

Doubly-fed induction machine

Bearingless PM motor



Institute for Electrical Energy Conversion- Short description (status May 2008) -

Institut für
Elektrische
Energiewandlung

Institute for
Electrical Energy
Conversion

Prof. Dr.-Ing. habil.
Dr. h.c. A. Binder

Landgraf-Georg-Str. 4
64283 Darmstadt

Tel. +49 6151 16 - 2867
Fax +49 6151 16 - 6033
abinder@ew.tu-darmstadt.de

Director of the Institute: Prof. Binder (Full Professor)
Speaker of DFG-research group FOR575 „ High-frequency parasitic effects in inverter-fed electrical drives “

Institute: Electrical Energy Conversion
Faculty: Electrical Engineering & Information Technology

Institute Focus: Electric machines, drives, trains, actuators, energy converters and energy storage devices

Date
26. August 2008

Secretary: Mrs. Braun

Research assistants (PhD):

Chip Sabirin - Magnetic bearings for high-speed drives
Gabriel Munteanu - Bearing less high-speed motor
Boris Janjic - Integrated drives for mechatronic pump systems
Mehran Mirzaei - Additional losses in inverter-fed machines
Csaba Deak - Highly utilized permanent magnet drives
Xiaoli Cui - Small hydro-generators
Lin Feng - Failure consequences in X-by-wire PM-Actuators
Hooshang Gholizad - Variable impedance induction motors
Thomas Knopik - Premium efficiency induction motors
Oliver Magdun - Bearing currents in electric machines
Yoseph Gessese - Solid rotor induction motor for high-speed
Akeshi Takahashi - PM-Motors with starting cage

Post doc:

Bogdan Funieru - Numeric calculation methods for electric machines
E. Obe - Self-excited reluctance generators

Page: 1/5



External PhD students:

Reinhard Hagen - Inverter-fed induction machines

Administrative-technical employees:

- 2 Skilled workers (Mechanical workshop)
- 2 Skilled workers (Electrical workshop)
- 1 Technical assistant

Additional support by the "Central workshop" of the Faculty "Electrical Engineering and Information Technology"

Information page in www: <http://www.ew.e-technik.tu-darmstadt.de/>

Equipment:

- ▶ Two lab halls with total 1200 kVA-Transformer-supply,
- ▶ Load facilities (dynamos, torque transducers) for electrical machines up to approx. 250 kW
- ▶ Rotary converters for three-phase current: 40 kVA - 400 / 800 Hz, 200 kVA – 200 Hz, High voltage-transformer 250 kVA -3/5/6kV
- ▶ Different laboratory-converters and inverters to proof all kinds of electrical machines and actuators with or without inverter supply
- ▶ Equipment for electronic current, voltage and power measurements
- ▶ Mechanical workshop for manufacturing prototype E-motors (e.g. permanent-magnet motors up to 100 kW)
- ▶ Electrical workshop for control modules, measuring adapters, modification of inverters etc.
- ▶ Local PC-Network with color printer, scanner etc.
- ▶ Workstations with field calculation programs (2D, 3D: MEGA, ANSYS, FEMAG, FLUX2D) and design programs for the electro-magnetic layout of motors, special transformers, actuators
- ▶ Simulation programs (Dymola/Modelica, MATLAB/SIMULINK) for dynamic and controlling problems of the drive engineering, actuating elements and electrical trains

Information about the Institute "Electrical Energy Conversion"

The Institute "Electrical Energy Conversion" belongs to the Faculty (Department) of "Electrical Engineering and Information Technology" at Darmstadt University of Technology. It has a long lasting tradition, because it arose already in 1919 from the former Institute „Electrical machines“, that was founded by Erasmus Kittler, the worldwide first university professor for Electrical Engineering (1882). Under the direction of Prof.Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Andreas Binder lectures, tutorials, laboratories und excursions with the focus on electrical machines, transformers and actuators, drive systems and electrical trains and E-drive systems for cars are offered.

The main focus for the research topics is in the following fields:

- High-speed drives
- Magnetic levitation
- Bearing currents at inverter supply
- Drive components for the electrical traction (train, car)
- Linear motors and direct drives (gearless)
- Generators for wind and hydraulic energy
- Numerical design of electric machines
- Mechatronic drive systems



Research group „High-frequency parasitic effects in inverter-fed electrical drives“:

Topics:

- Numerical modeling of high frequency effects
- Bearing currents
- Stress and safety of the winding (arrester)
- Layout of the inverter
- Additional losses

Key words:

Computer aided design, numerical field calculation, electric traction vehicles, poly phase drives, permanent magnets, interaction inverter-electric motor, bearing currents, high-speed, magnetic levitation, actuators, fly-by-wire, drive-by-wire, direct drives, linear motor, HTSL-transformer, wind generators, hydro generators

Further education offers:

External basic and advanced courses about electric drives and the design of electric machines, also in cooperation with the VDE „Lebenslanges Lernen“ (lifelong education). Special tutorials dealing with selected problems of the drive technology on demand.

Co-operations of the recent years:

Industry:

ELIN-EBG Electro motors GmbH, Siemens AG, VA TECH HYDRO GmbH, LTI-Drives (former: Lust Antriebstechnik), Levitec, Schenck Rotec, SEW Eurodrive, Bosch, ATB Motors, VAC, Oswald Motors, IDAM, SAD, Bosch Rexroth, Motor factory Faurndau, foundation Energy Research Baden-Württemberg, Baumüller, Hitachi, GIANT LION KNOW-HOW Co., LTD., BMW München, Johannes Hübner-Gießen

Universities:

TU Dresden, University Hannover, University Zilina, Polytechnical University of Bucharest, Graz University of Technology, Vienna University of Technology, University Cluj-Napoca (Klausenburg), University of Podgorica

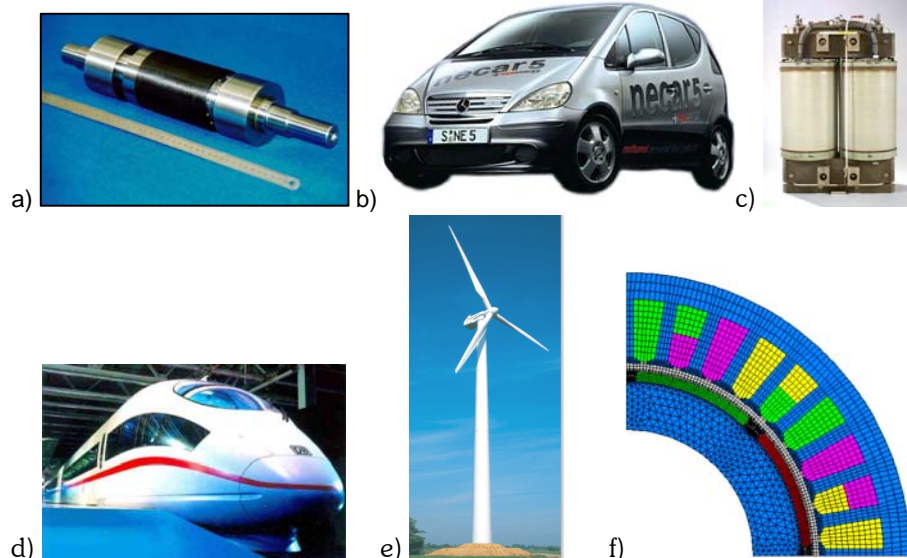


Fig. 1: Focuses of research: a) Magnetic levitated PM-rotor 40 kW, 40000 rpm, b) Simulation E-Drive for cars (Daimler), c) Superconducting locomotive-transformer (Siemens), d) PM-drive for ICE3 (Siemens), e) Wind generators, f) Electric motor design



a)



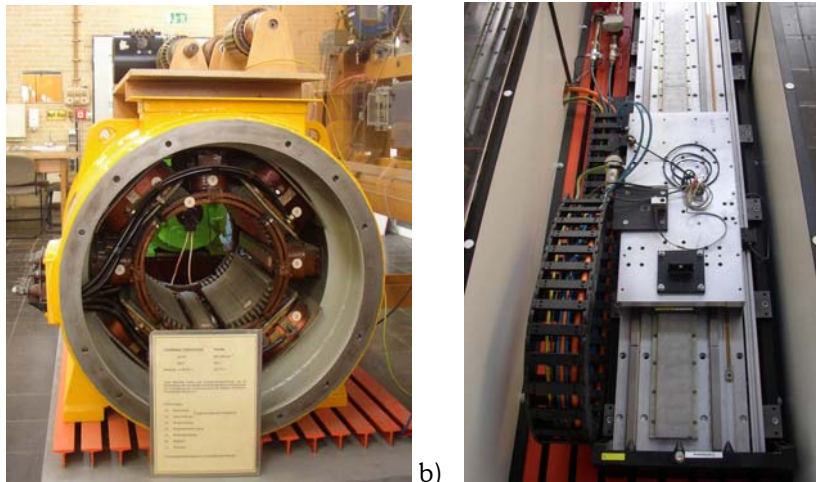
b)



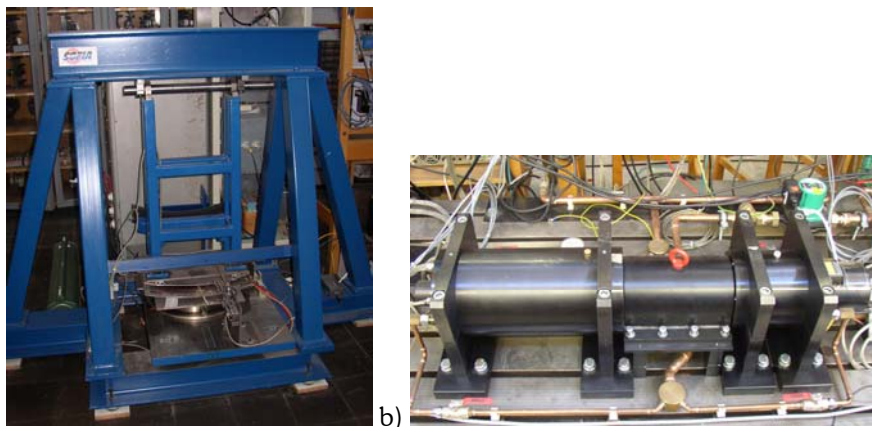
c)

Fig. 2: Laboratory for E-Machines and drives

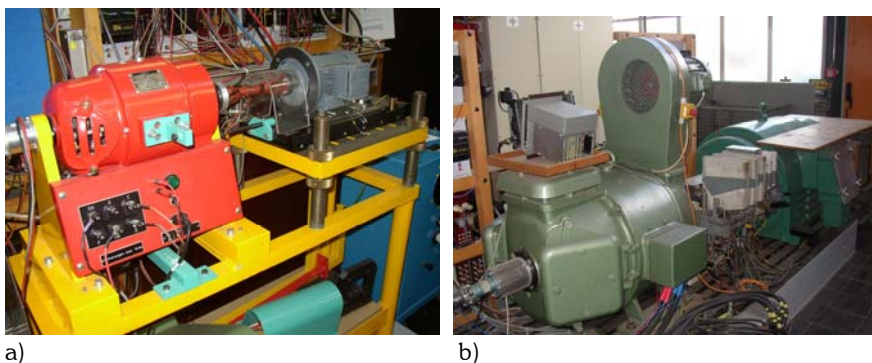
a) Laboratory for student education, b) Research laboratory, c) like a): view from the front



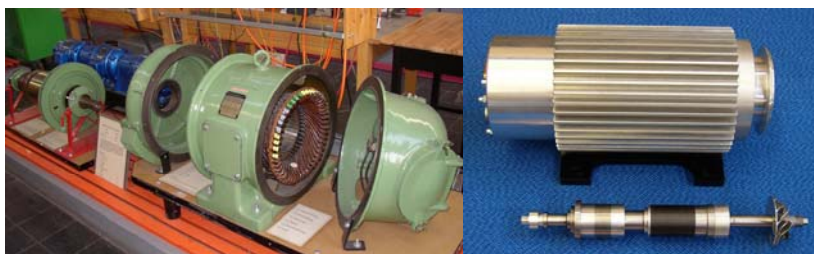
a) b)
Fig. 3: Education: a) DC-machine, b) PM-synchronous linear motor



a) b)
Fig. 4: Research: Test benches for a) slot less PM-synchronous linear motor (drive for stratosphere-infra-red-telescope SOFIA), b) magnetic levitated PM synchronous drive 40 kW, 40000 rpm



a) b)
Fig. 5: Research: a) Dynamo measurement of the efficiency of standard induction motors, b) 200 Hz rotary three-phase sinus converter 200 kW



Doppeltgespeiste Asynchronmaschine

Lagerloser PM-Motor



Institut für Elektrische Energiewandlung

Technische Universität Darmstadt

- Kurzbeschreibung (Stand Dezember 2007) -

Institut für
Elektrische
Energiewandlung

Institute for
Electrical Energy
Conversion

Prof. Dr.-Ing. habil.
Dr. h.c. A. Binder

Landgraf-Georg-Str. 4
64283 Darmstadt

Tel. +49 6151 16 - 2867
Fax +49 6151 16 - 6033
abinder@ew.tu-darmstadt.de

Datum
16. Mai 2008

Institutsdirektor: Prof. Binder (C4-Professor)

Sprecher der DFG-Forschergruppe FOR575 „Höherfrequente Parasitäreffekte in umrichter gespeisten elektrischen Antrieben“

Fachgebiet: Elektrische Energiewandlung

Schwerpunkte: Elektrische Maschinen, Antriebe, Bahnen, Aktoren, Energiewandler/-speicher

Sekretariat: Frau Braun

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

- Chip Sabirin - Magnetische Lagerung für Hi-Speed-Antriebe
- Gabriel Munteanu - Lagerloser Hochdrehzahl-Motor
- Boris Janjic - Integrierte Antriebe für mechatronische Pumpensysteme
- Mehran Mirzaei - Zusatzverluste in umrichter gespeisten Maschinen
- Csaba Deak - Hochausgenützte Permanentmagnet-Antriebe
- Xiaoli Cui - Small Hydro-Wasserkraftgeneratoren
- Lin Feng - Fehlerauswirkungen in X-by-wire PM-Aktoren
- Hoshang Gholizad - Variable Impedance Induction Motors
- Thomas Knopik - Premium efficiency Induction Motors
- Oliver Magdun - Lagerströme in E-Maschinen
- Yoseph Gessese - Massivläufer-Asynchronantriebe für hohe Drehzahlen
- Akeshi Takahashi - PM-Motoren mit Anlaufkäfig

Post doc:

- Bogdan Funieru - Numerische Berechnungsverfahren für E-Maschinen
- E. Obe - Selbsterregte Reluktanzgeneratoren

Externe Promotionsstudenten:

- Reinhard Hagen - Umrichter gespeiste Asynchronmaschinen

Seite: 1/5



Administrativ-technische Stellen:

- 2 Facharbeiter (Mechanische Werkstatt)
- 2 Facharbeiter (Elektronik-Werkstatt)
- 1 Technische Zeichnerin

Weitere personelle Unterstützung durch die Zentralwerkstatt des Fachbereichs „Elektrotechnik und Informationstechnik“

Info-Seite im Internet <http://www.ew.e-technik.tu-darmstadt.de/>

Ausstattung:

- ▶ Zwei Maschinensäle mit insgesamt ca. 1200 kVA-Trafo-Einspeisung,
- ▶ Belastungseinrichtungen (Pendelmaschinen, Messwellen) für Maschinen bis ca. 250 kW
- ▶ Sinusumformer für Drehstrom 40 kVA - 400 / 800 Hz, 200 kVA – 200 Hz, Hochspannungstrafo 250 kVA -3/5/6kV
- ▶ Unterschiedliche Prüffeld-Umformer und Umrichter zur Erprobung aller Arten von elektrischen Maschinen und Aktoren mit oder ohne Umrichterspeisung
- ▶ Messgerätepark zur elektronischen Strom-/Spannungs-/Leistungsmessung
- ▶ Mechanische Werkstatt (Eigenbau von Prototypmotoren z.B. permanentmagneterregte Motoren bis 100 kW)
- ▶ Elektronikwerkstatt für Aufbau von Regelungsbaugruppen, Messadapter, Umbauten an Umrichtern etc.
- ▶ Lokales PC-Netzwerk mit Farbdrucker, Scanner etc.
- ▶ Workstations mit Feldberechnungsprogrammen (2D, 3D: MEGA, ANSYS, FEMAG, FLUX2D) und Auslegungsprogrammen für elektromagnetisches Design von Motoren, Sondertrafos, Aktuatoren
- ▶ Simulationsprogramme (Dymola/Modelica, MATLAB/SIMULINK) für dynamische und regelungstechnische Probleme der Antriebstechnik, Aktorik und elektrischen Bahnen

Information zum Fachgebiet „Elektrische Energiewandlung“

Das Fachgebiet „Elektrische Energiewandlung“ am gleichnamigen Institut gehört zum Fachbereich „Elektrotechnik und Informationstechnik“ der TU Darmstadt. Es hat eine lange Tradition im Hause, ist es doch unter seinem früheren Namen „Elektrische Maschinen“ bereits 1919 aus dem unter Erasmus Kittler gegründeten Elektrotechnischen Institut hervorgegangen. Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Binder werden Vorlesungen, Übungen, Praktika und Exkursionen zu den Schwerpunkten Elektrische Maschinen, Transformatoren und Aktuatoren, Antriebssysteme und elektrischen Bahnen angeboten.

Die **Schwerpunkte der Forschung** liegen in folgenden Bereichen:

- Hochdrehzahlantriebe
- Magnetisches Schweben
- Lagerströme bei Umrichterspeisung
- Antriebskomponenten für die elektrische Traktion (Bahn, Automobil)
- Linearmotoren und Direktantriebe (getriebeelos)
- Generatoren für Wind- und Wasserkraft
- Numerische Auslegung elektrischer Maschinen
- Mechatronische Antriebssysteme



Forscherguppe „Höherfrequente Parasitäreffekte in umrichter gespeisten elektrischen Antrieben“:

Themengebiete:

- Numerische Modellierung höherfrequenter Effekte
- Lagerströme
- Wicklungsbeanspruchung und Wicklungsschutz (Ableiter)
- Umrichter bemessung
- Zusatzverluste

Schlagwörter:

Rechnergestützte Modellbildung, numerische Feldberechnung, elektrische Triebfahrzeuge, Drehstromantriebe, Permanentmagnete, Wechselwirkung Umrichter-Elektromotor, Lagerströme, hohe Drehzahlen, Magnetlagerung, Aktoren, Fly-by-wire, Drive-by-wire, Direktantriebe, Linearmotoren, HTSL-Transformator, Windgenerator, Hydrogenerator

Weiterbildungsangebote:

Grundlagenkurse zur elektrischen Antriebstechnik und zur Auslegung von elektrischen Maschinen, auch im Verbund mit dem VDE „Lebenslanges Lernen“. Auf Wunsch spezielle Tutorials zu ausgewählten Problemstellungen der Antriebstechnik.

Kooperationen der letzten Jahre:

Industrie:

ELIN-EBG Elektromotoren GmbH, Siemens AG, VA TECH HYDRO GmbH, Lust Antriebstechnik, Levitec, Schenck Rotec, SEW Eurodrive, Bosch, ATB Motors, VAC, Oswald Motoren, IDAM, SAD, Bosch Rexroth, Motorenwerk Faurndau, Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg, Baumüller, Hitachi, GIANT LION KNOW-HOW Co., LTD., BMW München, Johannes Hübner-Gießen

Universitäten:

TU Dresden, Universität Hannover, Universität Zilina, Polytechnical University of Bucharest, Technische Universität Graz, Technische Universität Wien, University Cluj-Napoca (Klausenburg), University of Podgorica

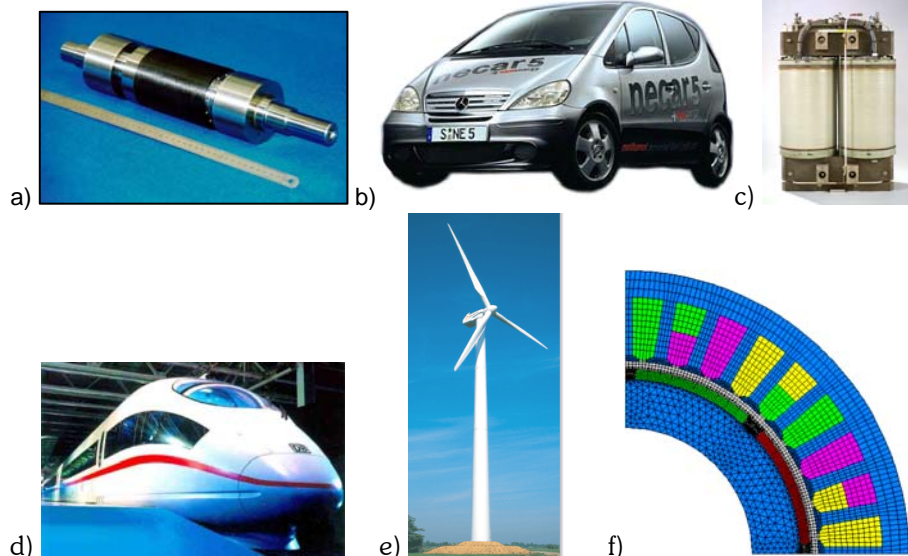
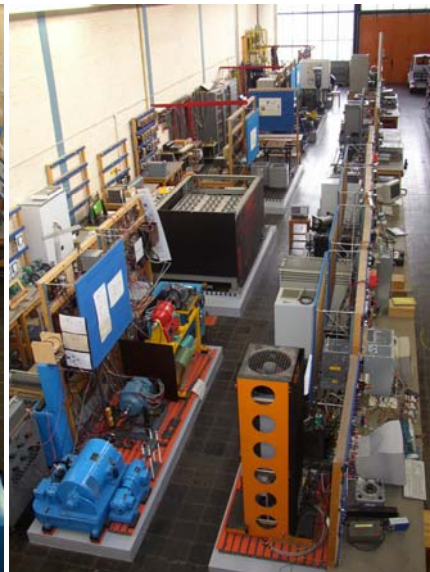


Bild 1: Forschungsschwerpunkte: a) Magnetisch schwebender PM-Rotor 40 kW, 40000/min, b) Simulation E-Antrieb Auto (Daimler), c) Supraleitender Loktrafo (Siemens), d) PM-Antrieb für ICE3 (Siemens), e) Windgeneratoren, f) E-Motorberechnung



a)



b)



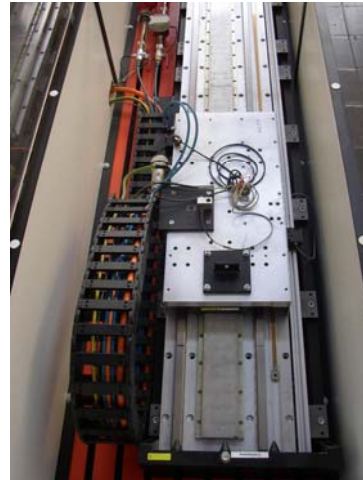
c)

Bild 2: Labor für Starkstrom – E-Maschinen und Antriebe

a) Praktikum für Studierende, b) Forschungslabor, c) wie a): Frontansicht



a)

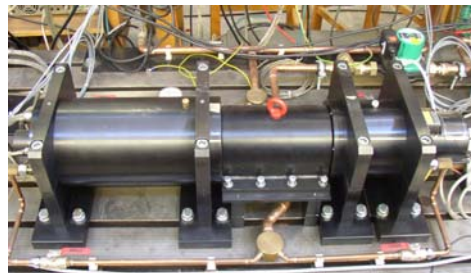


b)

Bild 3: Lehre: a) Gleichstrommotor, b) PM-Synchronelektromotor

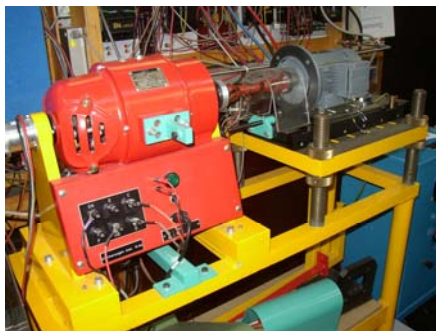


a)



b)

Bild 4: Forschung: Prüfstände für a) nutlosen PM-Synchronelektromotor (Antrieb für Stratosphären-Infrarot-Teleskop SOFIA), b) magnetisch schwebenden Antrieb 40 kW, 40000/min



a)



b)

Bild 5: Forschung: a) Wirkungsgradmessung von Norm-Asynchronmotoren, b) 200 Hz-Sinusumformer 200 kW