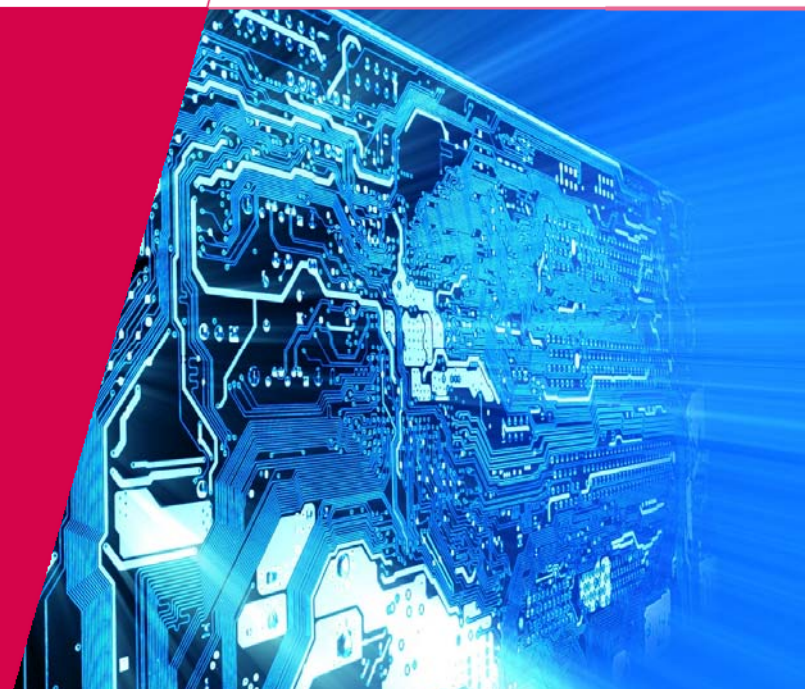




# TU/e Electrical Engineering Electromechanics and Power Electronics group

Dr. ir. Henk Huisman

2017-11-14



**TU/e** Technische Universiteit  
Eindhoven  
University of Technology

Where innovation starts

# Inhoud

- De EPE groep in TU/e
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- Electrificatie – voor en tegen
- Vragen voor u

# Inhoud (1)

2

- De EPE groep in TU/e (even kennismaken)
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- Electrificatie – voor en tegen
- Vragen voor u

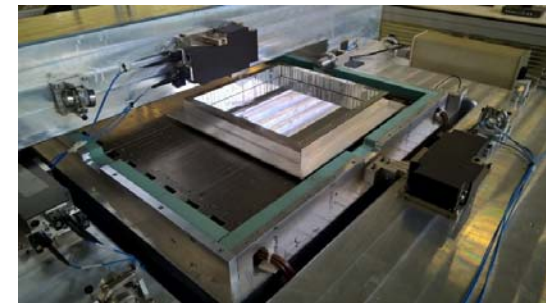
# Electromechanics & Power Electronics group (EPE)

3

- Fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek in Electromechanische en elektrische energieomzetting – Vermogenselektronica (VE)
- Sterke banden met industrie:
  - High tech systems (halfgeleiders, robotica, medisch)
  - Duurzame energie (mobiliteit, transport, “smart” grids)
- 680m<sup>2</sup> modern onderzoekslaboratorium



Groepsvoorzitter:  
Prof. dr. Elena Lomonova



Magnetically levitated  
planar motor



3-phase, bidirectional, isolated  
AC-DC converter

# Groepssamenstelling:

- 3 Hoogleraren
- 2 UHD's
- 10 UD's (waarvan 8 op VE!<sup>1)</sup>)
- 1 Postdoc
- 19 PhDs
- 21 overig: secretariaat, laboratoriumassistenten, college- en practicumondersteuning
- Totaal 55 collega's.



1) VE= Vermogenselektronica

# Vermogenselektronica

5

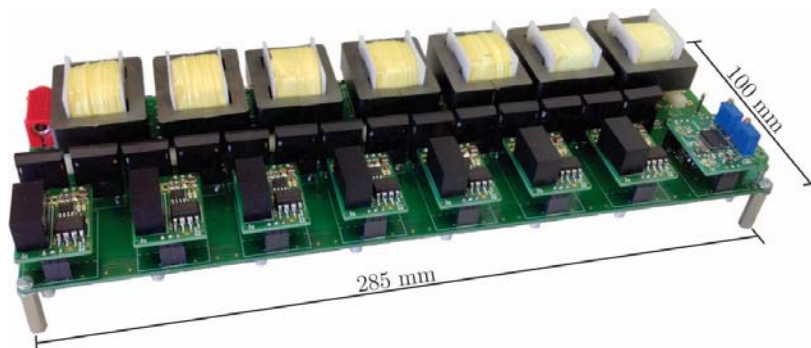
Verzamelnaam voor technieken om elektrisch vermogen te bewerken:  
DC-AC, AC  $\rightarrow$  DC, 1-fase naar 3-fase, 50Hz  $\rightarrow$  60 Hz, etc. etc.

Prestatie wordt afgemeten aan:

- Rendement [%]
- Vermogensdichtheid [kW/L]
- Specifiek vermogen [kW/kg]
- Kosten [kW/€]

Belangrijke trends:

- Nieuwe materialen (SiC, GaN)
- Grotere rekenkracht  $\rightarrow$
- Geleidelijk van Cu, Fe naar Si
- Hogere frequenties



**1997:**  
**Deep-blue chess**  
**supercomputer**  
**11.38 GFLOPS**



**2014:**  
**Samsung**  
**Galaxy S5**  
**142 GFLOPS**  
**(alleen GPU)**

# Power electronics team, voorbeeld van project

6

- Staf op Vermogenselektronica (van ervaren naar jong)
  - Jorge Duarte (UD, 60%)
  - Marcel Hendrix (UD, 20%, Philips)
  - Henk Huisman (UHD, 80%)
  - Jeroen van Duivenbode (Fellow, 20%, ASML)
  - Korneel Wijnands (Prof, 100%)
  - Jan Schellekens (UD, 20%, AME)
  - Steven Wilkins (UD, 20%, TNO)
  - Jordi Everts (UD, 20%, Prodrive)
  - Bas Vermulst (UD, 100%)
  - Maurice Roes (UD, 100%)

UD = Universitair Docent

UHD = Universitair Hoofddocent

Prof = Hoogleraar



50Hz transformer - 102kVA - 410kg



20kHz transformer - 115kVA - 30kg

# Inhoud (2)

7

- De EPE groep in TU/e
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- Electrificatie – voor en tegen
- Vragen voor u



# Taken EPE-groep in Smaragd

8

- Werkpakket (WP) 2: Innovatieve batterij- en aandrijfsystemen voor autonome voertuigen
  - Denk aan Robots / drones
- Overgang naar elektrische aandrijving draagt bij aan de energietransitie in de landbouw
  - Mogelijkheid om zelf-opgewekte energie (zon, wind, biogas) te hergebruiken – lokaal “smart” grid
- Uitdaging: lagere energiedichtheid batterijsystemen t.o.v. fossiele brandstoffen
  - Extreem zuinig met energie omgaan (met name aandrijving) – zo mogelijk energie terugwinnen
  - Zo licht mogelijk construeren
  - Batterijen zorgvuldig beheren, alle opgeslagen energie gebruiken en helemaal volladen

# Smaragd - bemensing bij EPE

9

- Promovendus (PhD)
  - Flex battery systeem, robuust voor verschillende batterijsystemen (Lood-zuur, Nikkel-Metaal Hydride, Li-ion) i.v.m. de snelle ontwikkelingen in dit gebied.
  - Mogelijk bi-directioneel, voor ondersteuning in “smart” grid
- Positie is nog niet ingevuld, wordt dit najaar verwacht.
- Begeleiding: Jorge Duarte en Henk Huisman

# Inhoud (3)

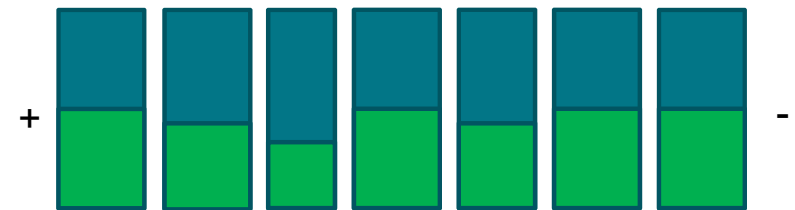
10

- De EPE groep in TU/e
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- Electrificatie – voor en tegen
- Vragen voor u

# Batterijbeheer (1)

11

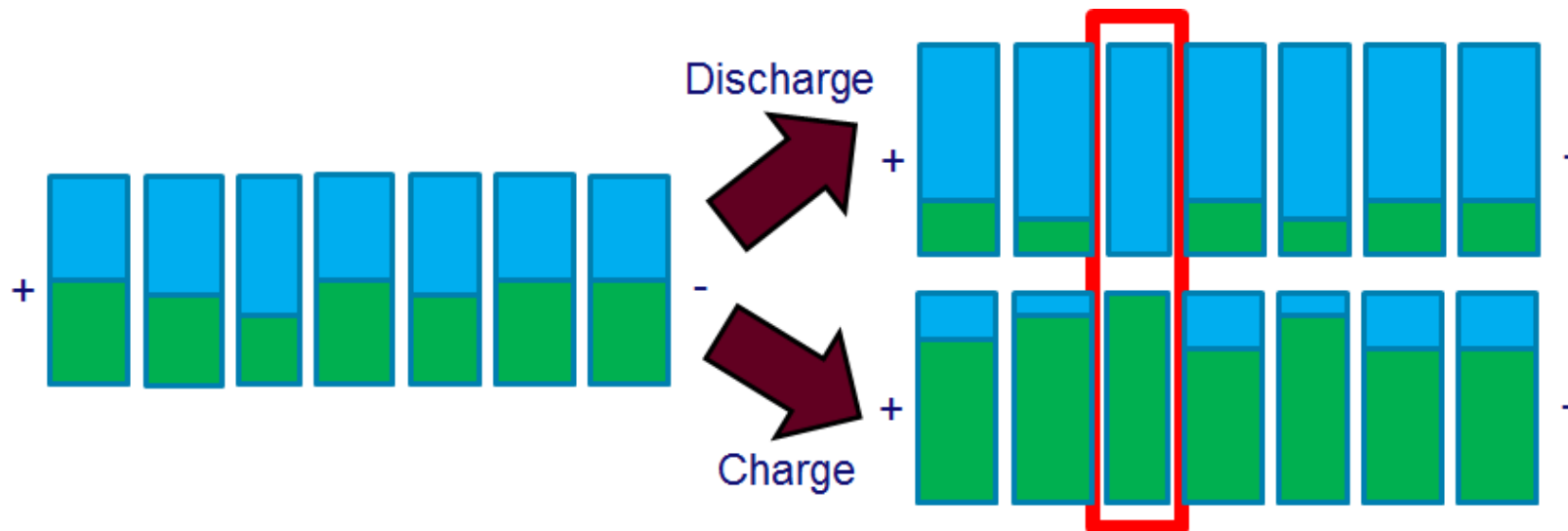
- (Oplaadbare) batterijen worden i.h.a. opgebouwd uit meerdere cellen
  - In serie: voor hogere spanning
  - Parallel: voor meer stroom
  - Meestal beide
- Probleem: niet alle cellen zijn gelijk
  - Verschil door fabricagetoleranties
  - Verschillende geschiedenis (m.n. bij hergebruik)
- Probleem: niet alle cellen zien dezelfde omgeving
  - In het midden of aan de rand – temperatuurverschil
  - Veroudering verloopt verschillend



## Batterijbeheer (2)

12

- Gevolg: de zwakste schakel bepaalt de prestatie
  - Cel met kleinste capaciteit is het eerste vol en het eerste leeg
  - Overige cellen worden maar ten dele gebruikt
  - Batterijsysteem is daardoor groter/zwaarder dan strikt nodig voor toepassing



# Batterijbeheer (3)

13

- Oplossing: balanceren
  - Vereffen het verschil in capaciteit door lading te verplaatsen
- Passief:
  - Ontlaad de volste cellen
  - Eenvoudig
  - Relatief langzaam, energie wordt vernietigd
- Actief:
  - Laad de relatief lege cellen bij vanuit de vollere cellen
  - Ingewikkelder en duurder
  - Snel, meeste energie blijft bewaard
  - Zwakke cellen kunnen hun capaciteit deels herwinnen
- Onderzoek: slim actief balanceren
  - Robuust voor batterijtechnologie (Lood, Li, NMH)

# Inhoud

14

- De EPE groep in TU/e
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- **Electrificatie – voor en tegen**
- Vragen voor u

# Electrificatie – voor en tegen (1)

15

- Fossiele brandstoffen:
  - Zijn eindig
  - Hebben grote energiedichtheid (ca. 48MJ/kg voor diesel), eenvoudig op te slaan
  - Produceren “vervelende” emissies: NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>
- Elektriciteit:
  - Te winnen uit zon en wind
  - Lagere energiedichtheid (ca. 1MJ/kg voor batterijopslag)
  - Geen emissie is mogelijk



## Electrificatie – voor en tegen (2)

16

Consequenties van elektrische landbouwmechanisatie:

- Vaker naar het laadstation (ervaring met E-bussen in Eindhoven)
- Zelf energie opwekken met zon/wind wordt mogelijk
- In sommige gevallen enige terugwinning van energie mogelijk
- Batterijsets in machines kunnen gebruikt worden als buffer voor net-ondersteuning
- Veel betere regelbaarheid; complexere bewegingspatronen kunnen worden gerealiseerd
- Verbetering luchtkwaliteit – emissieloos
- Eenvoudiger integratie in een communicatienetwerk – gebruik van zwermen robots wordt mogelijk



Eén van de 43 elektrische bussen in Eindhoven

- De EPE groep in TU/e
- Onze taken in Smaragd
- Een beetje techniek: batterijbeheer
- Electrificatie – voor en tegen
- Vragen voor u

## Vragen voor en van U – ter discussie

18

- Hoe ziet u de overgang naar elektrische werktuigen in uw bedrijf?
- Hoe snel verwacht u dat deze veranderingen tot stand komen?