

International Trade Fair and Congress for Electromagnetic Compatibility (EMV 2022)

Cologne, Germany
12 – 14 July 2022

Editor:

Heyno Garbe

ISBN: 978-1-7138-6511-7

Printed from e-media with permission by:

Curran Associates, Inc.
57 Morehouse Lane
Red Hook, NY 12571



Some format issues inherent in the e-media version may also appear in this print version.

Copyright© (2022) by Mesago Messe Frankfurt GmbH
All rights reserved.

Printed with permission by Curran Associates, Inc. (2023)

For permission requests, please contact Mesago Messe Frankfurt GmbH
at the address below.

Mesago Messe Frankfurt GmbH
Rotebuehlstrasse 83-85
70178 Stuttgart Germany

Phone: 49 711 619 460
Fax: 49 711 619 4690

info@mesago.com

Additional copies of this publication are available from:

Curran Associates, Inc.
57 Morehouse Lane
Red Hook, NY 12571 USA
Phone: 845-758-0400
Fax: 845-758-2633
Email: curran@proceedings.com
Web: www.proceedings.com

Inhaltsverzeichnis

EMV-Analyse in Resonanzbereich

Resonanzanalyse und Resonanzidentifikation mittels Eigenmoden Jan Benz, Dr. Jan Hansen, Robert Bosch GmbH; Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund	3
Analyse der leitungsgeführten Störungen einer frequenzvariablen Resonanzinvertertopologie im elektrifizierten Antriebsstrang Jan Loos, Lukas Mariack, Prof. Dr. Kerstin Siebert, Hochschule Ruhr-West	11
Simulation von stark fehlangepassten und hochresonanten Leitungsnetzwerken im Zeit- und Frequenzbereich Phillip Schulz, Peter Markgraf, Dr. Mathias Magdowski, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	19
Messung und Simulation der Eigenresonanzen durch Mehrfachreflexionen in einem Leitungsnetzwerk im Frequenz- und Zeitbereich Dr. Mathias Magdowski, Peter Markgraf, Phillip Schulz, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	27

Störfestigkeit – Teil 1

Effect of electromagnetic interference on integrated circuits Andreas Czulwik, Stefan Bieder, Sebastian Tonder, Universität Duisburg-Essen; Sven Fisahn, Martin Schaarschmidt, Bundeswehr Research Institute for Protective Technologies and CBRN Protection	37
Anforderungen an ESD- Schutzbauteile für Ethernet- Schnittstellen Dr. Bernd Körber, Tom Wunderlich, Forschungs- und Transferzentrum e.V. der Westfälischen Hochschule Zwickau	45
Störfestigkeitsanalyse von 100BASE-T1 und 1000BASE-T1 Automotive Ethernet Kommunikationssystemen mittels Direct Power Injection* Carina Austermann, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund; Michael Kleinen, Marcel Olbrich, Dr. Sebastian Jeschke, EMC Test NRW GmbH; Dr. Christian Hangmann, Ingo Wüllner, SIL Systems Integration Laboratory GmbH	49
Simulationsbasierte Analyse der Störfestigkeit von ausgedehnten CAN FD Netzwerken gegen elektromagnetische Felder Carina Austermann, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund	57

Leistungselektronik

- Störaussendungen von Antrieben in industriellen DC-Netzen** 69
Prof. Dr. Holger Borchering, Dr. Johann Austermann, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe; Lukas Fraeger, BLOCK Transformatoren-Elektronik GmbH; Winfried Hovestadt, KEB Automation KG
- Regelsystem zur Einstellung des optimalen Schaltzeitpunktes bei Schaltflankensynchronisation** 77
Philipp Marx, Nicolas Lomberg, Philipp Ziegler, Prof. Dr. Jörg Roth-Stielow, Universität Stuttgart
- Nichtlineare EMV-Optimierung von periodischen Gate-Ansteuerungssignalen im Frequenzbereich mit dem Newton-Verfahren** 85
Caroline Krause, Dr. Andreas Bendicks, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund
- Kompensation von Asymmetrien im Aufbau des gegenphasigen Inverters zur Minimierung der Gleichtaktstörung*** 93
Jonas Bertelmann, Dr. Michael Beltle, Prof. Dr. Stefan Tenbohlen, Universität Stuttgart; Roland Eidher, Robert Bosch GmbH

Charakterisierung und Vermeidung leitungsgebundener Störungen

- Motor-Impedanzmessungen im aktiven Betriebszustand anhand einer permanent-magneterregten Synchronmaschine** 101
Michaela Gruber, Niclas Dölzer, Dr. Michael Beltle, Prof. Dr. Stefan Tenbohlen, Universität Stuttgart
- Nahfeldbasierte Charakterisierung eines schnellen Bus-Systems zur Bestimmung des Störpotentials und der Auslegung von Filtermaßnahmen** 109
Robert Jan Nowak, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund
- Kopplungsdämpfung einpaariger SPE-Kabel bei tiefen Frequenzen** 117
Bernhard Mund, bda connectivity GmbH
- Optimierte Anordnung von Ferritkernen auf Leitungen für eine breitbandige Filterwirkung** 119
Steffen Schulze, Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG; Dr. Moawia Al-Hamid, Prof. Dr. Marco Leone, Universität Magdeburg

EMV-Normung

- Wie geht es weiter mit der statistischen Auswertung der Funkstörungen von Seriengeräten? Das Projekt EN 50715** 129
Frank Deter, Miele & Cie. KG; Prof. Wilhelm Kleppmann, Hochschule Aalen; Martin Egger, Bosch-Siemens Hausgeräte
- Simulative Abschätzung des Einflusses eines Höhenscans in Vollabsorberhallen auf die maximale gemessene Feldstärke** 137
Dr. Jörg Petzold, Dr. Mathias Magdowski, Prof. Dr. Ralf Vick, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Significance of ISO7637 Pulse 2a to Integrated Circuits (ICs)** 143
Dr. Karim Kaschani, Johannes Jahn, Elmos Semiconductor SE
- Betrachtung der Feldminimierungsmaßnahmen gemäß 26. BImSchVVwV und der Grenzwerteinhaltung bei Feldüberlagerung im Verteilnetz** 151
Dr. Matthias Schilcher, Bayernwerk Netz GmbH

Störfestigkeit – Teil 2

- Analysis of sensor disturbances caused by IEMI** 159
Arne Pahl, Prof. Dr. Stefan Dickmann, Helmut-Schmidt-Universität
- Störfestigkeit im Nahbereich – Vergleich der mit Antennen erzeugten Felder gemäß ISO 11452-9 und DIN EN 61000-4-39** 167
Prof. Dr. Sven Battermann, Fachhochschule Bielefeld; Dieter Schwarzbeck, Schwarzbeck Mess-Elektronik OHG
- Störfestigkeit eines Radar-Sensors: analysiert und verbessert mit 3D-Feldsimulationen** 175
Dr. Uwe Neibig, Robert Bosch GmbH
- Beeinflussung von WLAN-Verbindungen durch ISM-Anwendungen**** 183
Henrik Brech, Prof. Dr. Heyno Garbe, Leibniz Universität Hannover; Dieter Schwarzbeck, Schwarzbeck Mess-Elektronik OHG;

Risikoanalyse

- IEMI Vulnerability Analysis for Different Smart Grid-enabled Devices** 193
Arash Nateghi, Dr. Martin Schaarschmidt, Bundeswehr Research Institute for Protective Technologies and NBC Protection; Fernando Arduini, Dr. Marian Lanzrath, Dr. Michael Suhrke, Fraunhofer Institute for Technological Trend Analysis
- Functional Safety Risks of Smart Power Devices due to EMI** 201
Prof. Dr. Bernd Deutschmann, Daniel Kircher, Graz University of Technology

Strahlungsgeführte Verfahren

- Validierungsverfahren von EMV-Messplätzen im Frequenzbereich von 18 – 40 GHz** 211
Prof. Dr. Sven Battermann, Fachhochschule Bielefeld; Dr. Markus Metzger, Conformitas GmbH & Co. KG; Jochen Riedelsheimer, Albatross Projects GmbH; Friedrich-Wilhelm Trautnitz
- Analyse und Vergleich der Feldeigenschaften nach DIN EN 61000-4-21 in elektrisch großen Prüflingen bei HIRF- und DCI-Anregung** 219
Jan Ückerseifer, Xinyu Wei, Prof. Dr. Frank Gronwald, Universität Siegen
- A Transfer Function Method to Calculate the Outcome of Radiation Measurements of a Buck Converter** 227
Paul Bischoff, Alexander Engeln, Prof. Dr. Stefan Dickmann, Helmut-Schmidt-Universität

Laden

- Messtechnische Bestimmung der Impedanz von Elektrofahrzeugen im induktiven Ladebetrieb** 237
Michael Kleinen, Dr. Sebastian Jeschke, Marcel Olbrich, Jörg Bärenfänger, Jonas Bünnemann, EMC Test NRW GmbH
- Untersuchung der Koppelimpedanz von induktiven Ladesystemen zur Quantifizierung der Einkopplung von Burst und Surge Impulsen** 245
Dr. Sebastian Jeschke, Marcel Olbrich, Michael Kleinen, Jörg Bärenfänger, EMC Test NRW GmbH
- Robuste Auslegung der Ladekommunikation für zukünftige Anforderungen** 253
Matthias Trebeck, Westsächsische Hochschule Zwickau; Dr. Bernd Körber, Thomas Opp, Forschungs- und Transferzentrum e.V.

Elektromagnetische Felder in der Umwelt und elektrostatische Entladungen

- Körperexposition durch Magnetfelder induktiver Ladesysteme – Personenschutz in den Projekten TALAKO und MILAS** 257
Prof. Dr. Markus Clemens, Dr. Norman Haussmann, Dr. Martin Zang, Amelie Burkert, Prof. Dr. Benedikt Schmuelling, Bergische Universität Wuppertal
- Messung der Feldverteilung von Windkraftanlagen anhand eines skalierten Modells** 259
Cornelia Reschka, Prof. Dr. Heyno Garbe, Leibniz Universität Hannover
- SEED-Simulationen für ESD-Design in Automotive High-Speed Anwendungen** 265
Dr. Andreas Hardock, Sergej Bub, Nexperia Germany GmbH; Prof. Dr. Jens Werner, Jade Hochschule Wilhelmshaven
- ENAMS - ein innovatives flächendeckendes Störfeldstärkenmesssystem** 267
Prof. Dr. Michael Hartje, Hochschule Bremen; Klaus Eichel, Dr. Andreas Lock, DARC

Akkreditierung

Lessons from Proficiency Testing in EMC Emrah Tas, Federal Institute of Metrology METAS	277
Konformitätsaussage, Entscheidungsregel und Messunsicherheit nach ISO/IEC 17025:2017 bzw. DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Anton Kohling, ANKO-EMC-Consulting GmbH	279
Laborvergleich IEC 61000-4-3: Konsequenzen für die Normung? Christian Paulwitz, Simon Scheck, Dr. Stefan Weber, TDK Electronics AG	287
Einfluss verschiedener Datenformate auf frequenzabhängige mit Impedanzanalysatoren gemessene Impedanzen Dr. Mathias Magdowski, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; Prof. Dr. Matthias Hampe, Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften	295

HV und Elektrofahrzeug

Analyse, Optimierung und Verifizierung eines HV-Steckers Dr. Thomas Gneiting, AdMOS GmbH; Bernhard Mund, bda connectivity GmbH	305
Bewertung des Filteraufwands für HV Fahrzeuge vom geschirmten 400V zum ungeschirmten 800 V-HV-System Dr. Peter Olbrich, Dr. Bastian Arndt, Mario Kießlich, AVL Software and Functions GmbH	307
Vorstellung eines Messverfahrens zur Erfassung von wechselrichterinduzierten Lagerströmen in automobilen Anwendungen Dr. Bastian Arndt, Dr. Peter Olbrich, Mario Kießlich, AVL Software and Functions GmbH	313
Bewertung verschiedener Verfahren zur Impedanzmessung von Batteriemodulen Manuel Haug, Dr. Michael Beltle, Prof. Dr. Stefan Tenbohlen, Universität Stuttgart	319

Analyse und Modellierung von Leitungs- und Verbindungsstrukturen

Bestimmung der Übertragungsfunktion einer verzweigten Leiterstruktur mit unbekannter Leitungsimpedanz Felix Burghardt, Nico Feige, Prof. Dr. Heyno Garbe, Leibniz Universität Hannover	329
Effiziente Breitbandanalyse der Abstrahlung elektrischer Verbindungsstrukturen auf modaler Basis** Hannes Schreiber, Prof. Dr. Marco Leone, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	337
Modales Netzwerkmodell für die Feldeinkopplung in Verbindungsstrukturen innerhalb von Metallgehäusen mit kleinen Öffnungen** Christoph Lange, Bastian Lorenz, Prof. Dr. Marco Leone, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	345
Sensitivitätsanalyse inhomogener Mehrfachleitungsstrukturen unter Nutzung eines modalen Ersatzschaltbildes* Sebastian Südekum, Philipp Herwig, Prof. Dr. Marco Leone, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	353

Aktive Filterung

- Vergleich zwischen parallelen und pseudo-kaskadierten adaptiven Kerbfilterarchitekturen zur breitbandigen aktiven Unterdrückung elektromagnetischer Störungen*** 363
Tobias Dörlemann, Jens Aigner, Dr. Andreas Bendicks, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund
- Dynamic Feedforward Control for an Active Three Phase EMI Filter*** 371
Stefan Hänsel, Sebastian Nielebock, Siemens AG; Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund
- LCL-Filter Dimensionierung für Vierleiter-Gleichspannungsstromrichter mit Aktiv-Filter Funktionalität** 379
Benjamin Hoepfner, Prof. Dr. Ralf Vick, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Industrie

- Lebensdauerbeeinträchtigungen von Geräten durch Ausgleichsströme beim Betrieb im industriellen offenen DC-Netz*** 389
Simon Puls, Lenze SE; Dr. Johann Austermann, Prof. Dr. Holger Borcharding, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- Erdungskonzept für einen halbleiterschalteten Marxgenerator mit resonanter Aufladung** 397
Dr. Martin Sack, Johannes Ruf, Dennis Herzog, Prof. Dr. Georg Müller, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Leiterplatten-basierte Abtrenntechnologien zum Überlastschutz von Überspannungsschutzgeräten für den Einsatz in leistungsstarken Telekommunikations- und signalverarbeitenden Netzwerken** 405
Steffen Pfortner, Dr. Gernot Finis, Dr. Martin Wetter, Holger Heckler, Phoenix Contact GmbH & Co. KG
- Pointer Image Theory Usage for Common Mode Current Prediction at Power Lines** 413
Muhammad Septian Alamsyah, Francinei Vieira, Prof. Dr. Heyno Garbe, Leibniz Universität Hannover; Prof. Dr. Sebastian Koj, Jade University of Applied Science

Leitungsgebundene Störungen und Messtechnik in der Luftfahrt

- Ein Umrichter-Motor-Prüfstand zur Untersuchung leitungsgebundener Emissionen im Fehlerfall** 423
Maximilian Schubert, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.; Dr. Henrik Oertel, DLR
- Leitungsgebundene Störungen eines Flugzeugantriebsstrangs unter asymmetrischer Last** 425
Dr. Robert Keibel, Dr. Thiemo Stadtler, Airbus Operations GmbH; Maximilian Schubert, DLR
- Hochgenaues Zeitnormal für die synchrone Erfassung elektromagnetischer Felder am Boden und in der Luft** 431
Karsten Schubert, Prof. Dr. Jens Werner, Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth

Medizintechnik und Magnetfeld

- Praktische Erfahrungen mit Magnetfeldprüfungen in der Medizintechnik** 437
Harald Buchwald, CSA Group Bayern GmbH; Dr. Ralf Heinrich, AMETEK CTS Europe GmbH
- Beeinflussung von Medizingeräten hinsichtlich RFID und Prüfverfahren am Beispiel AIM 7351731 und IEC 60601-1-2 Ed. 4.1** 445
Robert Bader, Josef Bauer, Kaan Demir, SGS Germany GmbH

Spezielle Messtechnik

- S-Parametermessung zur Lokalisation von Störungen in Schirmen** 451
Christian Siebauer, Prof Dr. Heyno Garbe, Leibniz Universität Hannover
- MATLAB/Octave function to evaluate time-domain signals according to the measurement bandwidth and average/peak detector of EMI test receivers** 459
Dr. Andreas Bendicks, Tobias Dörlemann, Caroline Krause, Prof. Dr. Stephan Frei, Technische Universität Dortmund
- Development of a Smart RF Gain Equalizer for Broadband Power Amplifier Applications** 467
Dr. Ludovic Bacqué, Prâna Recherche et Développement SASU; Dr. Hamza Turki, Dr. Maxime Schutz, INOVEOS

* *nominiert für den Young Engineer Award*

** *nominiert für den Best Paper und Young Engineer Award*