



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN
University of Applied Sciences

Embedded Power Electronics

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

Version 27. Oktober 2015



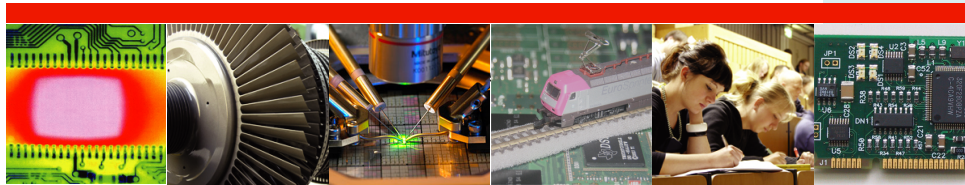
Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur



Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

EPE 1/23

Notizen

Teil I

Einleitung und Organisatorisches



Handout

Notizen

Prof. Dr.-Ing. Sven Tschirley

EPE Teil 1: Einleitung und Organisatorisches 2/23

**Bild- und Tonaufzeichnungen**

- Jegliche Aufzeichnung des seminaristischen Unterrichts in Ton und Bild ist unzulässig und wird als Verletzung des Urheberrechts (§§ 106 ff. UrhG) behandelt.

Verwendung der Unterlagen

- Alle Unterlagen dieses Kurses sind urheberrechtlich geschützt. Die Rechte liegen beim Autor. Die Verwendung in gedruckter oder digitaler Form im Rahmen von Lehrveranstaltungen an der Beuth Hochschule für Technik ist gestattet.
- Eine weitergehende Veröffentlichung der vorlesungsbegleitenden Unterlagen, Aufgaben und Klausuren in gedruckter oder digitaler Form ist nicht gestattet und wird als Urheberrechtsverstoss verfolgt.

Modulbestandteile**Präsenzzeit**

- SU *Embedded Power Eletronics*, 2 SWS
- SU *Modellbasierter Entwurf geregelter elektronischer Systeme*, 2SWS
- UE *Embedded Power Eletronics und Modellbasierter Entwurf geregelter elektronischer Systeme*, 4SWS


Credits

- 5 Credits

Voraussetzungen

- Grundlagen der Elektrotechnik III, Mathematik
- Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik
- Regelungstechnik I und II
- Programmieren in C, Mikrocomputertechnik, Embedded Systemes I und II

**Seminaristischer Unterricht / Vorlesung und Labor**

-  pdf-Dateien aller Vorlesungsfolien im Netz im Lernraumsystem *Moodle*
- Begleitend werden Application Notes der Halbleiterhersteller eingesetzt.
(Please, would you be so kind as to increase your skills in reading english literature!!)

Notizen

Bedienungsanleitung zum Lehrmaterial

- Folien sind **kein Skript** und funktionieren nur **mit der Vorlesung**, sie liefern den roten Faden.
- Folien **ersetzen kein Lehrbuch**.
- Tafelbilder sind nicht auf Folien enthalten.
- Innerhalb oder am Ende eines Foliensatzes finden Sie Aufgaben zur Vertiefung des Verständnisses und begleiten Ihre Nachbereitung der Veranstaltung neben dem Rechnen von Übungsaufgaben.

Vertiefungsaufgaben sind in orange-farbigen Blöcken enthalten

- Diese Aufgaben dienen der Vertiefung des Stoffes.
- Die Aufgaben sind nach *Pflicht* und *Kür* sortiert.
- Inhalte des Vertiefungsstoffes sind auch prüfungsrelevant.

Notizen



Ermittlung der Modulnote: 25% SU Embedded Power Electronics +
25% SU Modellbasierter Entwurf geregelter elektronischer Systeme +
50% UE

Seminaristischer Unterricht

- Prüfung durch eine Klausur
Der Endgültige Termin wird auf der Webseite veröffentlicht
 - Verständnisfragen
 - Rechenaufgaben
 - Entwurfsaufgaben
- Es wird eine Klausur mit zwei Teilen zu je 45 Minuten geschrieben:
 - 1 Embedded Power Electronics
 - 2 Modellbasierter Entwurf geregelter elektronischer Systeme

Notizen



Notizen

Labor Tools: TMDSMTR1PFCKIT mit C2000

- TMS320C28035F 32 bit DSP Control Card
- PFC and Dual BLDC Motor Power Part



Handout

Organisatorisches

Inhalte

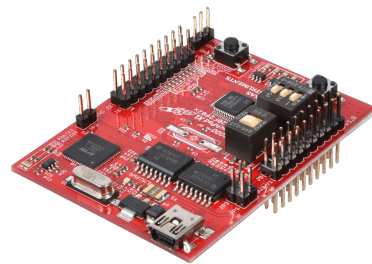
Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Notizen

Labor Tools: LaunchPadXL C2000

- TMS320C28027F 32 bit DSP
- 60 MHz
- 8 PWM Channels, 4HRPWMs
- SPI, UART, I2C
- Leistungsteil ist Eigen



Handout

Organisatorisches

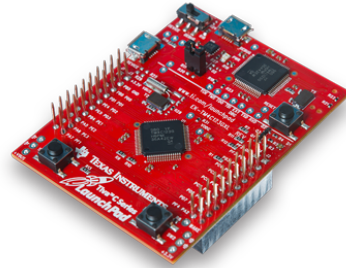
Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Notizen

- 32 bit Tiva C Series
TM4C123GH6PM ARM
Cortex M4 CPU
- 80 MHz
- Flash, PWM, ADCs, UARTs,
SPIs, I2C



Handout

Organisatorisches

Inhalte

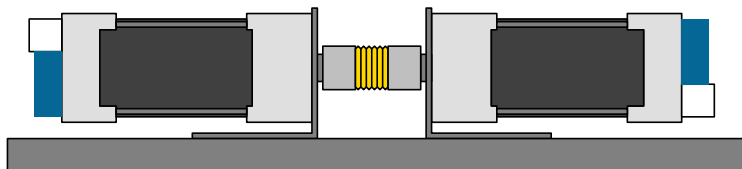
Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Notizen

BLDC-Motor

- BLDC-Motor AC300022 von
Hurst
- $U_{\max} = 24 \text{ V}$, $P_{\text{nom}} = 24 \text{ W}$,
 $n_{\text{nom}} = 2000 \text{ min}^{-1}$
- Hallsensoren für Wicklung
- Encoder
- Datenblatt → moodle



Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Notizen



Handout

Organisatorisches

Inhalte

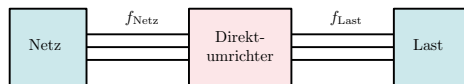
Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

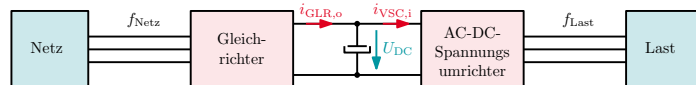
Notizen

Prinzipieller Aufbau von Umrichtern

Direktumrichter¹



Umrichter mit Gleichspannungszwischenkreis



Umrichter mit Gleichstromzwischenkreis



¹ Alle ohne Netz- und Ausgangsfilter



Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Notizen



- System mit 3 Buchstaben/Ziffern
- Erster Buchstabe: **Schaltungsfamilie**
 - **M**: Mittelpunktschaltung
 - **B**: Brückenschaltung
 - **W**: Wechselwegschaltung
- Zweiter Buchstabe: **Pulsanzahl**
Anzahl der nichtgleichartiger Kommutierungen pro Netzperiode
($P = 1, 2, 3, 6, 12, 18, \dots$)
- Dritter Buchstabe: **Steuerbarkeit**
 - **U**: Ungesteuerte Schaltung (Dioden)
 - **H**: Halbgesteuerte Schaltung (Thyristor/Dioden)
 - **C**: voll gesteuerte Schaltung (IGBT, MOSFET, GTO, IGCT)



- **Ungesteuertes Ventil**: Diode
- **Einschaltbares Ventil**: Thyristor
- **Ein- und Abschaltbares Ventil**: IGBT, MOSFET, GTO, IGCT



Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

Definition (Kommutierung)

Kommutierung ist die Stromübergabe von einem Zweig eines Stromrichters an einen weiteren Zweig

- **Stromrichter ohne Kommutierung**
Wechselstrom und Drehstrom werden durch Halbleiterschalter oder Steller weitergereicht
- **Stromrichter mit natürlicher Kommutierung (fremdgeführte Stromrichter)**
Kommutierungsspannung stammt
 - aus dem Netz ➔ *netzgeführte Stromrichter*
 - aus dem Lastkreis ➔ *lastgeführte Stromrichter*
- **Stromrichter mit Zwangskommutierung (selbstgeführte Stromrichter)**
Ansteuerung wird im System selbst erzeugt und durch ein- und abschaltbare Ventile im Leistungsteil umgesetzt

Notizen

Verfahren zur Leistungssteuerung



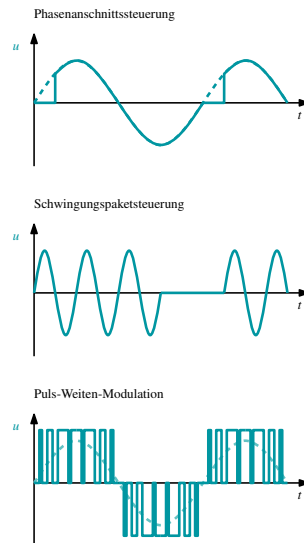
Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur



Notizen



Handout

Organisatorisches

Inhalte

Übersicht:
Leistungselektronische
Systeme

Literatur

[Babel 2007] Babel, G., *Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik*. Vieweg Verlag, Wiesbaden, 1. Auflage. ISBN 978-3-8348-0311-5.

[Isermann 2008] Isermann, R., *Mechatronische Systeme*, Volume 2. Auflage. Springer Verlag. ISBN 978-3-540-32336-5.

[Kubát 1984] Kubát, M., *Power Semiconductors*. Springer Verlag Berlin. ISBN 3-540-12569-8.

[Microchip AN885] Yedamale, P., *Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals*. Technischer Bericht AN885, Microchip Technology Inc. www.microchip.com, Doc. Nr. AN885.

[Schröder 2006] Schröder, D., *Leistungselektronische Bauelemente*. Springer Verlag Berlin. ISBN 3-540-28728-0.

[Schröder 2007] Schröder, D., *Elektrische Antriebe – Grundlagen*. Springer Verlag. ISBN 978-3-540-72764-4.

[Stölting et al. 2011] Stölting, H.-D., Kallenbach, E., und Amrhein, W., *Handbuch Elektrische Kleinantriebe*. Hanser Verlag, 4. auflage Auflage. ISBN 978-3-446-42392-3.

[TI SLAA503] Nisarga, B. und Torres, D., *Sensored 3-Phase BLDC Motor Control Using MSP430*. Technischer Bericht SLAA503, Texas Instruments. www.ti.com, Doc. Nr. SLAA503.

[Wintrich et al. 2010] Wintrich, A., Nicolai, U., Tursky, W., und Reimann, T., *Applikationshandbuch Leistungshalbleiter*. Semikron International GmbH, Verlag ISLE. ISBN 978-3-938843-56-7.

Notizen

Notizen
