung in der Absorberhalle**
 - ◆ gemäß ISO DIS 11452-2:2004
- ◆ **BCI-Messmethode**
 - ◆ gemäß ISO DIS 11452-4:2005

EUBs können nach Wahl des Herstellers die Anforderungen jeglicher Kombination dieser Prüfverfahren erfüllen, vorausgesetzt der gesamte f-Bereich wird abgedeckt.

Prüfpegel und -aufbau für EUBs, gestrahlt (1)

Streifenleitungs-Messmethode (nur bis 400 MHz spezifiziert)

- ◆ 150 mm: 50 V/m von 20-400MHz, 60 V/m in über 90% des f-Bereichs
- ◆ 800 mm: 12,5 V/m von 20-400MHz, 15 V/m in über 90% des f-Bereichs
- ◆ 20 -400 MHz:
AM, 1kHz, 80%



150 mm Streifenleitung
Eigenbau EMV-PZ-Seibersdorf

Prüfpegel und -aufbau für EUBs, gestrahlt (2)

TEM-Zellen-Messmethode (obere Grenzfrequenz hängt von den Abmessungen der TEM-Zelle ab)

- ◆ 62,5 V/m von 20-150 MHz
- ◆ 75 V/m in über 90% des f-Bereichs
- ◆ 20 -150 MHz: AM, 1kHz, 80%

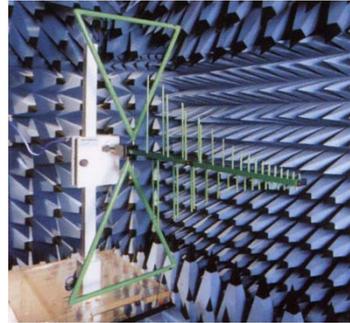


TEM-Zelle, DC-150 MHz, Eigenbau EMV-PZ-Seibersdorf

Prüfpegel und -aufbau für EUBs, gestrahlt (3)

Störfeldstärke-Prüfung in der Absorberhalle

- ◆ 25 V/m von 20-2000MHz
- ◆ 30 V/m in über 90% des f-Bereichs
- ◆ 20 -800 MHz: AM, 1kHz, 80%
- ◆ 800 - 2000 MHz: PM, $t=577\mu\text{s}$, 217Hz
- ◆ V Polarisation



BILOG - Antenne

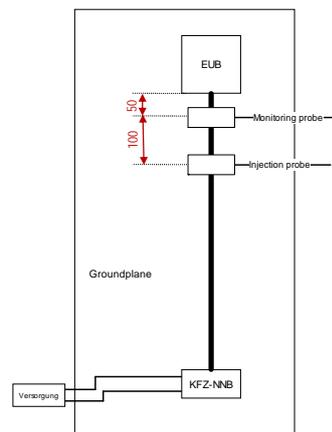
Prüfaufbau wie bei der gestrahlten Emissionsmessung!

Prüfpegel und -aufbau für EUBs, „gestrahlt“ (4)

BCI-Messmethode

(nur bis 400 MHz spezifiziert)

- ◆ 50 mA von 20-400MHz
- ◆ 60 mA in über 90% des f-Bereichs
- ◆ 20 -400 MHz:
AM, 1kHz, 80%



Einschub: Pulse in Kraftfahrzeugen

können während des normalen Betriebs auftreten:

- Verursacht werden solche Pulse durch Schaltvorgänge.
- Über Leitungen werden diese zu elektron. Steuergeräten übertragen.
- Wichtigste Pulsparameter: Pulsamplitude, Pulsdauer, Pulsenergie
- Prüfung mit standardisierten Pulsgeneratoren + Koppelnetzwerken
- Prüfpulse in der **ISO 7637-2** definiert
- Neue, 3. Ausgabe (2011) enthält deutlich gestiegene Pulsanforderungen gegenüber den vorherigen Ausgaben!
- **Ziel:** Pulsprüfungen sollen sicherstellen, dass Kfz-Elektronik störungsfrei arbeitet!

Standardisierte Kfz - Prüfplätze

im EMV-Prüfzentrum Seibersdorf

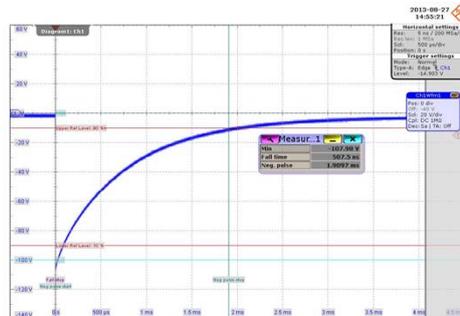


Auf den folgenden Folien sind Pulsamplituden und Messkurven für das 12 V Bordnetz dargestellt.

Prüfpuls 1

Bildet Impulse nach, die beim Abschalten induktiver Lasten entstehen:

- $U_s = -75 \text{ V bis } -100 \text{ V}$ [2.Ed.]
- $U_s = -75 \text{ V bis } -150 \text{ V}$ [3.Ed.]
- hohe Pulsenergie

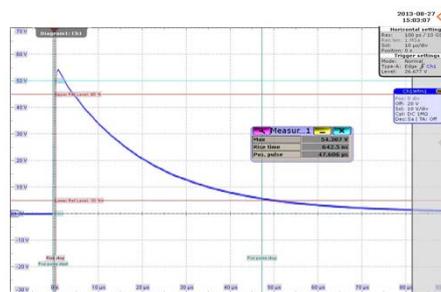


	U_s	t_r	t_d
Soll	-100 V \pm 10 V	1 +0/-0.5 μ s	2000 \pm 400 μ s
gemessen	-107.9 V	0.508 μ s	1900 μ s

Prüfpuls 2a

Simuliert transiente Impulse, die durch ein plötzliches Stromabschalten eines Geräts entstehen:

- $U_s = +37 \text{ V bis } +50 \text{ V}$ [2.Ed.]
- $U_s = +37 \text{ V bis } +112 \text{ V}$ [3.Ed.]
- hohe Pulsenergie

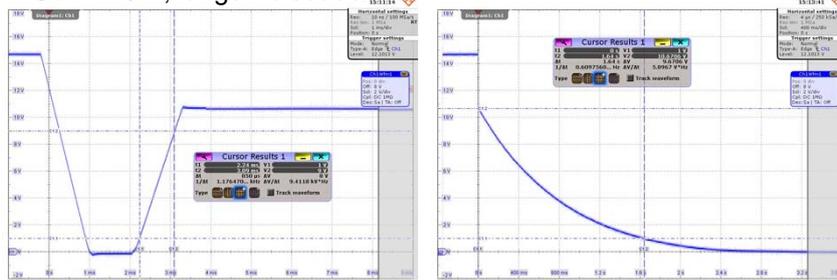


	U_s	t_r	t_d
Soll	+50 V \pm 5 V	1 +0/-0.5 μ s	50 \pm 10 μ s
gemessen	+54.4 V	0.643 μ s	47.6 μ s

Prüfpuls 2b

Simuliert transiente Impulse von DC-Motoren, die nach dem Abschalten der Versorgungsspannung als Generatoren wirken:

- $U_s = +10\text{ V}$; lange Pulsdauer

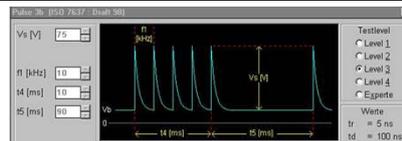


	U_s	t_r	t_d
Soll	+10 V ± 1 V	1 ± 0.5 ms	2 s ± 0.4 s
gemessen	+10.7 V	0.850 ms	1.64 s

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 25

Prüfpulse 3a/3b



Bilden Transientenpakete (Bursts) nach, die beim Schalten mechanischer Schalter entstehen:

- $U_s = -112\text{ V}$ bis -150 V (3a) bzw. $+75\text{ V}$ bis $+100\text{ V}$ (3b) [2.Ed.]
- $U_s = -112\text{ V}$ bis -220 V (3a) bzw. $+75\text{ V}$ bis $+150\text{ V}$ (3b) [3.Ed.]
- Sehr steile Impulsflanke => breites Störspektrum



	U_s	t_r	t_d
Soll	-200 V ± 20 V	5 ± 1.5 ns	150 ± 45 ns
gemessen	-210.8 V	3.82 ns	169.6 ns

	U_s	t_r	t_d
Soll	+200 V ± 20 V	5 ± 1.5 ns	150 ± 45 ns
gemessen	+206.5 V	4.60 ns	147.5 ns

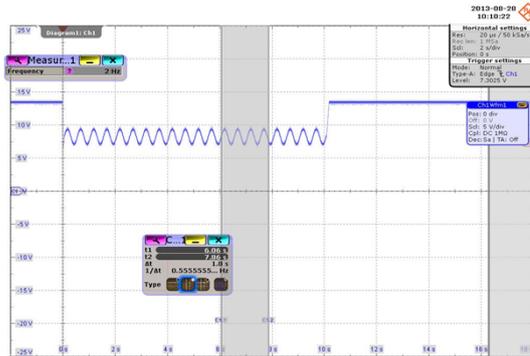
© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 26

Prüfpuls 4

Bildet den Versorgungsspannungseinbruch beim Starten nach:

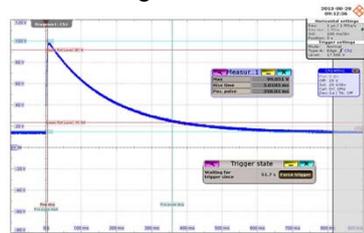
- $U_s = -6 \text{ V bis } -7 \text{ V}$
- ISO 16750-2 fordert im Unterschied zur ISO 7637-2:2004 die hier dargestellte 2 Hz Schwingung



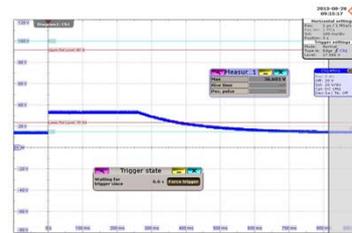
Prüfpulse 5a/5b

Load Dump = Batterieladestrom-Abschaltimpuls: Tritt auf, wenn die Batterie abgetrennt wird während der Generator Ladestrom liefert:

- $U_s = +65 \text{ V bis } +87 \text{ V}$ (5a, 5b unterdrückt durch Load-Dump Schutz)
- Sehr energiereich

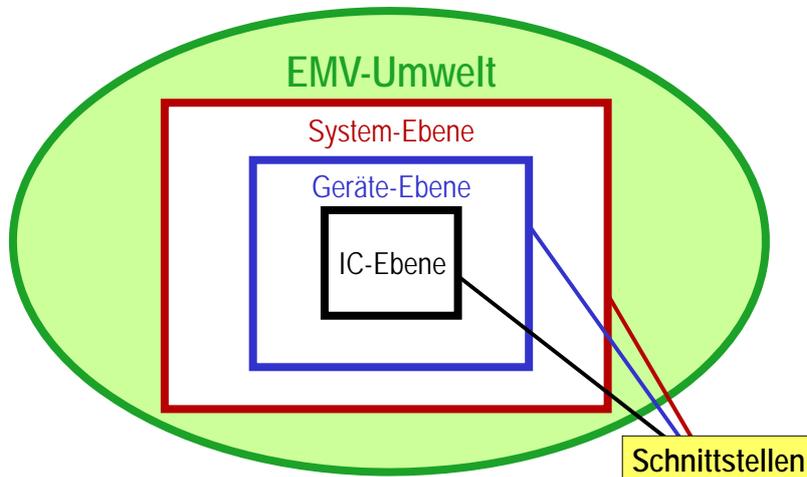


	U_s	t_r	t_d
Soll	+87 V	5 ms	400 ms
gemessen	+86.0 V	5.0 ms	358.0 ms



	U_s clipped	t_r	t_d
Soll	+34 V	---	---
gemessen	+36.6 V	---	---

Die Ebenen der EMV



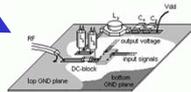
EMV Prüfkriterien auf verschiedenen Ebenen

Fahrzeug-Ebene



- ◆ Typenzulassung
- ◆ Produkthaftung

EUB-Ebene



IC-Ebene

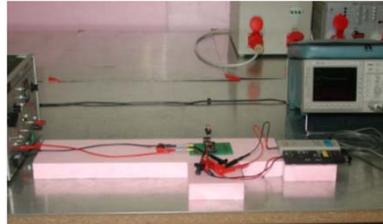
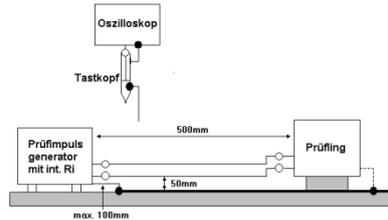


Praxisbeispiel: Störfestigkeitsbewertung für EUBs, leitungsgeführt (1)

Problem:

- ◆ Halbleiter-Kunden fordern oft von ICs die Einhaltung von Systemnormen (z.B. nach ISO 7637-2)
- ◆ hauptsächlich bei IC-Pins, die eine direkte Verbindung zum Kabelbaum haben

Prüfaufbau:



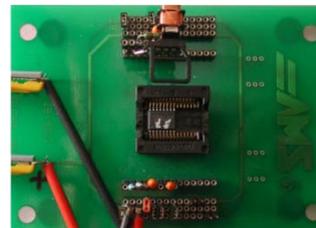
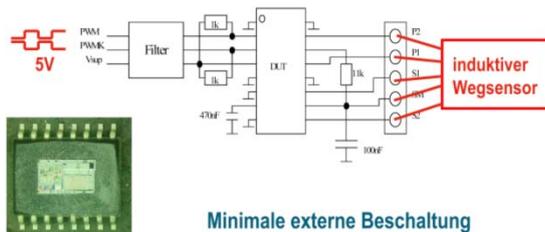
Quelle: Lamedschwandner K, Preineder H, Winkler G, Deutschmann B, Ostermann T: „EMV elektronischer Unterbaugruppen und integrierter Schaltkreise im Kraftfahrzeug“, EMV 2006, Dusseldorf, Proceedings S. 373-380

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 31

Störfestigkeitsbewertung für EUBs, leitungsgeführt (2)

Testplatine mit IC als DUT:



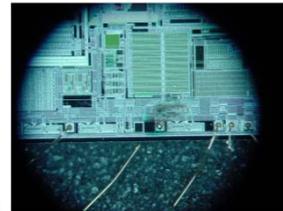
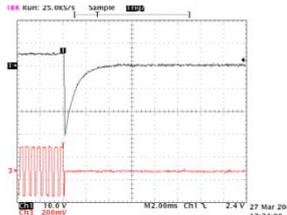
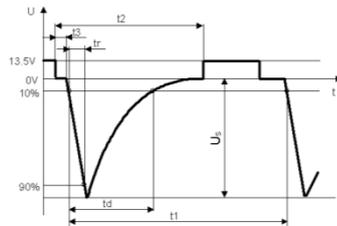
Störfestigkeitsbewertung erfolgt durch Auswertung des PWM - Ausgangssignals.

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 32

Störfestigkeitsbewertung für EUBs, leitungsgeführt (3)

Prüfpuls 1: simuliert das Abschalten induktiver Lasten



Für 12 V Systeme:

Us: -75 V
td: 2 ms

PWM-Ausgang:

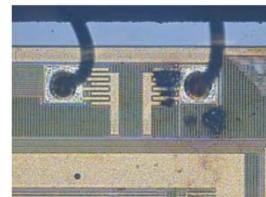
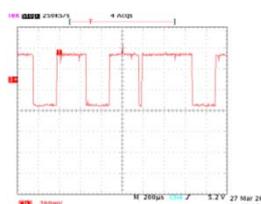
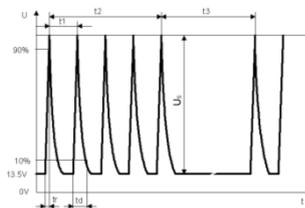
bei Us = -30 V Funktionsausfall!
Nach dem Einschalten arbeitet
Chip aber wieder!

IC:

bei Us = -62 V Zerstörung!

Störfestigkeitsbewertung für EUBs, leitungsgeführt (4)

Prüfpuls 3b: simuliert Schaltvorgänge im Bordnetz



Für 12 V Systeme:

Us: +75 V
td: 0,1 μ s, tr: 5 ns!
t1: 100 μ s, t2: 10 ms

PWM-Ausgang:

bei Us = +40 V Funktionsstörung!

IC:

bei Us = +84 V Zerstörung!

Störfestigkeitsbewertung für EUBs, leitungsgeführt (5)

Ergebnis:

- ◆ Prüfpegel der Systemebene nicht einfach auf IC-Ebene übertragbar
- ◆ Systemnorm testet den IC immer in einer speziellen Applikation
- ◆ Ergebnisse meist nicht aussagekräftig für eine andere Applikation

Lösung:

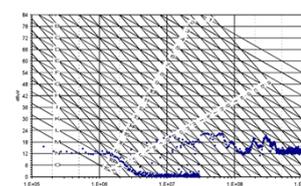
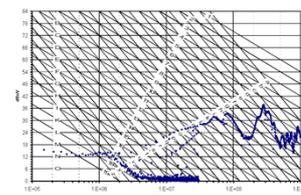
- ◆ Prüfung und Bewertung auf IC- und EUB-Ebene erfolgt sinnvollerweise nach unterschiedlichen Methoden
- ◆ Anwendung IC spezifischer Normen, denn diese charakterisieren die EMV-Eigenschaften eines ICs losgelöst von einer speziellen Anwendung.

TEM / GTEM – Zelle

zur Charakterisierung der EMV-Eigenschaften von ICs:



Bildquelle: G. Winkler, B. Deuschmann, K. Lamedschwandner, T. Ostermann:
"Störemission integrierter Schaltungen im Vergleich zur Störstrahlung elektronischer
Geräte", Tagungsband Mikroelektroniktagung 2003, S. 221 – 226



Störemissionsplots

Zusammenfassung

- **So früh als möglich:** Entwicklungsbegleitende Messungen sind nicht teuer und bringen viel.
„Vorbeugen ist besser als heilen“
- **Präzision gefragt:** „Over and Undertesting“ sind nicht erwünscht
- **Kenntnis von Normen und deren Übergangsfristen** vermeidet, dass in kurzen Zeitabständen 2x geprüft werden muss – Normenberatung der Labors in Anspruch nehmen! – **Wir sind immer für Sie da!**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Literatur



Kfz-EMV-RL 2004: „Richtlinie der Kommission 2004/104/EG vom 14. Oktober 2004 zur Anpassung der Richtlinie 72/245/EWG des Rates über die Funkentstörung (elektromagnetische Verträglichkeit) von Kraftfahrzeugen an den technischen Fortschritt und zur Änderung der Richtlinie 70/156/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebszulassung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern“, Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 337, 13.11.2004, S. 13-58

Lamedschwandner, K.; Preineder, H.; Nakovits, T.; Ostermann, T.: **„Störaussendungsmessungen im Nahfeld von Printed Circuit Boards – Grenzen und Möglichkeiten“**, EMV 2010, Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, 9. – 11. März 2010, Düsseldorf, Proceedings S. 153 – 160, VDE-Verlag, ISBN 978-3-8007-3206-7

Lamedschwandner, K.; Preineder, H.; Winkler, G.; Deutschmann, B.; Ostermann, T.: **„EMV elektronischer Unterbaugruppen und integrierter Schaltkreise im Kraftfahrzeug“**, HF-Report 1/2008, Baltz Verlag, München, S. 40 – 44, ISSN 1431-827X

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 39



Dipl.-Ing. Dr.techn. Kurt Lamedschwandner, M.B.A.
SEIBERSDORF LABORATORIES

Seibersdorf Labor GmbH, 2444 Seibersdorf, Austria
T +43 (0) 50 550-2805, F +43 (0) 50 550-2881
kurt.lamedschwandner@seibersdorf-laboratories.at
www.seibersdorf-laboratories.at

© All rights reserved.
Kurt Lamedschwandner

15. November 2013
Folie 40