



FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

เมคคาทรอนิกส์ - กับวิธีการใช้งานที่ดีกว่า

โดย Dr. Karl Reisinger

- ภาพรวมของการอบรม
- การทำงานสู่การไหลของสัญญาณ

สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น*



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

- วันจันทร์: ขอนแก่น

ฝึกอบรม

- วันอังคาร : มหาสารคาม
 - ออกเดินทางจากโรงแรม 7:30 น.
 - พิธีเปิด
 - อบรม
 - ชมแลประยະสั้นและรับประทานอาหารค่ำ – MSU
- วันพุธ: เยี่ยมชมเว็บไซต์
 - ออกเดินทาง 8.30 น
 - CTV
 - อธิพงษ์ มอเตอร์
 - ชมตลาดต้นตาล จังหวัดขอนแก่น
- วันพฤหัสบดี ขอนแก่น
 - อบรม

อบรม

- วันจันทร์, เข้าวันอังคาร: **เมคคาทรอนิกส์**
 - การนำเสนอโดย **Dr.Karl Reisinger (Thomas Lechner)**
 - การประชุมเชิงปฏิบัติการ
- วันอังคาร วันพฤหัสบดี **การทดสอบ**
 - การนำเสนอโดย **Dr.Karl Reisinger (Thomas Lechner)**
 - การประชุมเชิงปฏิบัติการ
- วันพฤหัสบดี: **แนวคิด EKTU**
 - บทนำโดย **Thomas Esch**
 - การประชุมเชิงปฏิบัติการ

ภาพรวม - เมคคาทรอนิกส์

เมคคาทรอนิกส์คืออะไร – กับวิธีการใช้งานที่ดีกว่า
การทำงานไปจนถึงการไหลของสัญญาณด้วย
กรณีศึกษา

การสอนเมคคาทรอนิกส์และการพัฒนาซอฟต์แวร์ 1
เมคคาทรอนิกส์ที่ FHJ – การพัฒนาระบบควบคุม
คลัสต์

- กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ยานยนต์ V-Model, Model-In-The-Loop, Hardware-In-The-Loop
- แอปพลิเคชันผ่าน CAN: CCP/XCP – ปัจจัยสำคัญในการดูสัญญาณและตั้งค่าพารามิเตอร์แบบเรียลไทม์

การสอนเมคคาทรอนิกส์และการพัฒนาซอฟต์แวร์
2
การวางระบบเมคคาทรอนิกส์

Simulink เป็นภาษาโปรแกรมและสิ่งแวดล้อม
การรวม CCP/XCP

การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ: แนวคิดการสอนสำหรับ
มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมแต่ละแห่ง

บทนำ

- **ALL:** การเตรียมตัว + Q&A
- **ALL:** การนำเสนอผลงาน



UNITED

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

เมคคาทรอนิกส์คืออะไร?

วิธีที่ดีกว่าในการรับเครื่องจักร "อัจฉริยะ" พร้อมฟังก์ชันใหม่...



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

Stephenson ไม่มีเมคคาทรอนิกส์ ...

- ฟังก์ชัน

การควบคุมวาล์วพร้อมเวลาที่ปรับได้

การแก้ไขปัญหา

กลไก

ประโยชน์

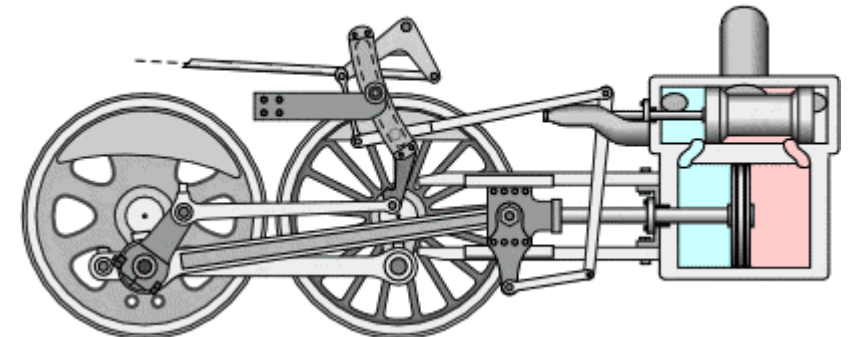
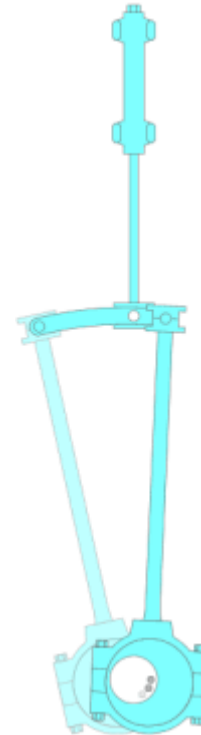
แข็งแรง

- ความเสียเปรียบ

- ลีกรวด, ซับซ้อน = ต้นทุนต่อหน่วยสูง

- เปลี่ยนเวลา = เปลี่ยนชิ้นส่วน!

- → สติปัญญาที่ จำกัด เท่านั้นที่เป็นไปได้



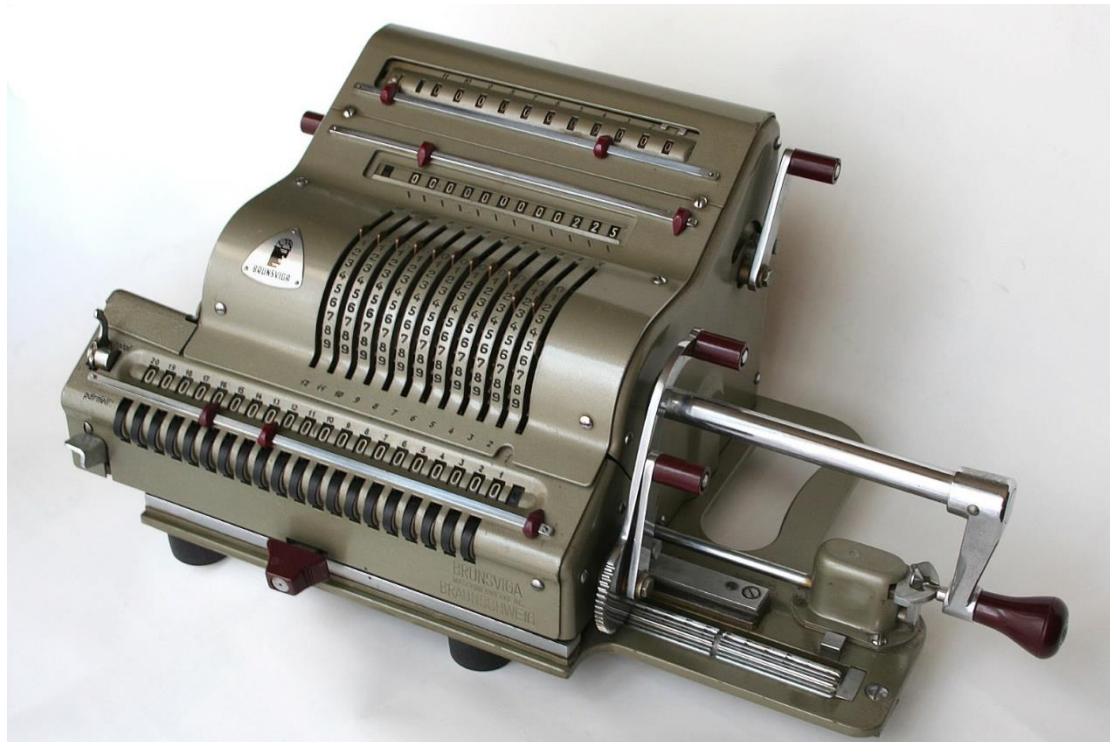
ข้อจำกัดของปัญญา



<https://de.wikipedia.org/wiki/Vier-Spezies-Maschine>



ข้อจำกัดของปัญญา



<https://de.wikipedia.org/wiki/Vier-Spezies-Maschine>



<https://de.wikipedia.org/wiki/HP-41C>

ใช้สติปัญญาที่มี จำกัด ...



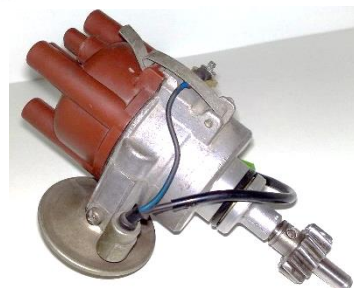
https://de.wikipedia.org/wiki/Samsung_Galaxy_Note

คุณต้องการแก้ปัญหานี้อย่างไร?

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเผาไหม้

ส่วนผสมของเชื้อเพลิง

- Bernoulli equation
- สวิตช์ที่ไวต่ออุณหภูมิ
- ...
- จุด ระเบิด
- membrane
- แรงหนีศูนย์กลาง



ถูกต้องเพียงพอหรือไม่

Pictures
[Wikipedia]

คุณต้องการแก้ปัญหานี้อย่างไร? แก้ปัญหที่ซับซ้อนด้วยซอฟต์แวร์

การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการเผาไหม้

วัด/ประเมินตัวแปรสถานะที่มีนัยสำคัญทั้งหมด

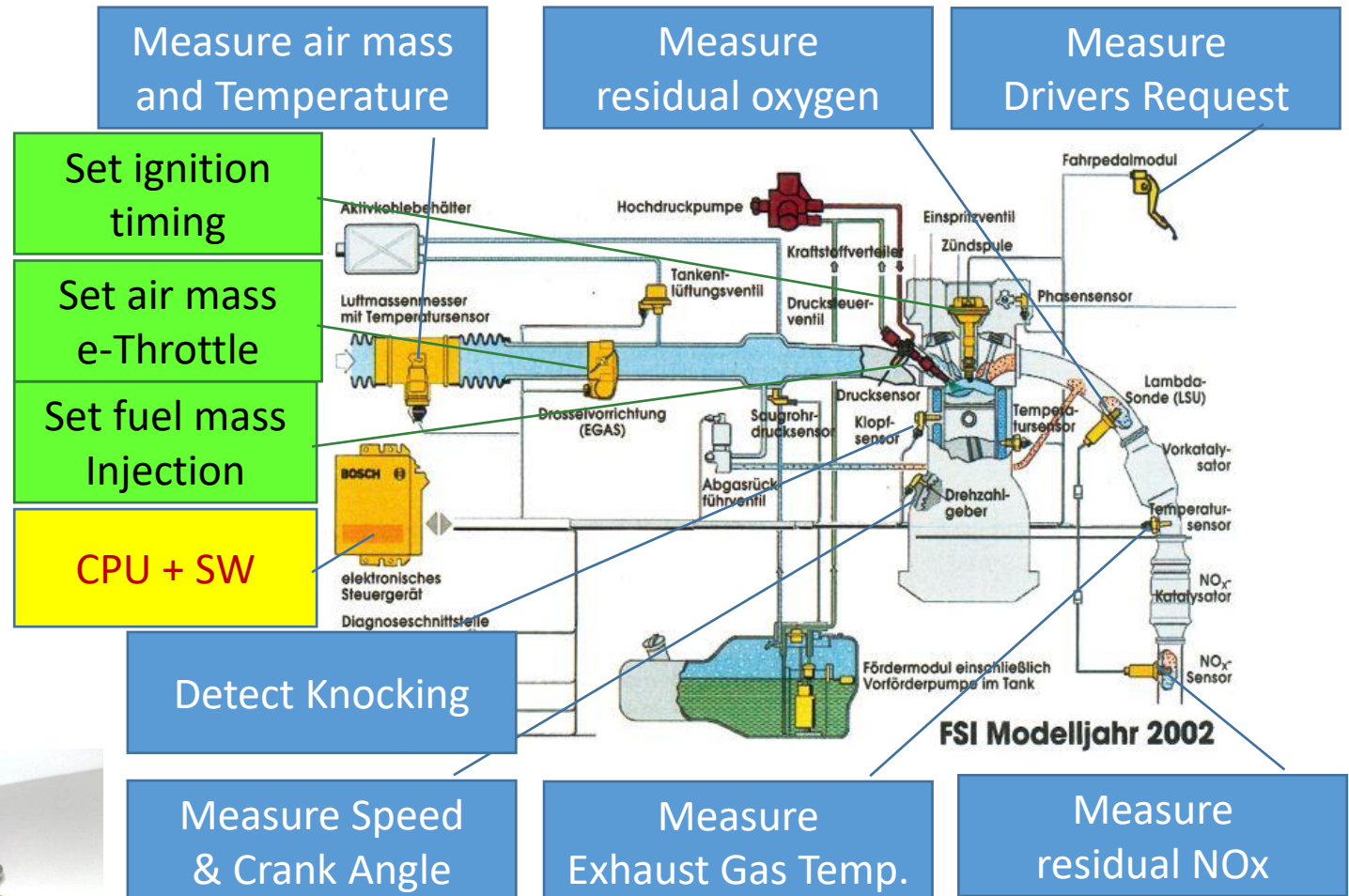
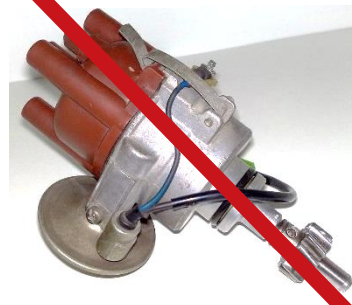
การประมวลผลตามแบบจำลอง
ตั้งค่าการดำเนินการ

จุด ระเบิด

- การฉีด
- เค้น
- ...



Pictures [Wikipedia]



[Base Picture: VW, Bosch, Internet, ZAWM Belgien]

ตัวอย่าง: ระบบป้องกันล้อล็อกเบรก

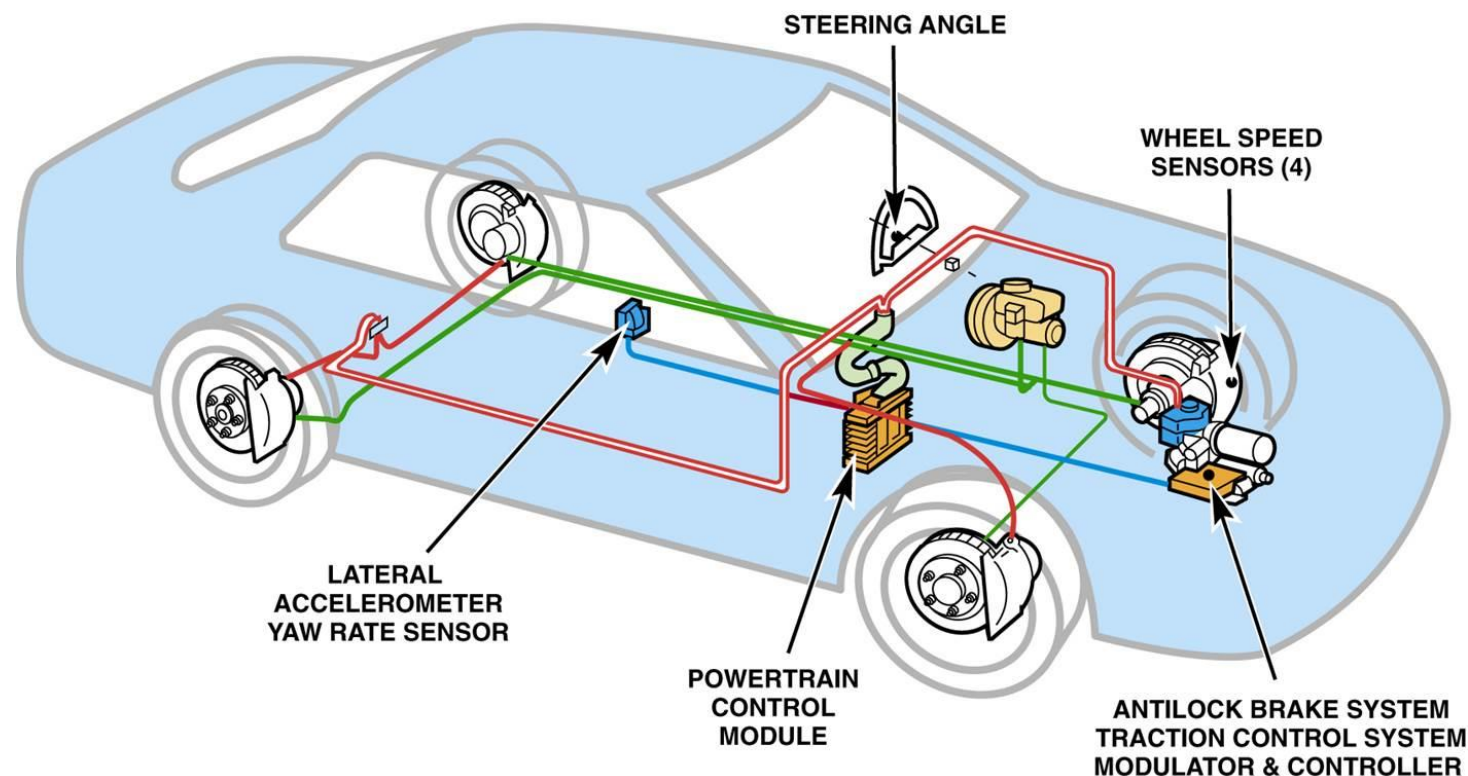
หลีกเลี่ยงการลื่นไถลเพื่อให้สามารถบังคับเลี้ยวได้ในขณะที่เบรกฉุกเฉิน

การประมาณค่าสถานะยานพาหนะ

ความเร็วล้อ, มุมพวงมาลัย,
อัตราความเร็ว

Drivers Request

- มุมพวงมาลัย
- แรงดันเบรก
- ECU
 - การประมาณการสลิปล้อ
 - เปรียบเทียบกับสลิปที่ขอ
 - จำกัดแรงดันเบรก
 - Safety
- ผลกระทบ
 - วาล์วควบคุมจำกัดแรงดันเบรก
 - ปุ่มสำหรับการเบรกอย่างต่อเนื่อง



<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

ตัวอย่าง: ล็อคเฟืองท้ายแบบอิเล็กทรอนิกส์

หลีกเลี่ยงการหมุนของล้อที่ μ -split เพื่อเพิ่มแรงยึดเกาะ

การประมาณค่าสถานะยานพาหนะ

เซ็นเซอร์ระบบป้องกันการลื่น

แรงบิดเครื่องยนต์

yaw rate

- ค่าขอไครเวอร์

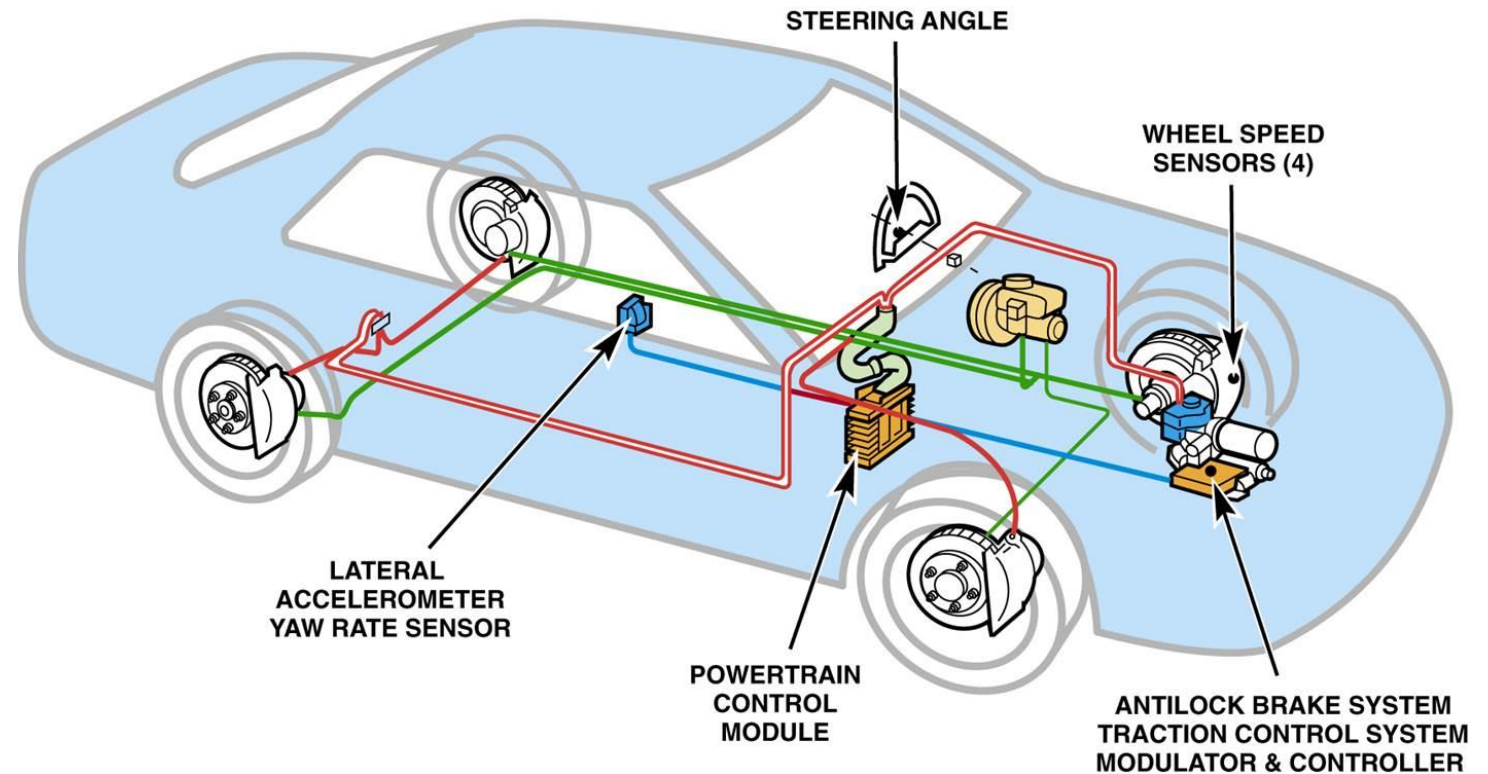
เซ็นเซอร์ป้องกันล้อลื่น

ECU

- ฟังก์ชันป้องกันการลื่น +
- Calc. brake torque
- หลีกเลี่ยงเบรกร้อน
- ตั้งค่าแรงดันเบรกที่ล้อเดียว

- Actors

- ระบบป้องกันการลื่น +
- 2 วาล์วเพิ่มเติมสำหรับการสร้างแรงดัน



<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

ตัวอย่าง: ระบบควบคุมการยึดเกาะถนน

หลักการทำงานของล้อขับเคลื่อนทั้งสองข้างที่มุมต่ำ
การประมาณค่าสถานะยานพาหนะ

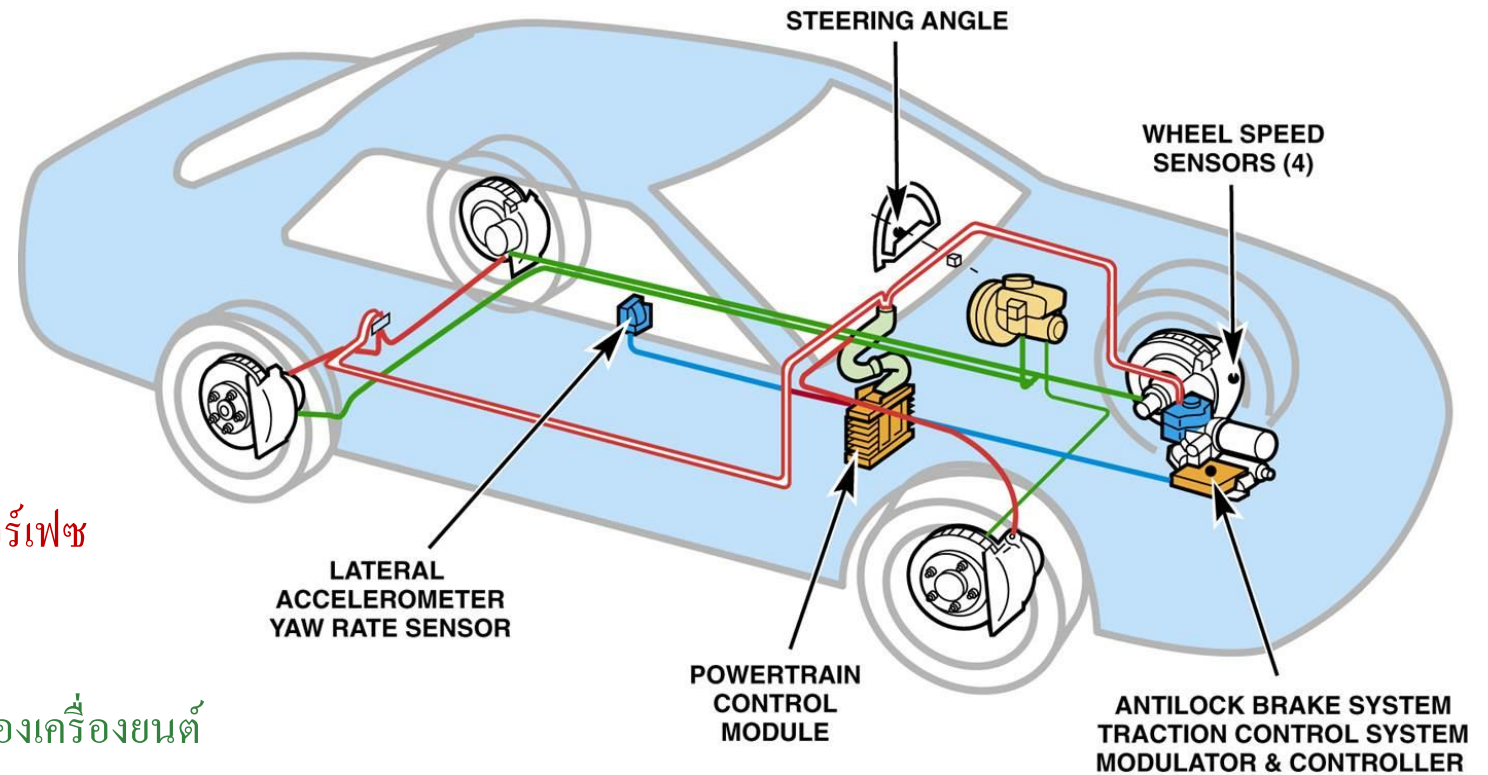
ระบบข้างต้น

คำขอไครเวอร์

ระบบข้างต้น

ECU

- ระบบข้างต้น
- จำกัด รุนแรงบิดของเครื่องยนต์
- แม็กซ์ แรงบิดเครื่องยนต์ CAN อินเตอร์เฟซ
- Actors
 - ระบบข้างต้น
 - + อินเทอร์เฟซแรงบิดสูงสุดที่ ECU ของเครื่องยนต์
 - + คั่นเร่งอิเล็กทรอนิกส์



<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

ตัวอย่าง: ระบบควบคุมเสถียรภาพทางอิเล็กทรอนิกส์

หลีกเลี่ยงการโอเวอร์/ อันเดอร์สตีร์มากเกินไปและการลื่นไถล

การประมาณค่าสถานะยานพาหนะ

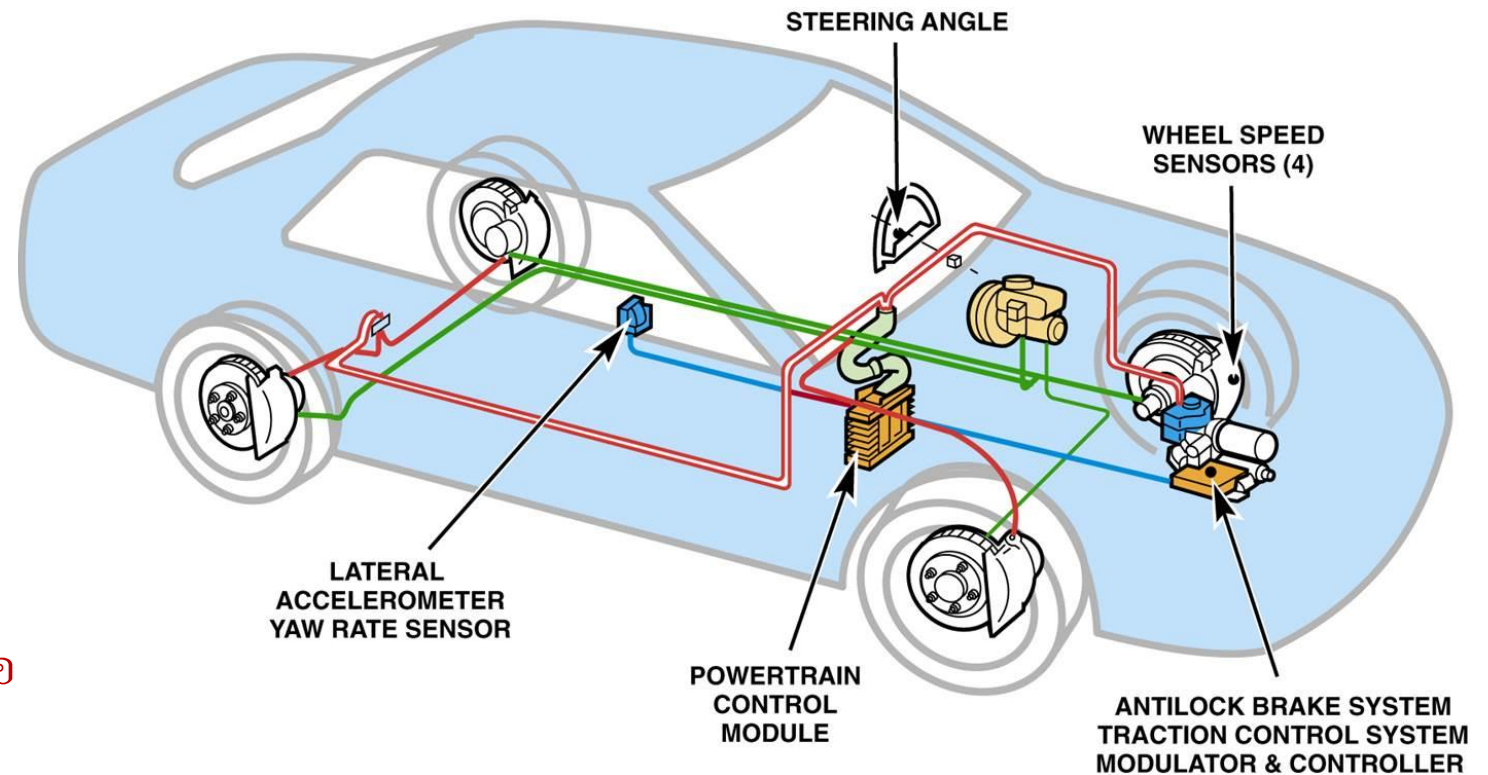
ระบบข้างต้น

คำขอไครเวอร์

ระบบข้างต้น

ECU

- ระบบข้างต้น
- ประมาณการมุมลื่นของรถจริง
- ประมาณการมุมลื่นของรถที่ร้องขอ
- จำกัดแรงบิดของเครื่องยนต์
- ตั้งค่าแรงดันเบรกที่ล้อเดียว



<https://www.bwigroup.com/product/antilock-brake-systems/>

มีระบบย่อยมากมายในรถยนต์สมัยใหม่ที่เชื่อมต่อกัน

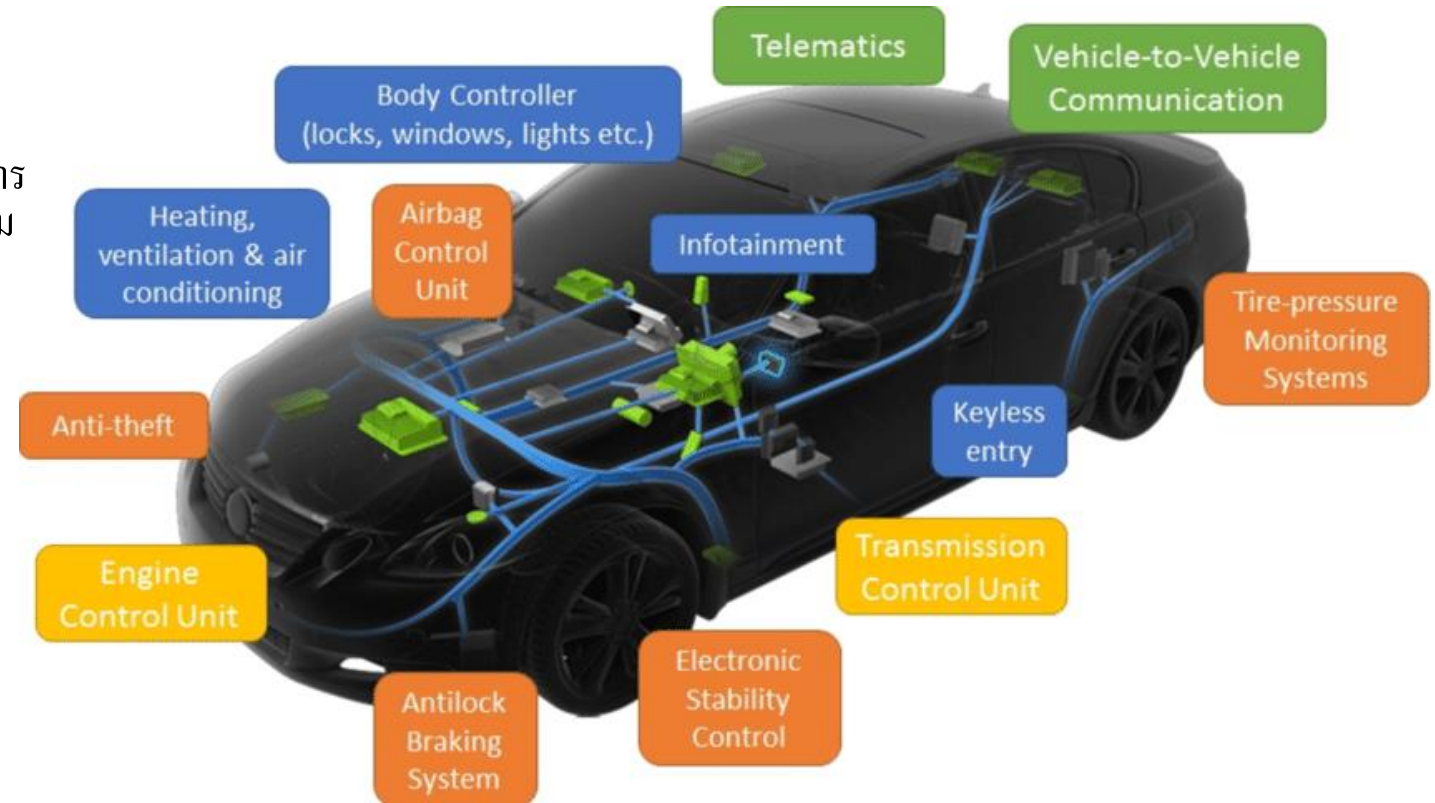
- **Share Sensors**

- เช่น เซ็นเซอร์ความเร็วล้อ
- แอนติล็อก - ECU
- ใช้โดยมาตรวัดความเร็ว / มาตรวัดระยะทาง, การควบคุมกล่องเกียร์, การควบคุมคลัตช์, ... , ความดังของวิทยุ

- อินเทอร์เฟซที่เรียบง่าย: ระบบย่อยอัจฉริยะ

กำลัง

- BUS-การเชื่อมต่อสำหรับสัญญาณ
- ฟังก์ชันใหม่ด้วยการเชื่อมต่ออัจฉริยะ
ไฟเลี้ยว ไฟตัดหมอกอัจฉริยะช่วยลดมุมมองด้านใน
ปิดหน้าต่างด้วยระบบเซ็นทรัลล็อก
- ...
- จุดขายที่ไม่ซ้ำ



https://www.researchgate.net/publication/320198036_Security_Concerns_in_Co-operative_Intelligent_Transportation_Systems

มุมมองของ IEEE / ASME เกี่ยวกับเมคคาทรอนิกส์?

"เมคคาทรอนิกส์คือการบูรณาการการทำงานร่วมกัน
ของวิศวกรรมเครื่องกลกับการควบคุมคอมพิวเตอร์
อิเล็กทรอนิกส์และอัจฉริยะในการออกแบบ ผลิต
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกระบวนการ"

Definition in IEEE/ASME Trans. on Mechatronics (1996)
[Moheimani S.I.R.: Editor-In-Chief, Mechatronics; ELSEVIR
<https://www.journals.elsevier.com/mechatronics>, 20.01.2020]

การบูรณาการ การทำงานร่วมกัน
การแก้ปัญหาที่ดีกว่า
วิศวกรรมเครื่องกล

... designs the body itself.
Electronics

- ... to sense and to move.

การควบคุมคอมพิวเตอร์อัจฉริยะ

กลไกทำให้สิ่งที่ฉลาดในการทำงานที่ซับซ้อนโดยอัตโนมัติ

- ให้อินเทอร์เฟซที่เรียบง่ายระหว่างระบบย่อย

ผลิตภัณฑ์และกระบวนการทางอุตสาหกรรม

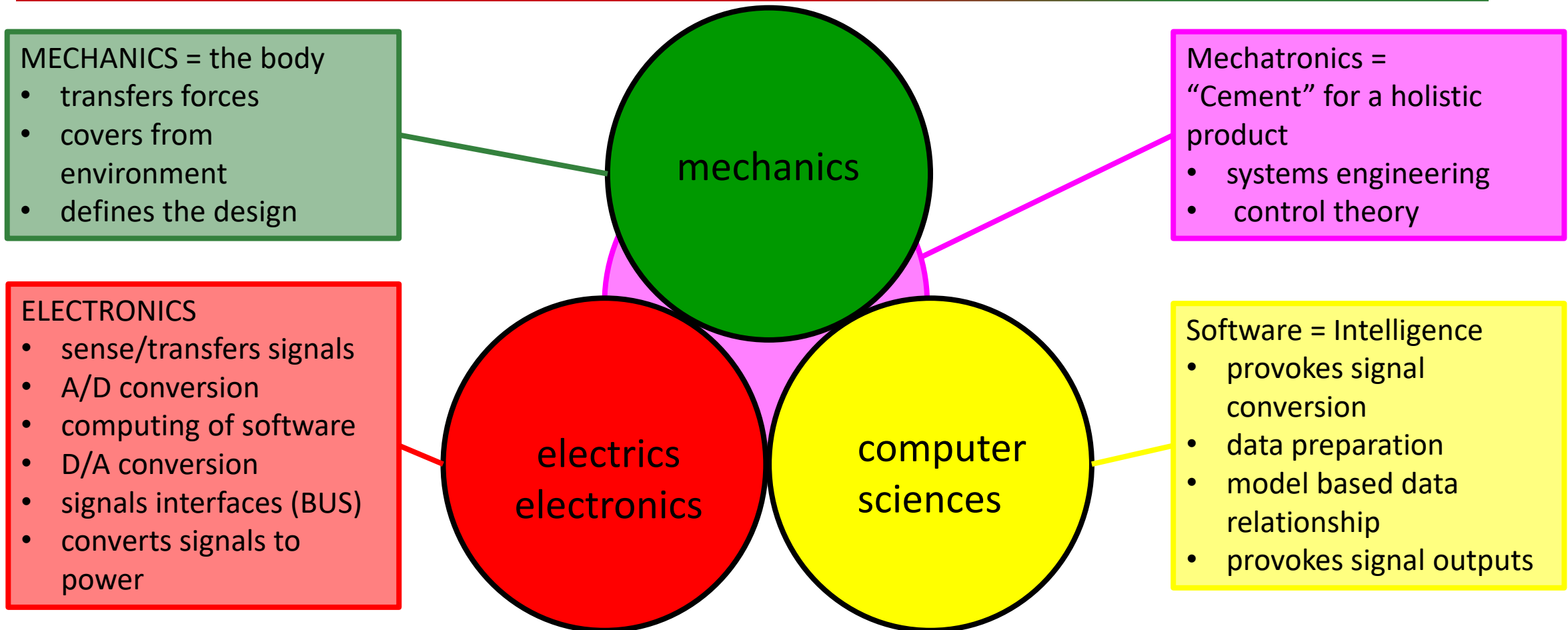
ระบบสมองกลฝังตัว



- คอมพิวเตอร์ที่ฝังอยู่ในบริบททางเทคนิคที่ทำงานอัตโนมัติ
- มักจะอยู่ในพื้นหลัง มองไม่เห็นสำหรับลูกค้า
- การจับภาพสถานะระบบ
- เซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์, รวดเร็วและถูกต้อง, แปลงปริมาณทางกายภาพเป็นสัญญาณไฟฟ้าหรือสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ (BUS)
- การประมวลผลข้อมูล
 - การเก็บข้อมูล: แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นตัวแปร
 - การเตรียมข้อมูล: กำหนดตัวแปรทางกายภาพ
 - ความสัมพันธ์ของข้อมูล: คำนวณสัญญาณตามตรรกะสมการและลักษณะโดยใช้มุมมองทางวิศวกรรมของฟิสิกส์เพื่อให้ได้ฟังก์ชันที่เหมาะสม
 - ตั้งค่าการกระทำ: เอาต์พุตดิจิทัลโดยใช้สัญญาณ PWM หรือ BUS
- Actuators
- ใส่พลังงานให้กับสัญญาณเพื่อส่งผลกระทบต่อระบบ

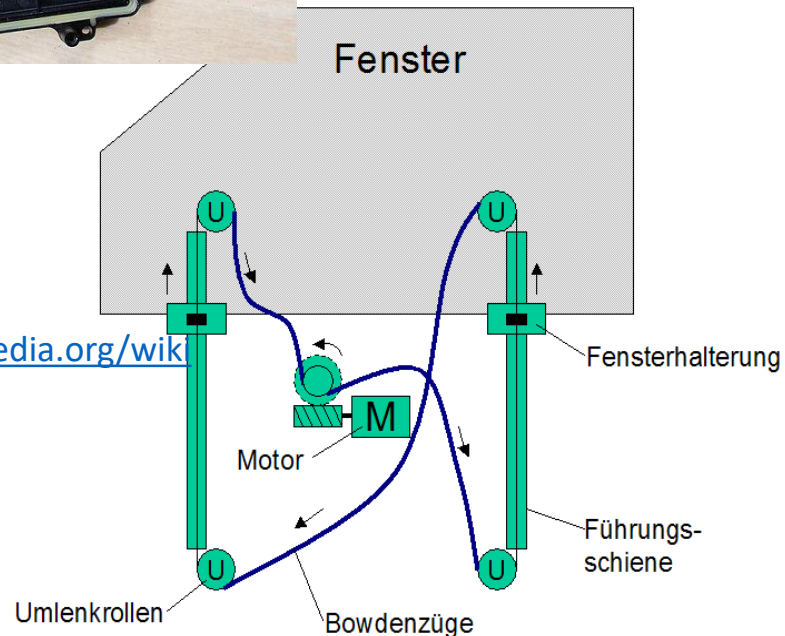
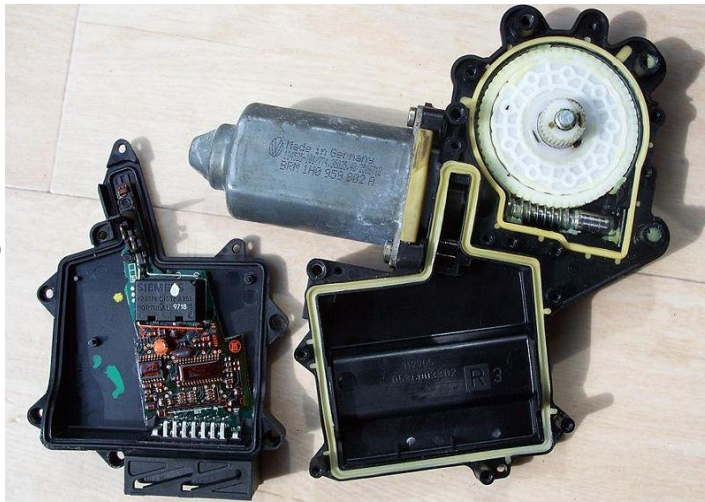


เมคคาทรอนิกส์ - งานของโดเมน



กระจกไฟฟ้า

[Picture: K. Reisinger]



[<https://de.wikipedia.org/wiki/Fensterheber>]

ฟังก์ชันพื้นฐาน:

เปิด/ปิดหน้าต่างตราบใดที่กดปุ่มค้างไว้
คนขับหรือผู้โดยสารสามารถใช้ได้

อันตราย

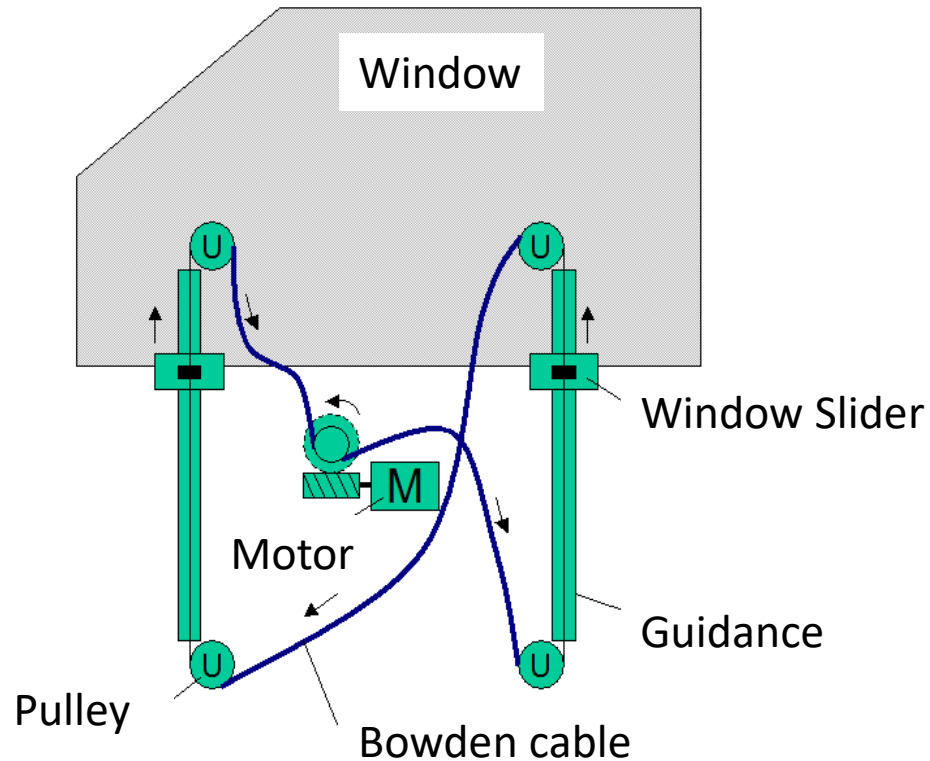
หนีบมือและหัว!

- คนขับดูการใช้งาน
- ปิดใช้งานเมื่อปิดสวิตช์กุญแจ (ไดรเวอร์ไม่อยู่)
- **Solution**
- สปริงโหลดสวิตช์พร้อมหน้าสัมผัสเปิดและปิดเพื่อหลีกเลี่ยงอันตราย
- ไม่จำเป็นต้องมีเมคคาทรอนิกส์



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

กระจกไฟฟ้าอัตโนมัติ 1



ฟังก์ชันที่ดีขึ้น:

เปิด/ปิดหน้าต่างที่เรียกใช้โดยอัตโนมัติโดยการกดปุ่ม
คนขับหรือผู้โดยสารสามารถให้บริการได้

Hazards

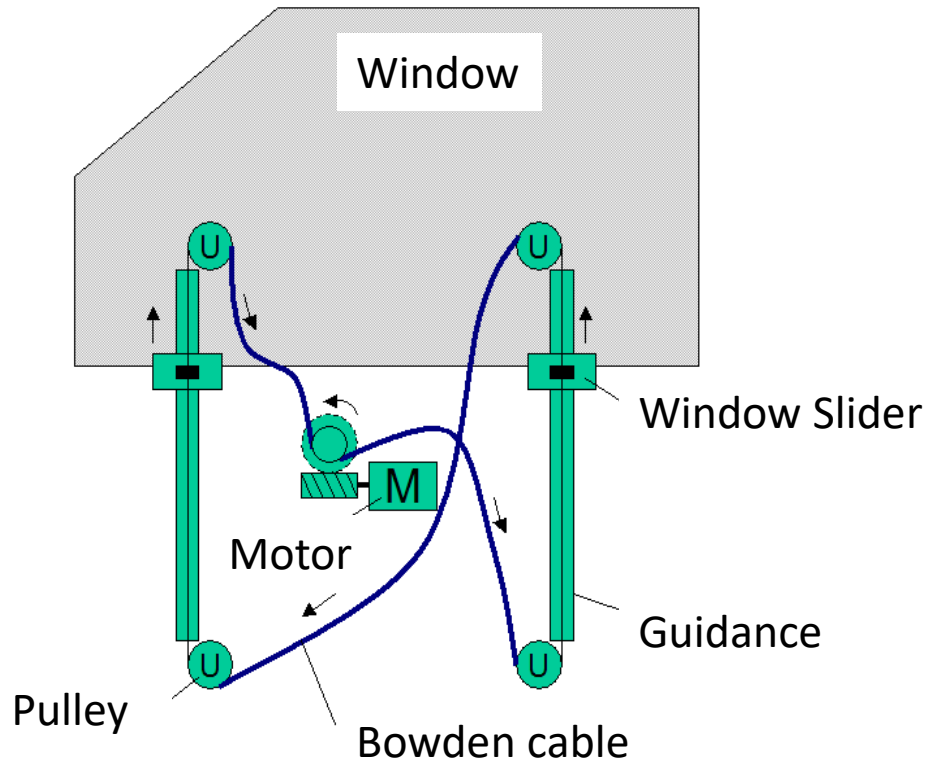
หนีบมือและหัว!

- ระบบอัจฉริยะต้องดูแล!
- How?

Task break down

- ตรวจจับวัตถุที่หนีบ
- หยุด ปิดเมื่อตรวจพบ

กระจกไฟฟ้าอัตโนมัติ 2



ตรวจจับวัตถุที่หนีบ

ตรวจจับแรงที่เฟรม

ท่อเซ็นเซอร์ที่เติมอากาศ + เซ็นเซอร์ความดัน

จะตรวจสอบเป็นระยะได้อย่างไร?

วัดแรงปิด

เซ็นเซอร์แรงที่แนวทางการเลื่อน

เซ็นเซอร์แรงในสายเคเบิล **Bowden**

วัดแรงปิดของมอเตอร์

การวัดแรงปิดในล้อ **Bowden**

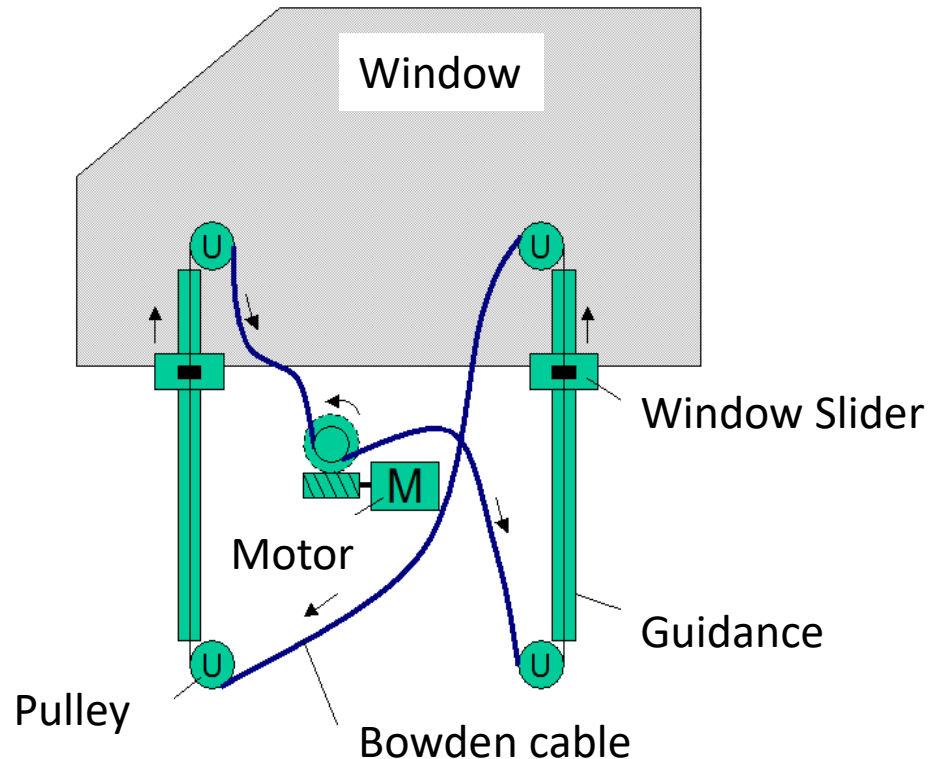
กำหนดแรงปิดของเฟลมอเตอร์

หยุด ปิดเมื่อตรวจพบ

open a gap

- ปิดมอเตอร์

กระจกไฟฟ้าอัตโนมัติ 3



ตรวจจับวัตถุที่หนีบโดยการกำหนดแรงบิดของมอเตอร์

วัดแรงบิดเพลลาของมอเตอร์

ประมาณแรงบิดของเพลลามอเตอร์

$$J \frac{d\omega}{dt} = +k_t \cdot i(t) + M_{shaft}(t)$$

- Measure motor current $i(t)$ using a shunt internal in control unit
- Measure speed ω using an incremental speed sensor
- derive speed numerically in respect to time

→ Control Variable $M_{shaft}(t)$

→ Intelligence in Software of ECU

→ Simple, cheap, robust sensors used

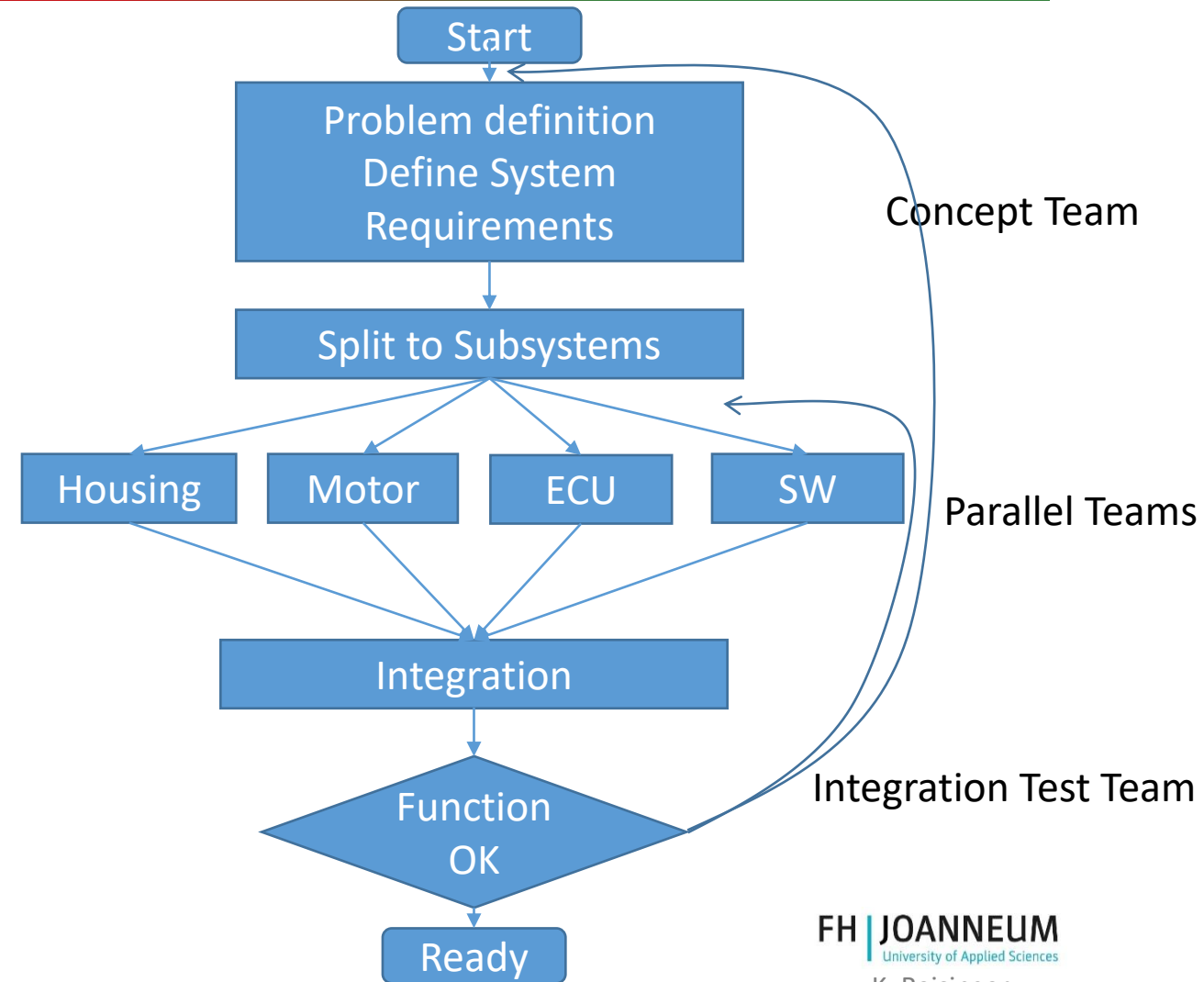
→ ระบบเมคคาทรอนิกส์ที่มีมูลค่าเพิ่ม

เวิร์กโฟลว์เมคกาทรอนิกส์สำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่

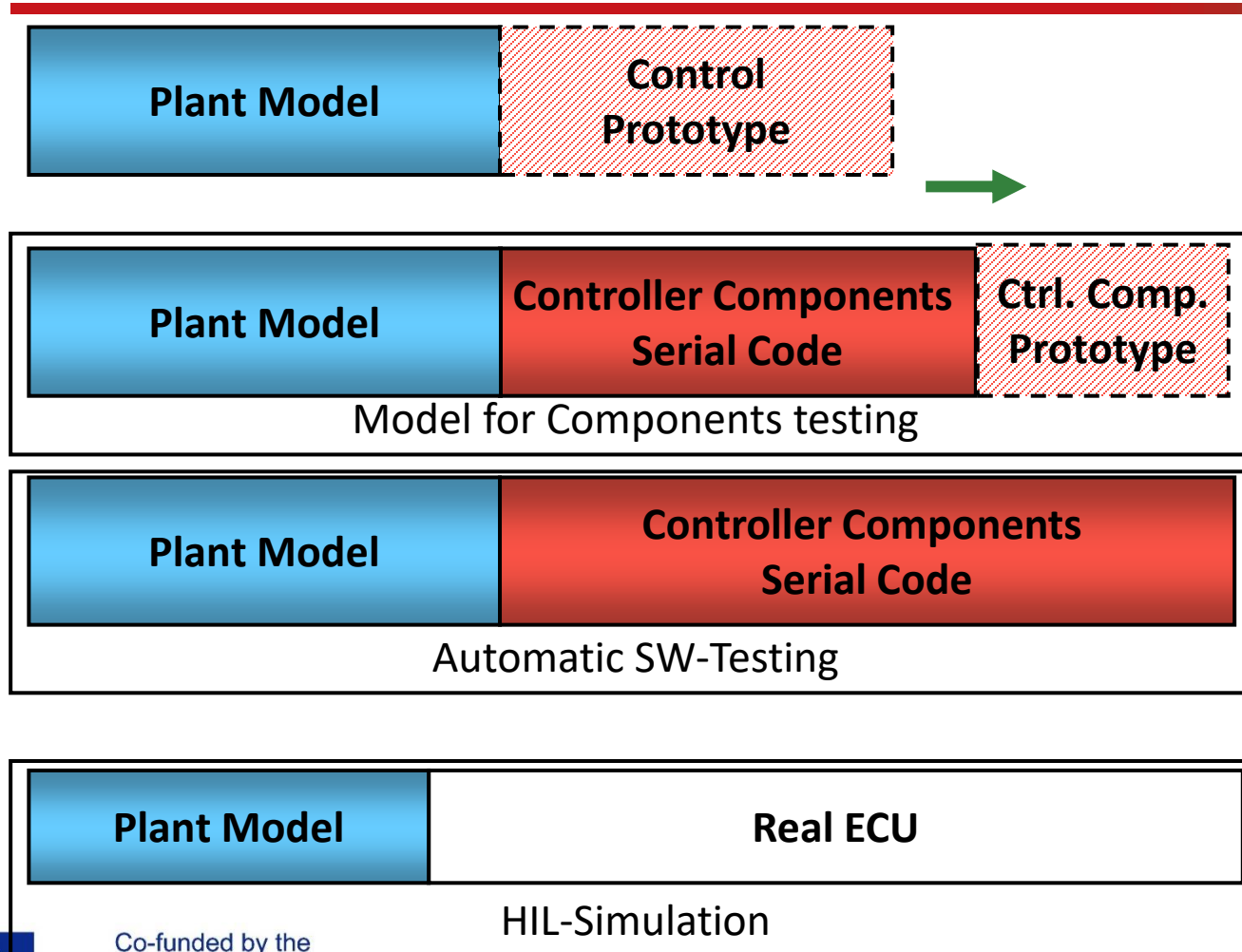
- ปลดตัวเองออกจากโซลูชันที่รู้จัก!
- เราต้องการฟังก์ชันการทำงานใด
- กำหนดข้อกำหนด
- มีพฤติกรรมอันตรายที่ควรหลีกเลี่ยงหรือไม่
- อันตราย ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย
- สัญญาใดที่เราต้องรับรู้จึงจะรู้สถานะระบบได้?
 - สัญญาอินพุต
 - เราจะได้มันมาได้อย่างไร? (โดยตรงหรือใช้กฎหมายทางกายภาพ)
- เราจะมีอิทธิพลต่อระบบในวิธีที่เหมาะสมได้อย่างไร
- สัญญาเอาต์พุต / การกระทำ
- เราจะทำอย่างนั้นได้อย่างไร?
- เริ่มออกแบบแนวคิดทางกลไก ...

การพัฒนาาระบบเมคคาทรอนิกส์

- การพัฒนายานยนต์ทำโดยทีม / บริษัท จำนวนมากในรูปแบบคู่ขนาน
- ที่ **SOP** ทั้งหมดจะต้องพร้อม!
- มันเป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดสิ่งที่เราต้องการ!
- ก้าวเล็ก ๆ ที่ปลอดภัยและปลอดภัยเพื่อไปถึงเป้าหมายเสร็จในเวลา



กระบวนการออกแบบตามแบบจำลอง

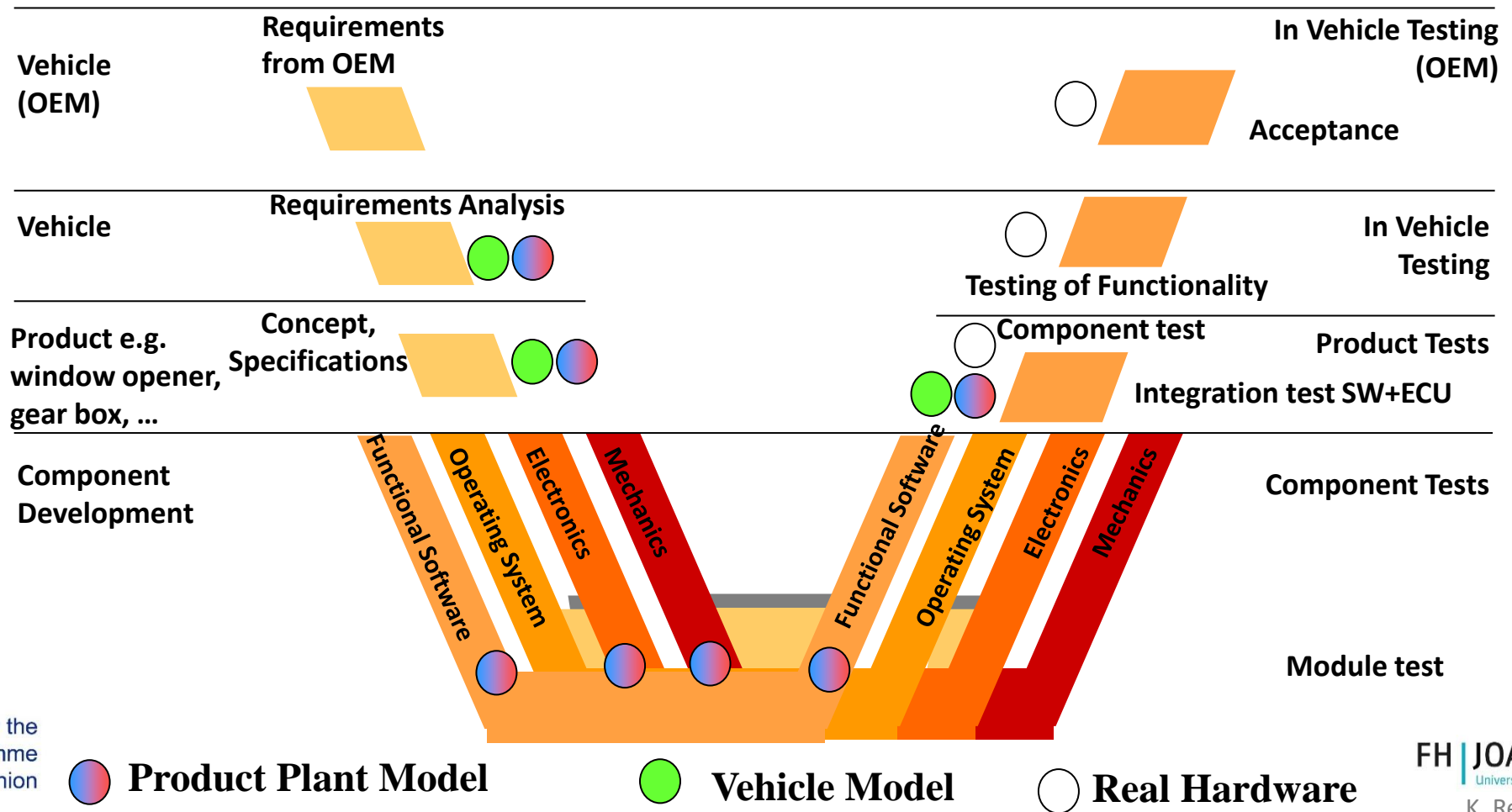


- ตามแบบจำลอง: แบบจำลองจำลองมาพร้อมกับการพัฒนา
- แบบจำลองในรูปเพื่อความเป็นไปได้
- โรงงาน + ต้นแบบ
- โมดูลซอฟต์แวร์
- **Plant +** ชิ้นส่วนของต้นแบบ
- ซอฟต์แวร์ในรูป
- โรงงาน + ซอฟต์แวร์อนุกรม
- ฮาร์ดแวร์ในรูป
- **ECU** จริง

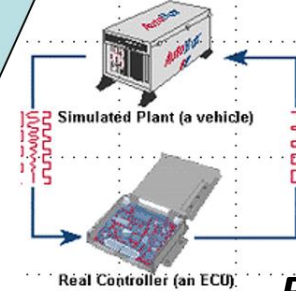
การใช้แบบจำลองจำลองสถานการณ์



Definition and Validation



V-Model สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์



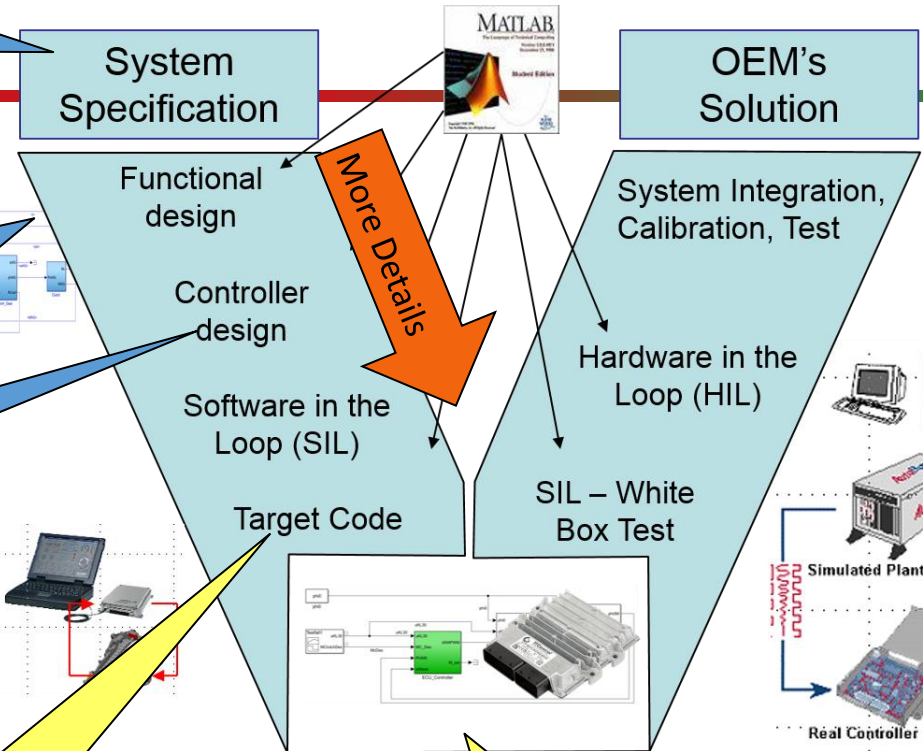
ความเป็นไปได้ **Simulink**
แบบจำลองของโรงงานและตัวควบคุม + เอกสาร

ข้อกำหนดซอฟต์แวร์
รูปแบบที่เรียบง่ายของตัวควบคุม, ข้อกำหนดนิยาม

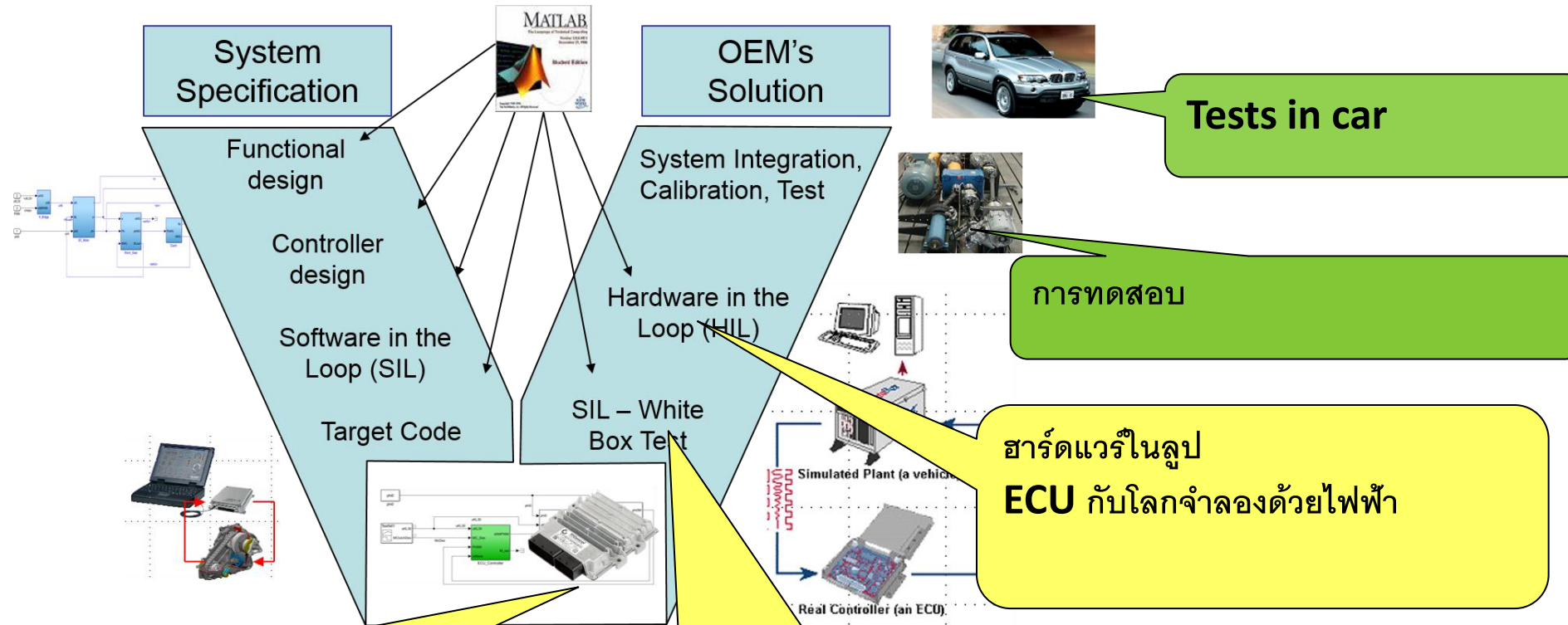
โมเดลในรูป
แบบจำลองของ **Simulink Software** (เหมาะสมอย่างยิ่ง) กับแบบจำลองโรงงานที่ได้รับการปรับปรุงแบบจำลอง

การออกแบบซอฟต์แวร์
โมดูลแยก,
นำกลับมาใช้ใหม่ได้ทดสอบได้

โปรแกรม
ซอฟต์แวร์ **Simulink**
→ (อัตโนมัติ) การสร้าง C-Code



- Responsibility**
- System Engineer
 - Software Engineer
 - Test Engineer



ซอฟต์แวร์โมดูลทดสอบ,
 ทุกรุ่น **Simulink-WS** เทียบกับ
 ลำดับการทดสอบอย่างง่ายที่กำหนด
 ไว้ใน **MATLAB**

ซอฟต์แวร์ในลูป
Simulink-WS กับโรงงาน
 จำลอง

ฮาร์ดแวร์ในลูป
ECU กับโลกจำลองด้วยไฟฟ้า

การทดสอบ

Tests in car

- Responsibility**
- System Engineer
 - Software Engineer
 - Test Engineer

- การปรับปรุงกระบวนการซอฟต์แวร์และการกำหนดความสามารถ
มาตรฐาน **ISO/IEC 15504**
- ช่วยเพิ่มเติม 1)
 - ฟังก์ชัน
 - ความน่าเชื่อถือ
 - การใช้งาน
 - ประสิทธิภาพ
 - การบำรุงรักษา
 - การนำกลับมาใช้ใหม่

Goals

- คุณภาพการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง
- การสื่อสารที่ชัดเจนระหว่างวิศวกร
- หลีกเลี่ยงการทำข้อผิดพลาดเดียวกันสองครั้ง

ใช้ V-Model

คุณต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน **SPICE** เพื่อส่งมอบ **OEM** ในยุโรป!

1) [ISO 9126, Spillner A., Linz T.: Basiswissen Softwaretest]

ความปลอดภัยในการทำงาน ISO 26262

Avoid ability by operator
←

Risk matrix ISO/DIS 26262-3		C - Controllability		
S - Severity	E - Exposure	C1	C2	C3
S1	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	QM
	E3	QM	QM	ASIL A
	E4	QM	QM	ASIL B
S2	E1	QM	QM	QM
	E2	QM	QM	ASIL A
	E3	QM	ASIL A	ASIL B
	E4	ASIL A	ASIL B	ASIL C
S3	E1	QM	QM	ASIL A
	E2	QM	ASIL A	ASIL B
	E3	ASIL A	ASIL B	ASIL C
	E4	ASIL B	ASIL C	ASIL D

Increasing development and test effort

Severity to humans
probability probability probability

การจัดการความต้องการ

- Aim

- อธิบายฟังก์ชันการทำงานอย่างไม่น่าสงสัย
- และทดสอบได้ (= วัดได้)

- ระบบการจัดการความต้องการให้คำตอบกับ ...

- ฟังก์ชันใดมีสถานะการพัฒนา
- ฟังก์ชันใดบ้างที่ใช้ได้
- ความต้องการของระบบใดที่ไม่สามารถปฏิบัติตามได้หากระบบย่อย / คอมโพเนนต์ล้มเหลวหรือมีการเปลี่ยนแปลง?

DOORS (ระบบความต้องการเชิงวัตถุแบบไดนามิก) เป็นหนึ่งในระบบการจัดการความต้องการที่ใช้กันทั่วไป

https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_DOORS

ซอฟต์แวร์และข้อบกพร่อง

- ความล้มเหลว ผลลัพธ์/พฤติกรรมที่ไม่ต้องการ
- → คุณต้องการอะไร กำหนดข้อกำหนดก่อนการเข้ารหัส!
- ในทางตรงกันข้ามกับกลศาสตร์ / ซอฟต์แวร์ไฟฟ้าได้สวมใส่ในขณะนี้
- ความล้มเหลวในซอฟต์แวร์เกิดจากความผิดพลาด
- **De-Bugging** ค้นหาสาเหตุของความล้มเหลวและแก้ไขได้
- จุดมุ่งหมายของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์คือการหลีกเลี่ยงความล้มเหลวที่สำคัญโดยสิ้นเชิงและลดผู้อื่น
- กำหนดข้อกำหนดอย่างชัดเจน
 - การจัดการความต้องการ
 - การเข้ารหัสที่มีโครงสร้างและชัดเจน
 - โครงสร้างง่ายต่อการอ่านข้อสังเกต
 - การทดสอบแบบคงที่, กฎการเข้ารหัส, ...
- การทดสอบกับข้อกำหนด
- ค้นหาความล้มเหลว
- การจัดการคุณภาพ
- หลีกเลี่ยงการทำผิดพลาดสองครั้ง

การพัฒนาซอฟต์แวร์



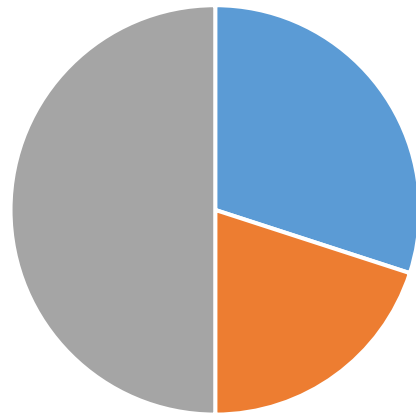
- "วันนี้คุณเขียนโค้ดกี่บรรทัด"



การพัฒนาซอฟต์แวร์

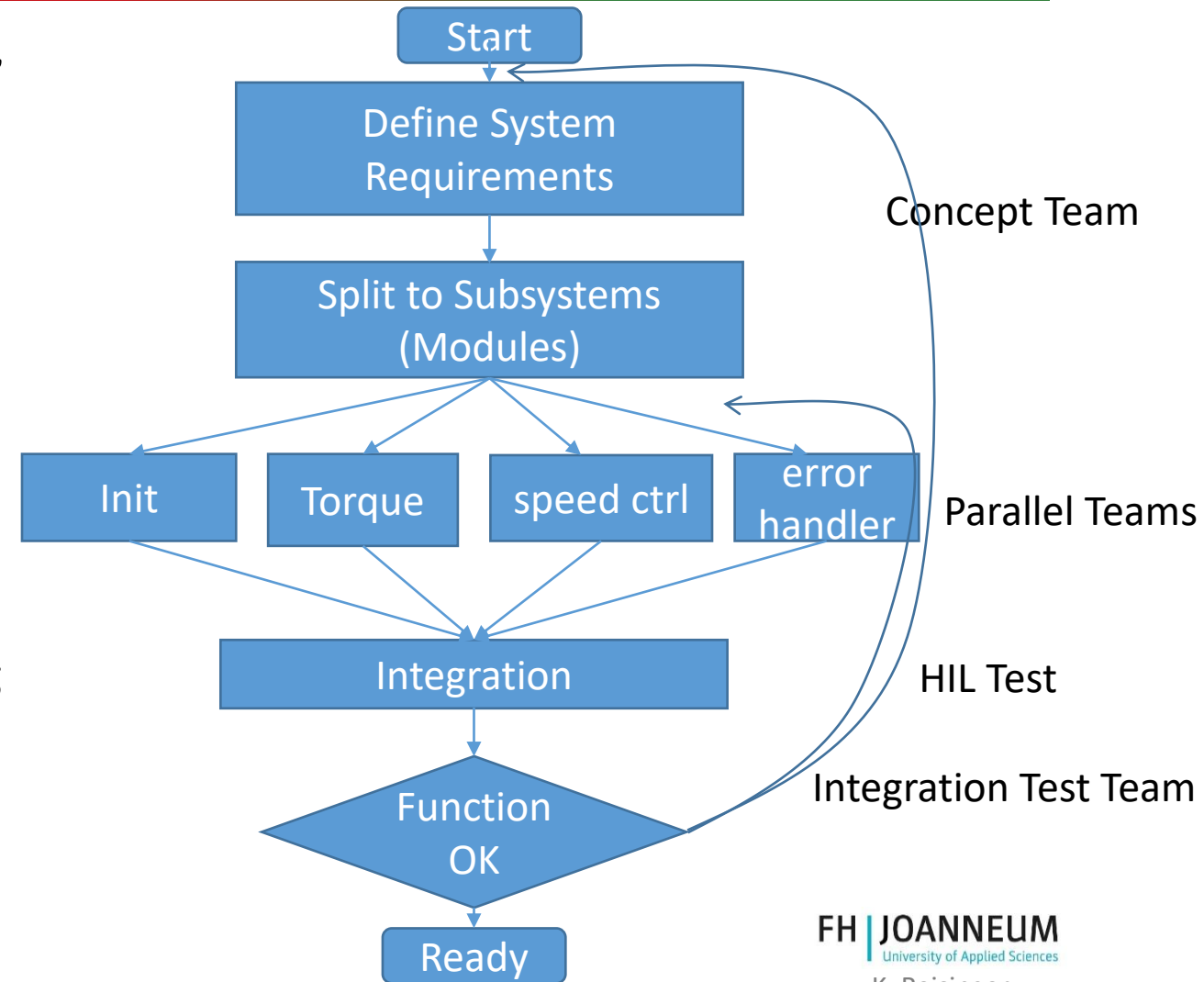
- ~~“How many lines did you code today?”~~

Software Development



■ Requirements Management ■ Coding ■ Testing

Author: Reisinger





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

การถ่ายโอนข้อมูลโดยใช้ระบบบัสดิจิทัล

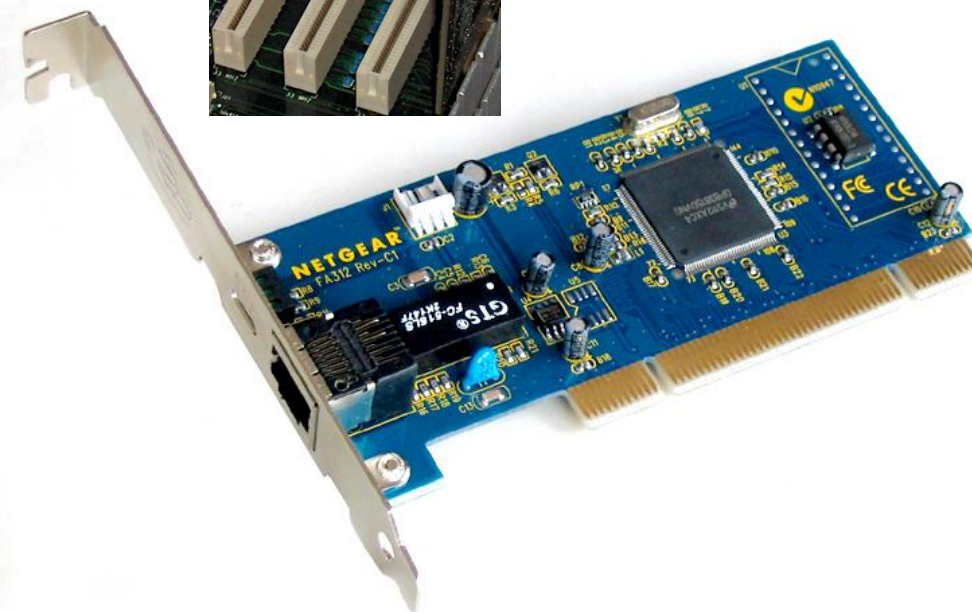
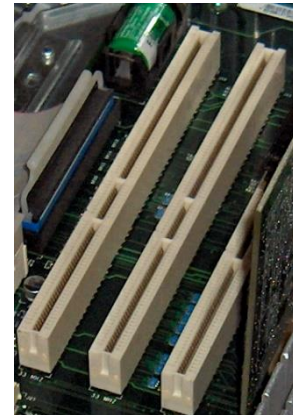
K. Reisinger



Parallel Bus

- PCI-Bus

- การเชื่อมต่อระหว่างส่วนประกอบอุปกรณ์ต่อพ่วง
- ข้อมูลที่อยู่และข้อมูลสัญญาณจะถูกถ่ายโอนแบบขนานที่สายไฟฟ้าต่างๆ
 - สูงสุด 124 พินในพีซี
 - ไม่ใช่สำหรับระยะทางไกล!



ระบบขับเคลื่อนรถบัสของรถยนต์นั่งส่วนบุคคล

- ใช้สำหรับ
 - เซ็นเซอร์ 1 ตัวที่ใช้ร่วมกันสำหรับ ECU ที่แตกต่างกัน
 - การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ ECU
 - การเชื่อมต่อแดชบอร์ด ECU, ...
- ระบบบัสอนุกรม
 - สายไฟ 1 หรือ 2 สายเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลที่ทนทาน
- พิเศษ
 - ความเร็วต่ำสามารถสำหรับการตกแต่งภายใน ...
- ไม่มีรถบัสขนานในรถยนต์
- → การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมที่ 2 บรรทัด



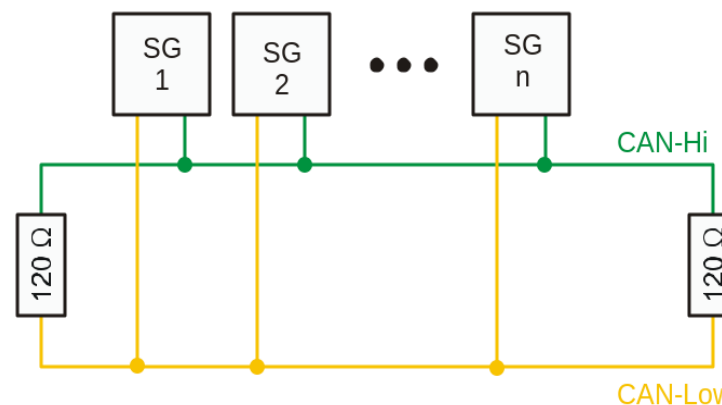
Picture e.g.

https://canbuskits.com/images/diag_canbus2.jpg

ระบบรถโดยสารประจำทาง 1

- CAN-Bus (เครือข่ายพื้นที่ควบคุม)

- ความเร็วสูง- สามารถ, 250kBit/s, 500kBit/s, 1MBit/s
- ความเร็วต่ำ - CAN, $\leq 125\text{kBit} / \text{s}$
- อนุกรมสมาชิกจะไม่ตรงกัน
- การถ่ายโอนข้อมูลที่ไม่แน่นอน (ไม่มีอัตราการถ่ายโอนที่กำหนดไว้อย่างแน่นอน)
- สายไฟคู่บิดเกลียว 2 เส้นที่ไม่มีฉนวนหุ้มฉนวนพร้อมตัวต้านทานการสิ้นสุดที่ปลายทั้งสองข้าง.



ระบบรถโดยสารประจำทาง 2



• CAN-FD

- ระหว่าง 1 MBit ถึง 10 Mbit ¹⁾
- CAN + อัตราข้อมูลที่ยืดหยุ่น
- เข้ากันได้กับสมาชิก CAN

• FlexRay

- > 10 เมกะบิต ¹⁾
- การถ่ายโอนข้อมูลที่กำหนดได้
- กลไกสำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย
- คู่บิดเกลียวที่ไม่มีฉนวน 2 สายที่มีคุณภาพสูง

1) Ways to transition from classic CAN to the improved CAN FD



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger

ระบบรถโดยสารประจำทาง 3



- Automotive Ethernet

- อินเทอร์เน็ต, การสื่อสารบน IP

- MOST-Bus

- การขนส่งระบบสื่อที่มุ่งเน้น
- อัตราข้อมูลสูงความปลอดภัยต่ำ
- สายเคเบิลหรือใยแก้วนำแสง

- LIN-Bus

- ง่าย
- ECU การสื่อสาร – เซนเซอร์ – Actor
- สายเดี่ยว (+ ง่าย + GND ไปยังเซนเซอร์ 3 สาย)

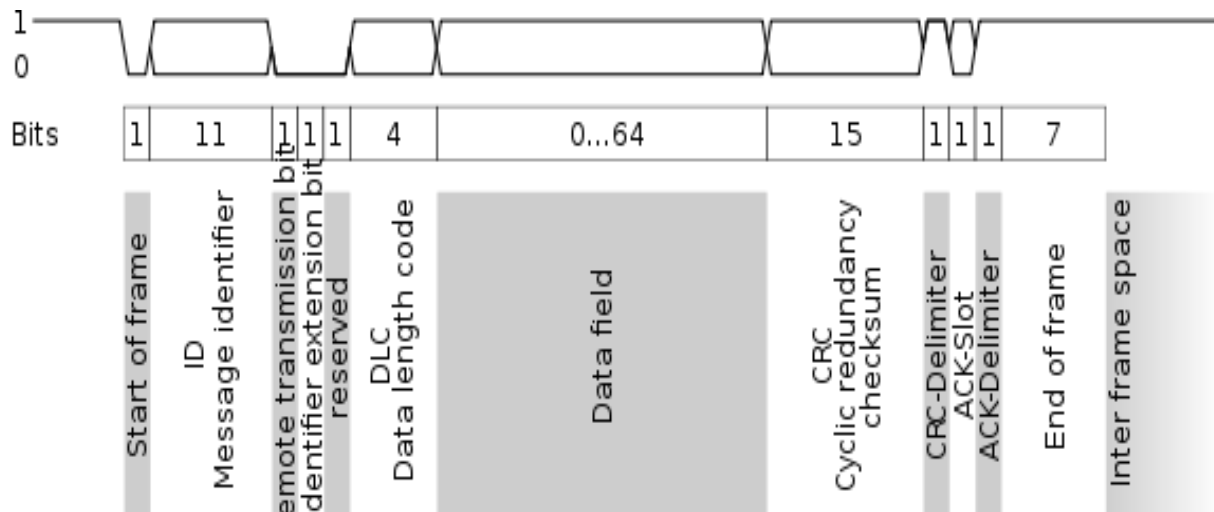
More: see <https://elearning.vector.com/?lang=en>



CAN-BUS



- มาตรฐานคือ
 - ชุดสายไฟ, ระดับแรงดันไฟฟ้า,
 - เฟรมสำหรับที่อยู่และการถ่ายโอนข้อมูล



[https://de.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network]

• Company Secret is

- สัญญาณใดถูกส่งไป? สัญญาณถูกเข้ารหัสอย่างไร? ความละเอียดระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณ ...

• If we want to read CAN-Data

- CAN-ฐานข้อมูล / Flexray-ฐานข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็น
- *.dbc-ไฟล์ หรือ EXCEL-ชีต

คุณต้องเป็นพันธมิตรการพัฒนาของ **OEM!**

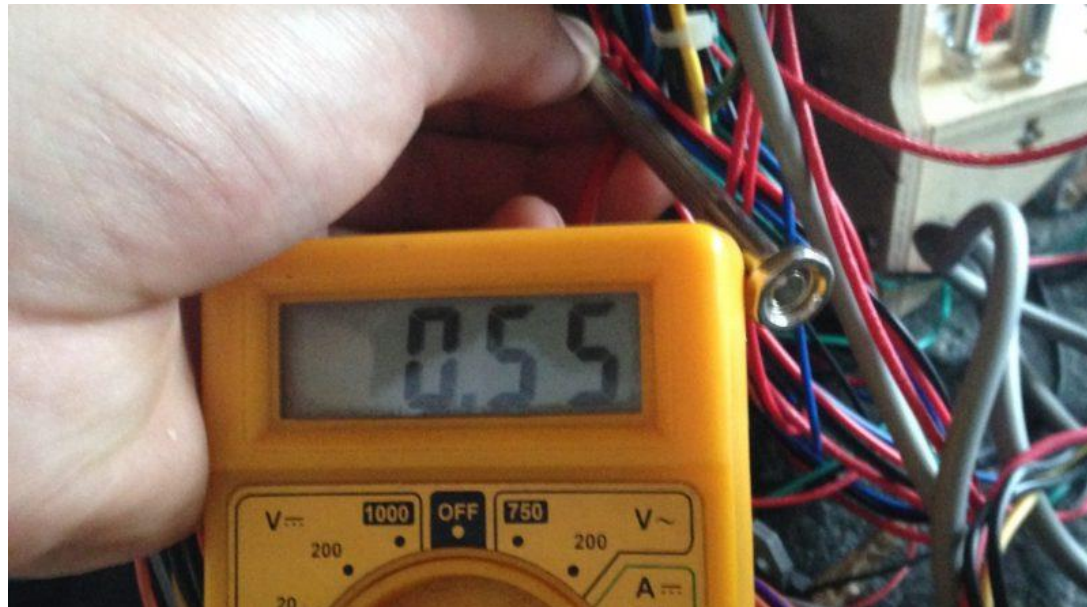


Example CAN-DB Snow Mobile - Excel



Message	DLC	Signal	Startbit	Length	Order	Value Type	Factor	Offset	Min	Max	Unit	Table	Comment	
MCU_to_BMS/ID 200	8	Motor speed	0	16	Intel	Unsigned	1	0	0	65000	rpm			
		Main_relay_ON	16	1	Intel	Unsigned	1	0	0	1	-	0 = Relay OFF 1 = Relay ON	BMS has to respect internal safety mechanisms	
		not used	17	23	-	-	-	-	-	-	-	-		
		MCU_Temp	40	8	Intel	Unsigned	1	0	0	0	255	degC		
		MCU_status	48	8	-	-	-	-	-	-	-	-	Bit 0: driving Bit 1: charging	charger management done by MCU
		not used	56	8	-	-	-	-	-	-	-			
BMS_to_MCU_1/ID 201	8	Pack_Voltage	0	16	Intel	Unsigned	0,1	0	0	5000	V	total battery pack voltage		
		pack_Current	16	16	Intel	Signed	0,1	0	-1000	1000	A	total battery pack current < 0: discharge > 0: charge		
		SOC	32	8	-	Unsigned	1	0	0	0	100	%		from BMS SOC algorithm
		BMS_status_1	40	8	-	Unsigned	-	-	-	-	-	-	Bit 0: overvoltage warning Bit 1: undervoltage warning Bit 2: overtemperature warning Bit 3: overcurrent warning Bit 4: overcharge warning Bit 5: overdischarge warning Bit 6: repeated overdischarge Bit 7: isolation fault warning	
		BMS_status_2	48	8	-	Unsigned	-	-	-	-	-	-	Bit 0: single cell overvoltage Bit 1: single cell undervoltage Bit 2: signal error current sensor Bit 3: Finish charging request Bit 4: General hardware failure Bit 5: Communication error Bit 6: balancing active Bit 7: charge complete	
		not used	56	8	-	-	-	-	-	-	-			

การสอบเทียบ



= วัดและตั้งค่าพารามิเตอร์เพื่อระบุพฤติกรรมของระบบ

- การวัดสัญญาณภายใน ECU เตรียม GUI
- ชุดของพารามิเตอร์ภายใน ECU แบบเรียลไทม์ จัดการชุดพารามิเตอร์
- กุญแจสำคัญในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบ!

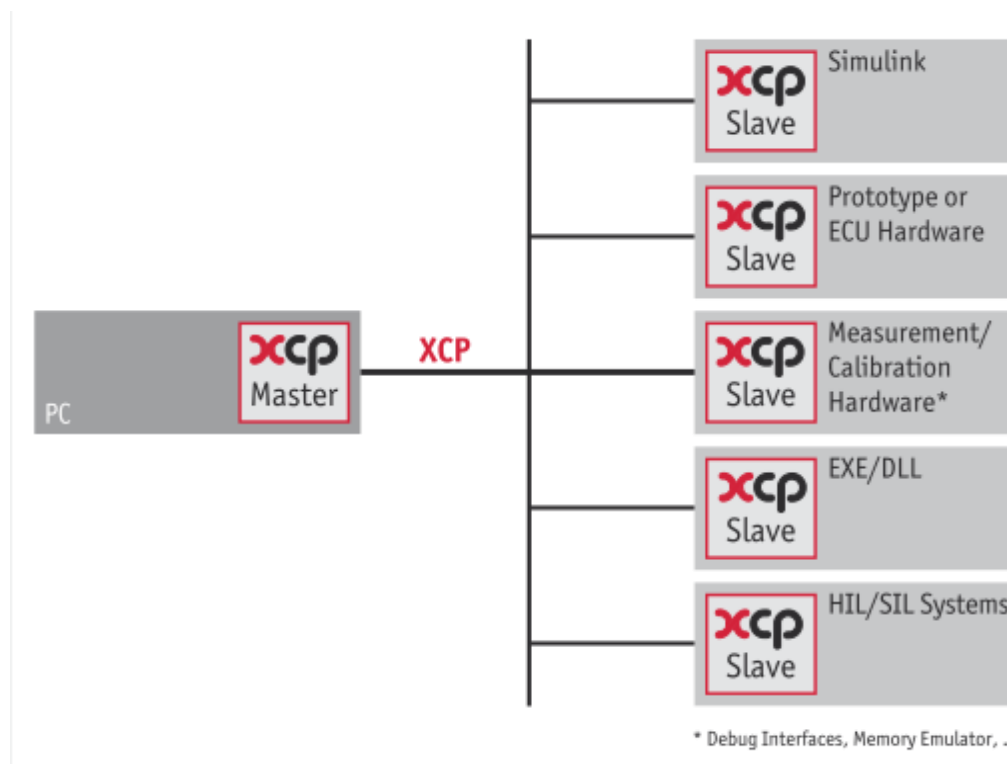
การสอบเทียบโดยใช้ CCP/XCP

CCP ... โปรโตคอลการสอบเทียบ CAN

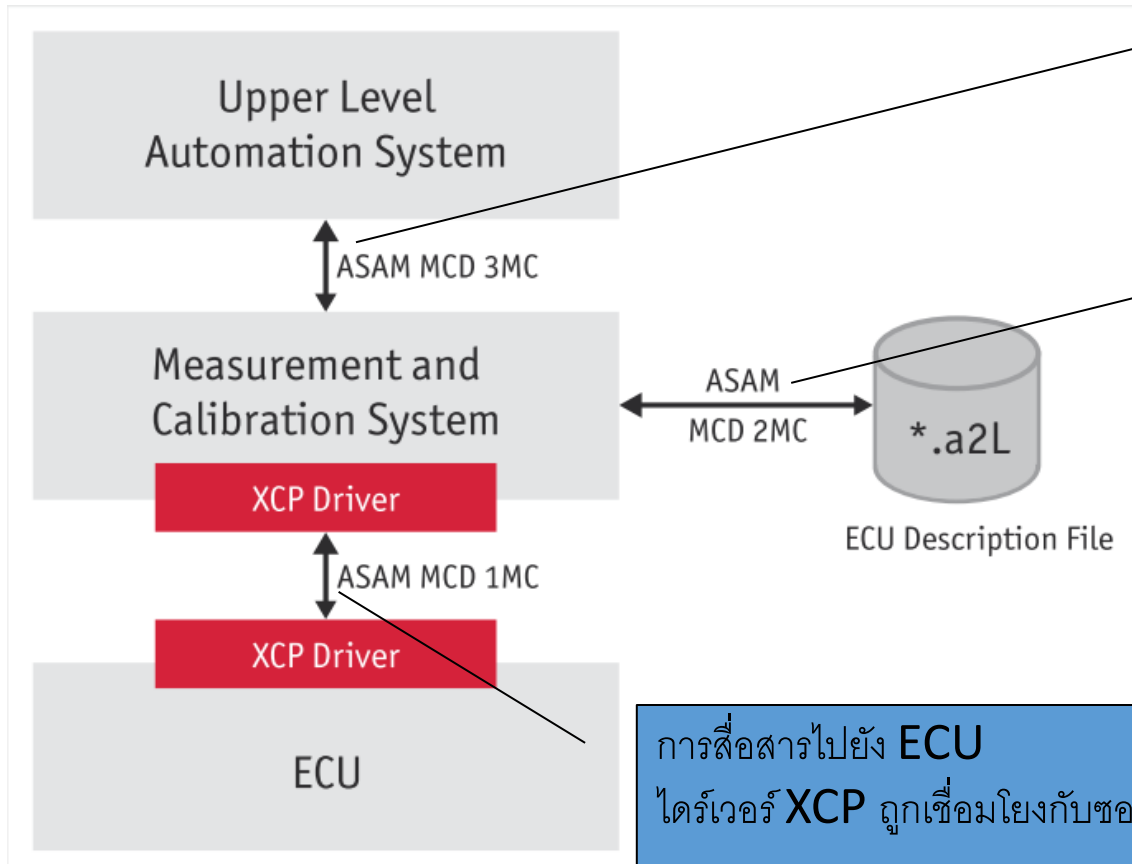
XCP ... โปรโตคอลการวัดและการสอบเทียบสากล

สำหรับชั้นการขนส่งที่แตกต่างกัน

- การอ่านและการเขียนข้อมูลผ่าน **CAN**
 - การอ่านโดยการหึ่งเสียงหรือชิงโครไนซ์กับงาน (เหตุการณ์)
 - การเขียนพารามิเตอร์ไปยัง **RAM**



CCP/XCP เป็นมาตรฐาน



การควบคุมระยะไกลของระบบการวัด

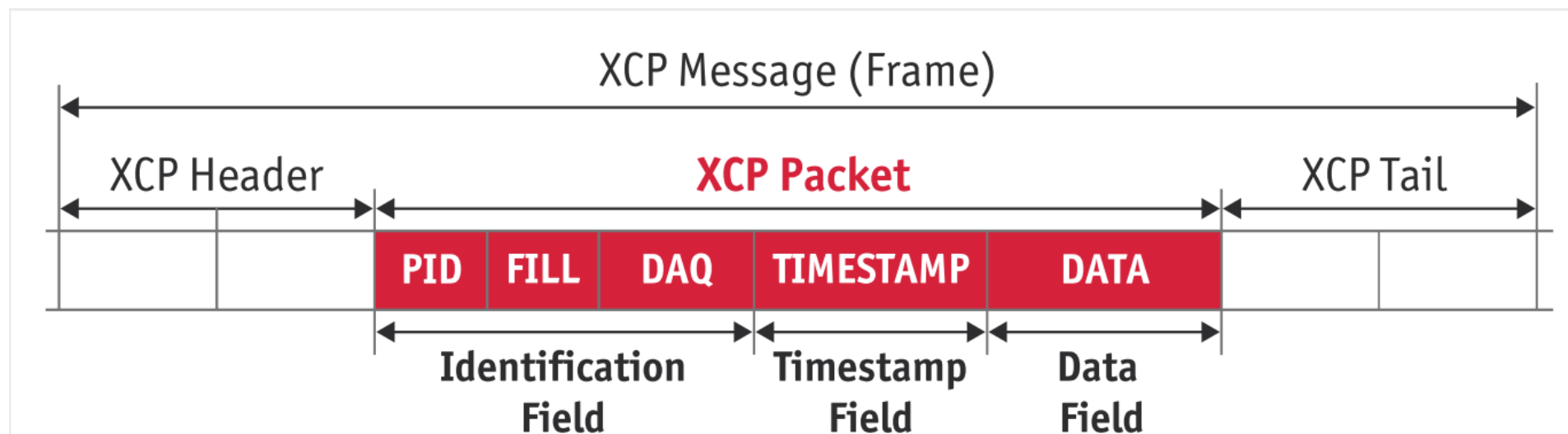
CAN Database:

- ชื่อ หน่วย และการปรับขนาดของตัวแปรและตาราง
- เป็นตำแหน่งใน RAM

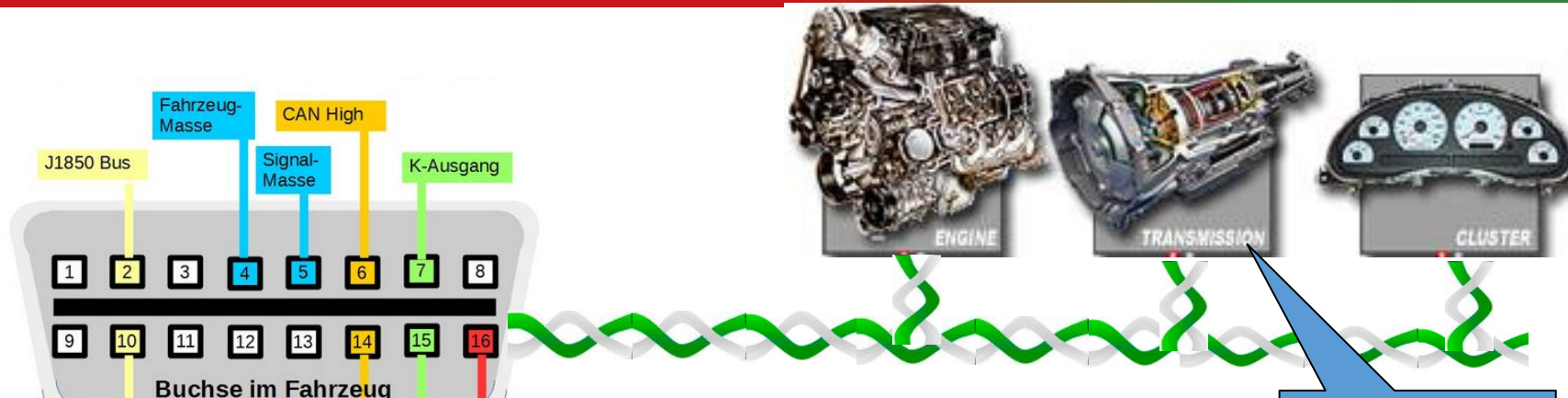
การสื่อสารไปยัง ECU
ไดรเวอร์ XCP ถูกเชื่อมโยงกับซอฟต์แวร์

การสื่อสารผ่าน CAN, FlexRay, ...

- เชื่อมต่อกับเครือข่าย CAN หรือ Flexray ที่มีอยู่
- ข้อความเพิ่มเติมสำหรับการส่ง/รับ
- ข้อความ XCP ถูกบรรจุลงในกรอบข้อมูล CAN

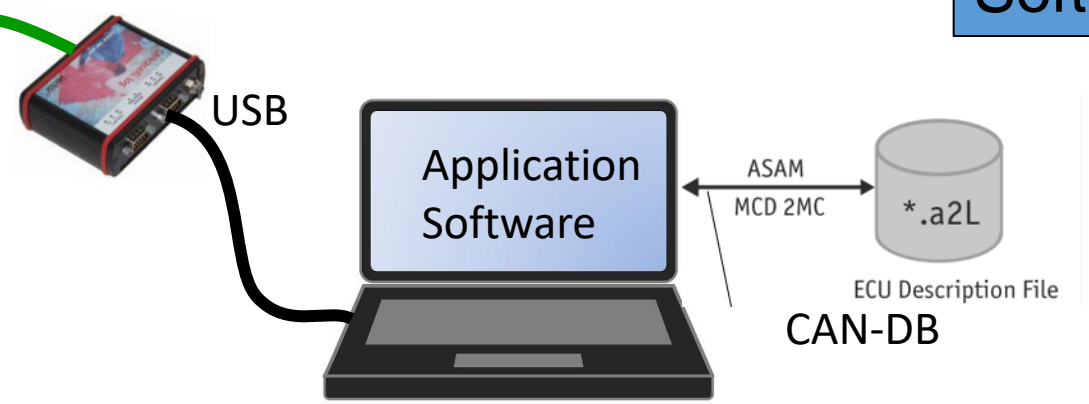
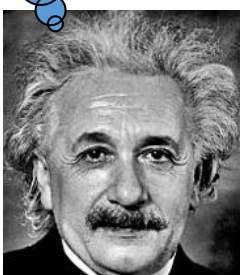


เราต้องปรับเทียบอะไร?



Demon-Software

I want to measure wheel speed



Vector CANape

File Edit Display Device Measurement Calibration Analysis Flash Tools Database Window ?

1: SETUP 2: Measurement 3: Calibration 4: Diagnostic 5: Matlab/Simulink® 6: GPS 7: Multimedia 8: Send CAN Message 9: Tracing 10: Offline Analysis

[16] Parameter-Explorer.CCPsim

Content of: Parameters

Name/type	General	Values	3D View
Test_Parameter	- 1 + / 2 * ÷ 6	Phy [0,100]	
ampl		6 Volt	
limit			
offset			
period1			

[17] Diagnostic parameter

Name	Value
Windows.Window_Front_Left	0 %
Windows.Window_Front_Right	0 %
Windows.Window_Rear_Left	0 %
Windows.Window_Rear_Right	0 %

[13.1] CCPsim

Name	Value
channel1	0.436
channel2	-0.869
channel3	1.298

[13.2] CCPsim

Name	Value
channel1	0.134
channel2	-0.269
channel3	2.165

t = 9.731279s

[31] CCPsim: map1

m\m	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
0	0	0	0	0	0	0	100	200
0.1	0	0	0	0	0	0	200	300
0.2	0	0	0	0	100	100	200	300
0.3	0	0	0	100	100	200	300	400
0.4	0	100	100	200	300	400	500	700
0.5	100	100	100	200	400	600	800	900
0.6	100	100	200	400	500	800	900	1000
0.7	100	100	300	500	800	900	1000	1000

[30] map1

[35] Vector Multimedia window

[5] Digital

Name: C... = 1

t = 9.731279s

[53] Diagnostics

Symbolic [COMMON_DIAGNOSTICS] KWPsim

1: 10 81 - Default Session (OBDII) Start

Name	Value	Unit
PDU	10 81	

Start Session

- 10 81 - Default
- 10 85 - Program
- Identification
 - 1A 90 - ECU Id
 - 1A 91 - Development
 - 3B 92 - Serial N
 - 1A 92 - Serial N
- Security Access
- Dynamic Data
- Stored Data
- Variant Coding
- Device Control
- Memory
- Stop Session
- Fault Memory
 - 18 02 - Fault M
 - 18 03 - Fault M
 - 17 - Fault Mem

[50] Model Explorer

ExampleModel

ONLINE cna\kccsimdemo.cna



CANape GUI to get ECU's view of the words and adjust it.

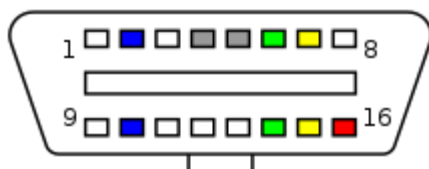
[<https://de.wikipedia.org/wiki/CANape>]

การวินิจฉัยอเนบอร์ค

การหลีกเลี่ยงอันตราย

นำระบบไปสู่สถานะบันทึก

- วินิจฉัยความล้มเหลวที่เป็นอันตรายหรือสาเหตุ (ความผิดพลาด) อย่างถาวร
- ดำเนินการเพื่อให้ได้สถานะที่ปลอดภัยภายในเวลาที่ยอมรับได้ในความล้มเหลว
- แจ้งคนขับเกี่ยวกับสถานะที่เปลี่ยน
- ตรวจสอบการวินิจฉัยเป็นระยะ
- **ISO 26262** เมื่อเริ่มต้นขึ้น



Driven by Law

- avoid environmental pollution
 - recognize failure
 - inform driver and reduce car's performance
 - Readable by OBD-II or EOBD standard tools

Serviceability

- help for repair

typ. all wire connections

- recognize faults or failures periodically
- inform driver
- note in EEPROM (Flash)
- Readable by OBD-II or EOBD standard tools

https://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics#OBD-II



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสอนในห้องปฏิบัติการเมคคาทรอนิกส์ของ UAS

K. Reisinger, T. Lechner



- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหาห้องปฏิบัติการเมคคาทรอนิกส์ของเรา
 - หัวข้อเมคคาทรอนิกส์ในหลักสูตรของเรา
 - โครงร่างของบทช่วยสอนสำหรับห้องปฏิบัติการและเป็นตัวอย่างแนวทาง
 - Dvp. กระบวนการ: V-Model, Model-In-the-Loop (MIL), ซอฟต์แวร์-In-the-Loop (SIL), ฮาร์ดแวร์-อิน-เดอะ-ลูป (HIL)
 - การได้มาซึ่งข้อมูล เลขคณิตจำนวนเต็ม
 - บทเรียนที่ได้เรียนรู้และการสอนในห้องปฏิบัติการในอนาคต
 - XCP/CCP เครื่องมือสำหรับการสอบเทียบ

สถานที่ในหลักสูตร



• Bachelor's Program

- กลศาสตร์วิศวกรรม (สถิตยศาสตร์, จลนพลศาสตร์), ส่วนประกอบทางกล
 - รู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิศวกรรมไฟฟ้า, ระบบอิเล็กทรอนิกส์, สอนห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์, เครื่องไฟฟ้า & อินเวอร์เตอร์,
 - การพัฒนาซอฟต์แวร์ '**c#', MatLab/Simulink**
 - วิศวกรรมควบคุม
- บทแนะนำห้องปฏิบัติการเมคคาทรอนิกส์
 - ปริญญาตรีภาคการศึกษาที่ 4

บทเรียนหลังจากห้องทดลองนี้

หลักสูตรปริญญาตรี

- การวัดสัญญาณไฟฟ้าและไม่ใช่ไฟฟ้า
- หลักสูตรปริญญาโท
 - เซ็นเซอร์/ยานยนต์,
 - การประมวลผลสัญญาณ, วิศวกรรมการควบคุมแบบดิจิทัล,
 - การวิเคราะห์ข้อมูลรถแข่ง
 - ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้าและระบบขับเคลื่อน, ระบบการจัดการพลังงานและระบบจัดเก็บข้อมูล

จุดมุ่งหมายของห้องปฏิบัติการ - ทั่วไป

- ทำความเข้าใจว่าระบบเมคคาทรอนิกส์ทำงานอย่างไร
 - ทำงานกับระบบฝังตัว
 - การเชื่อมโยงกลศาสตร์ไฟฟ้าและซอฟต์แวร์การคิดแบบองค์รวม
 - ความรู้ทางคณิตศาสตร์ / กายภาพคู่กับเทคโนโลยีซอฟต์แวร์
 - ทำความเข้าใจความไม่สมบูรณ์และขีดจำกัด
 - ตัวแปลง $A / D-$, D / A , เอฟเฟกต์การหาปริมาณ, อิทธิพลของรอบเวลา
- การเข้ารหัสสัญญาณ
- ชนิดข้อมูล เลขคณิตจุดคงที่

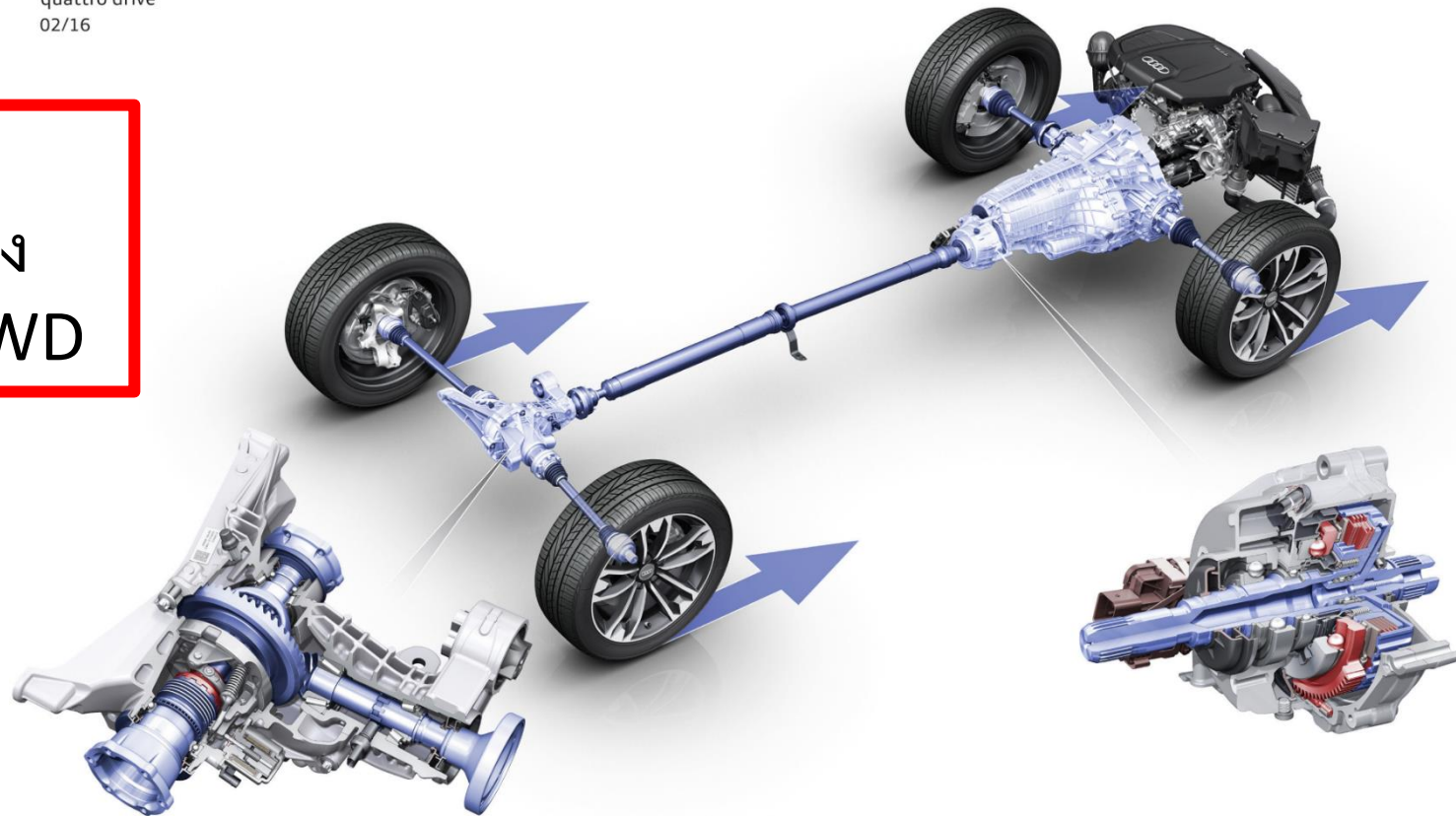
เป้าหมายของเราที่จะคว้าเนื้อหา

Audi quattro mit ultra-Technologie

quattro Antrieb
Audi quattro with ultra technology
quattro drive
02/16



goal: ควบคุมการ
กระจายแรงบิดระหว่าง
เพลาหน้าของรถ 4-WD

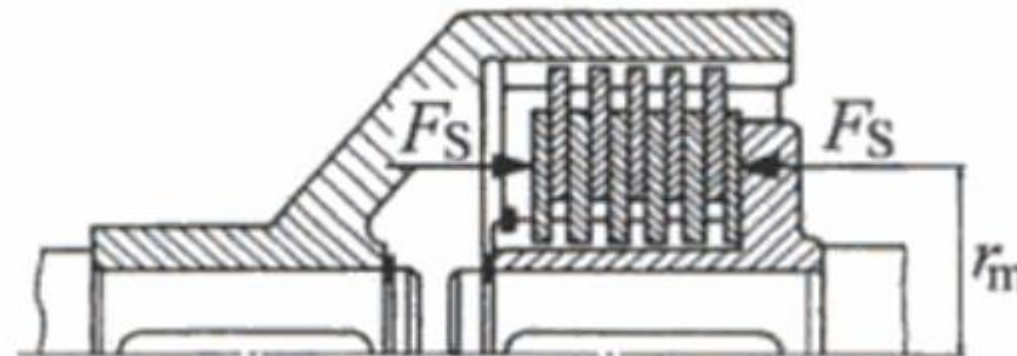


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

คลัทช์หลายแผ่น

- Clutch Torque $M_c \sim$ Axial Force F_c

$$M_c \cong F_c \cdot \mu \cdot z \cdot r_m$$



Künne B.: Einführung in die Maschinenelemente, Teubner



AWD-Clutch Smart Actuator ที่ควบคุมได้ซึ่งใช้แรงบิดที่ ร้องขอ



Given: $M_{Req}(t)$.. desired torque

Press the multi plate clutch with a force producing a friction torque $M_{clutch} = M_{Req} \pm 10\%$ within 150 ms.

feedback: $M_{clutch}(t)$.. current friction torque of multi-plate clutch

แนวคิดการกระตุ้น

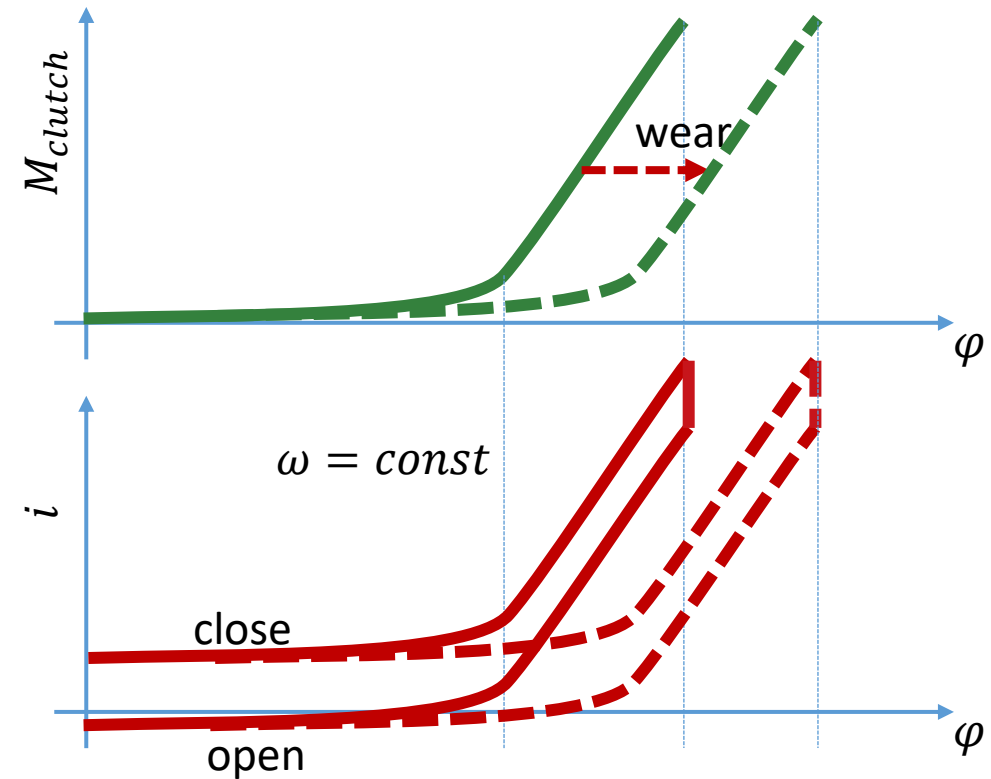
มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนที่จะใช้แรงตามแนวแกนสูงในการปิดคลัตช์

Control Concept

- การวัดแรงบิด
- การวัดแรงคลัตช์
- การวัดแรงบิดของมอเตอร์
- ประมาณแรงบิดของมอเตอร์ออกจากกระแส

ประมาณแรงบิดของมอเตอร์ออกจากกระแส

- $J_{mot} \cdot \frac{d\omega}{dt} = k_T \cdot i - M_{shaft} \rightarrow M_{shaft}$
- Some revs of the motor make 2mm stroke
→ high gear ratio
- $m_{red} = J_{mot} \cdot i_g^2 \gg 1$
→ very accurate acceleration signal!
→ not for fast action!
- Solution
 - Table $M(\varphi): M_{Req} \rightarrow \varphi_{Req}$
 - Position Control
 - use $i(\varphi)$ on shutdown to correct wear



• Introduction Lessons

- แนวคิดของระบบ
- กลศาสตร์การสร้างแบบจำลอง (คลัสต์, กลไกแอคชูเอเตอร์ รวมถึงเฟืองตัวหนอน)
- แนวคิดการควบคุม
- เครื่องค้นหาตำแหน่งสถานะเริ่มต้น
- ตัวควบคุมแรงบิดไปข้างหน้า ฝึกโดยใช้คุณสมบัติทางกล
- อัลกอริทึมการควบคุมตำแหน่งโดยตกความเร็ว

เนื้อหาการสอนในห้องปฏิบัติการ



- บทเรียนเบื้องต้น
 - CAN
 - หลักการ CAN
 - โปรโตคอล XCP, CCP
 - กระบวนการพัฒนา: V-Model
- 5 Lab-Sessions ในกลุ่มนักเรียนสูงสุด 20 คน
 - 1 Lab-Session: 5 ครั้ง 45 นาที



V-Modell

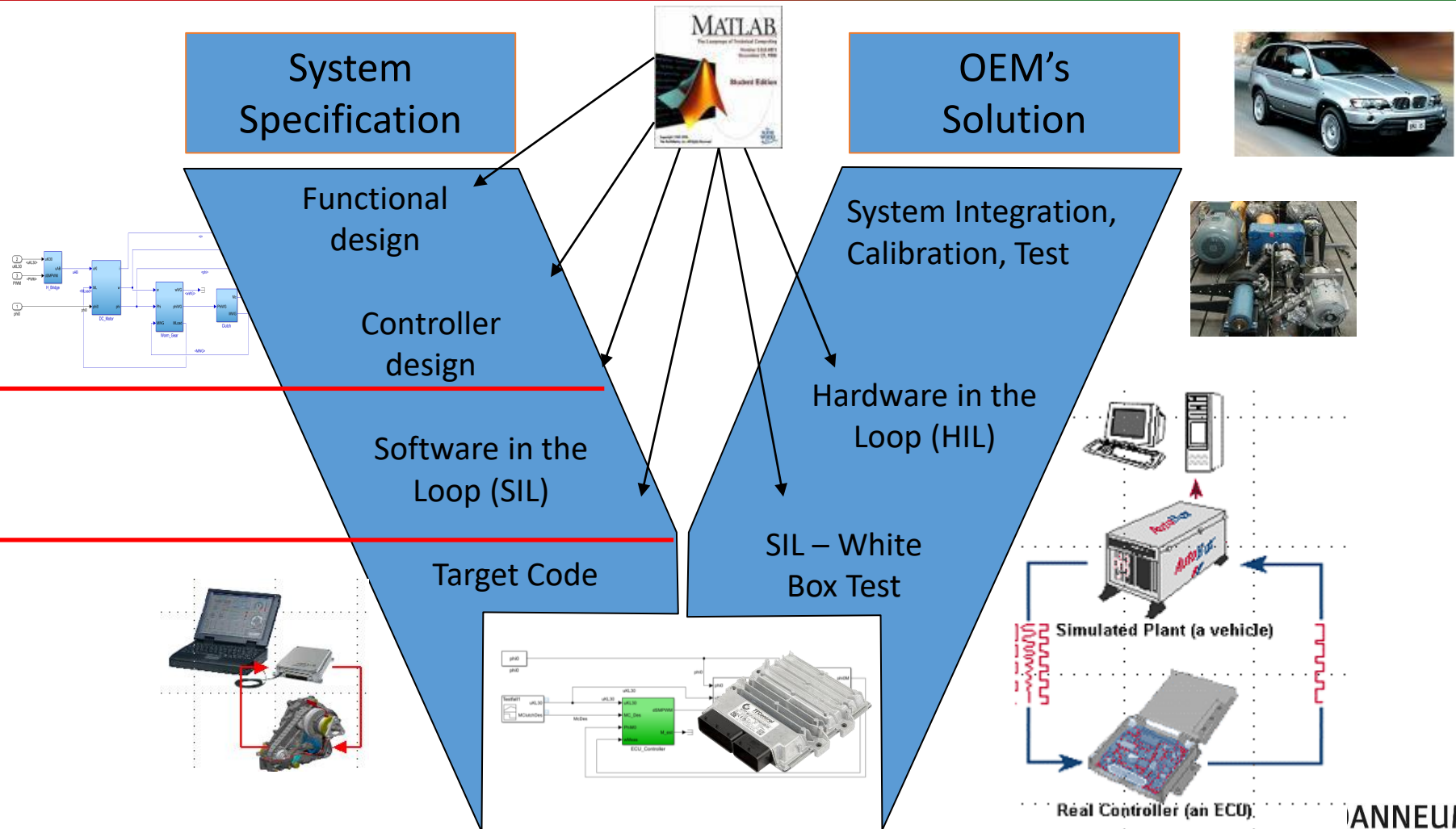
เรามุ่งเน้นไปทำงานของวิศวกรระบบ!
ต้นแบบ Dvp



Lab-Session:
1 & 2

(2), 3 & (4)

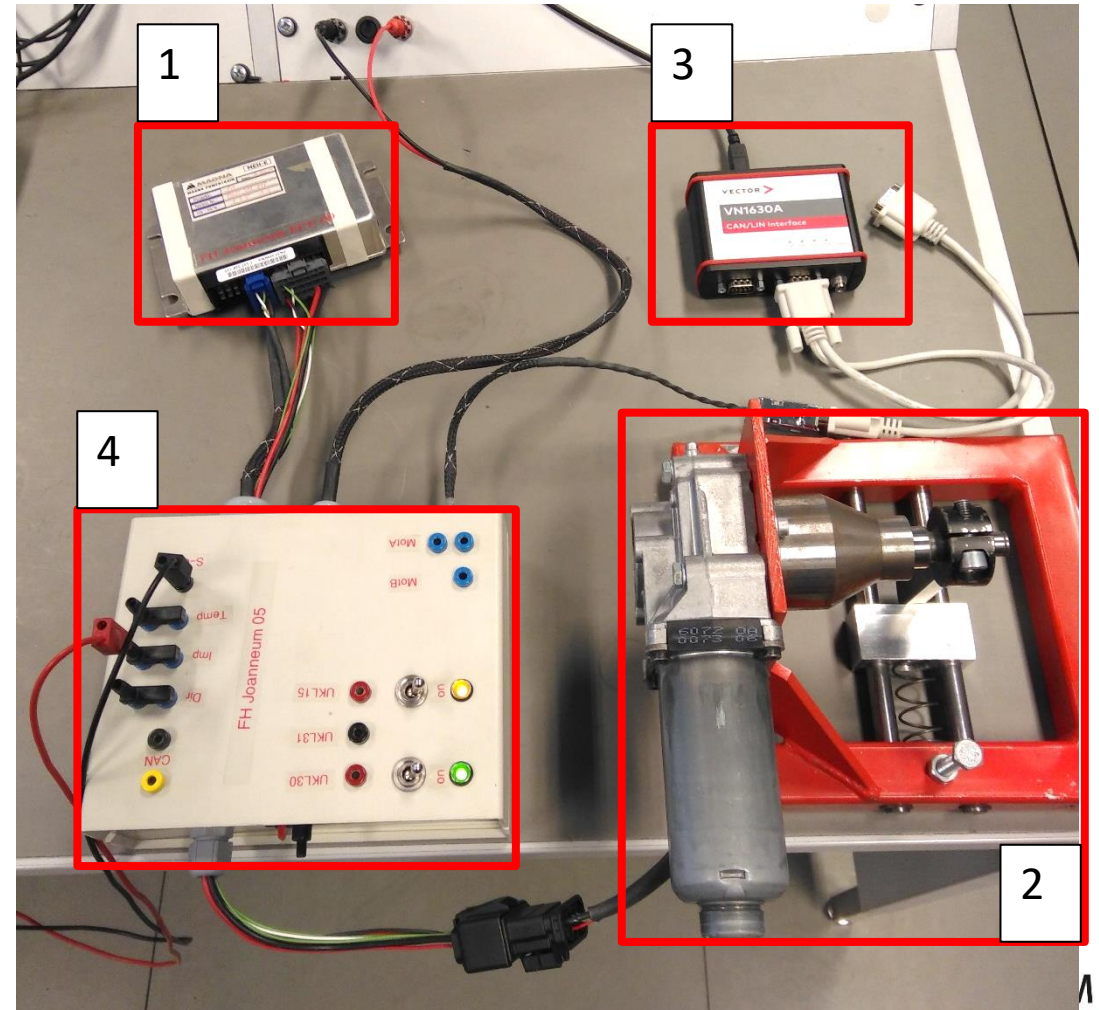
(4) & 5



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

การควบคุมแรงบิด – Modell ในรูป ภาพรวมฮาร์ดแวร์

- 1 ตัวควบคุม ECU
- 2 แบบจำลอง
- 3 สามารถไปยังอินเทอร์เฟซ USB เวกเตอร์ VN 1630
- 4 แยกกล่องออก



ข้อกำหนดทั่วไป

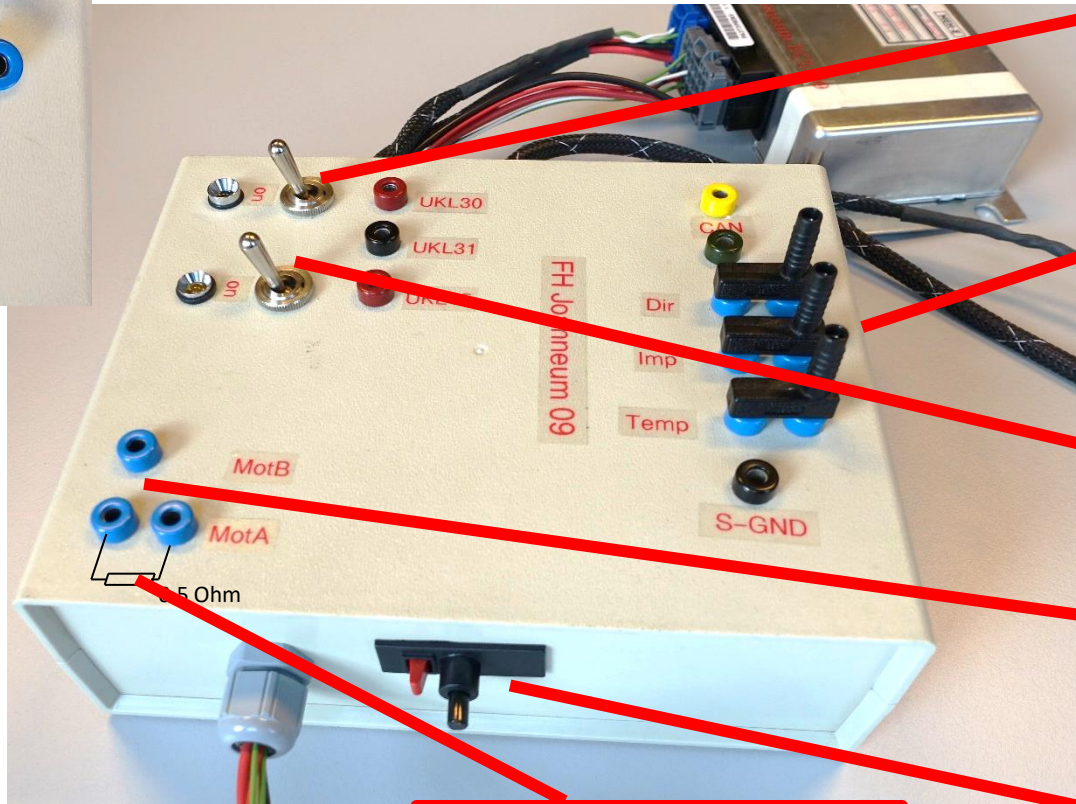
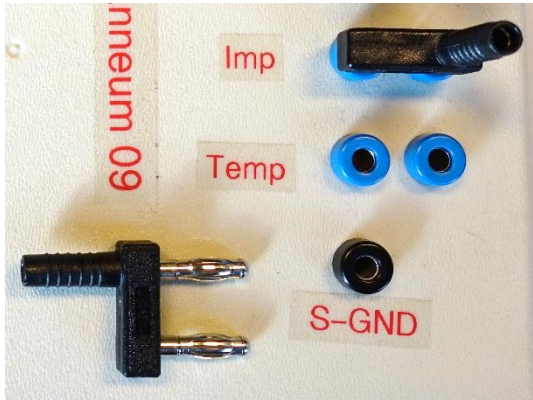
- การเปลี่ยนชุดสายไฟการเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์เซ็นเซอร์ ECU CAN-Interface ภายนอก และแหล่งจ่ายไฟ
- สวิตช์สำหรับ แสดงสถานะของรถ
- ตัวเชื่อมต่อเพื่อวัดและทดสอบความล้มเหลวของสัญญาณ

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับการฝึกอบรม

- ตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสสูงสุด
- ฟีวส์ความร้อน ทำให้ไม่มีมอเตอร์ไฟไหม้มาหลายปี 😊



แยกกล่อง



สวิตช์ไฟและไฟแสดงสถานะ

การเข้าถึงสัญญาณ / การจัดการ

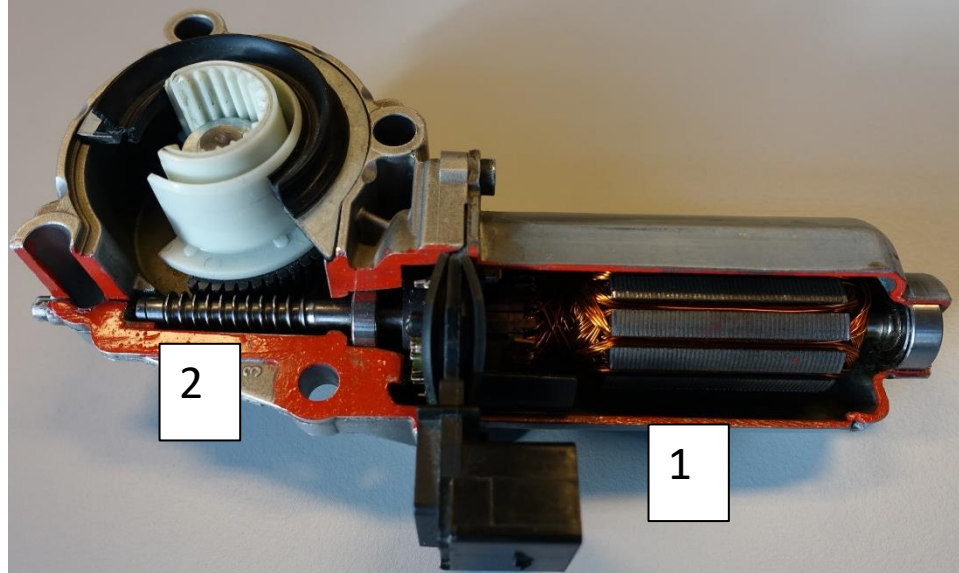
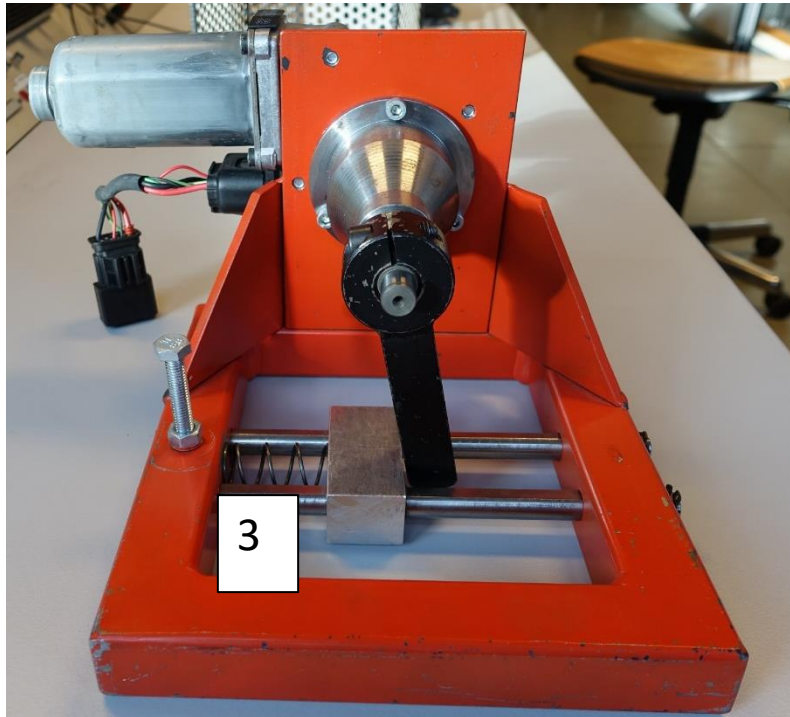
Ignition On

ขั้วต่อสำหรับมอเตอร์

ตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสสูงสุด

Thermo-Fuse

Environment → Plant Model

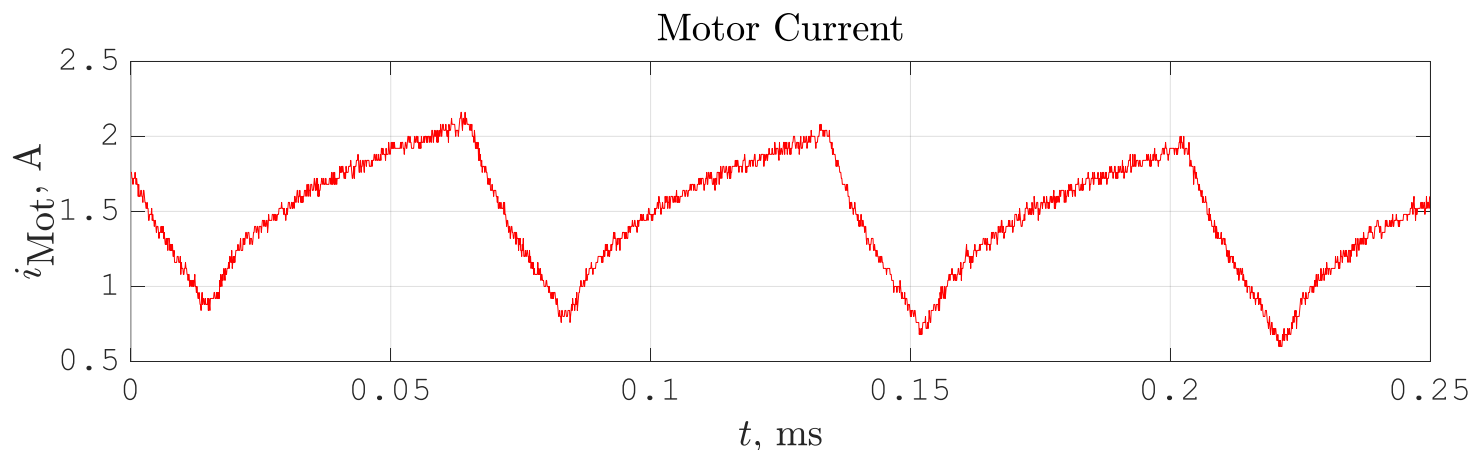


1 – มอเตอร์กระแสตรง

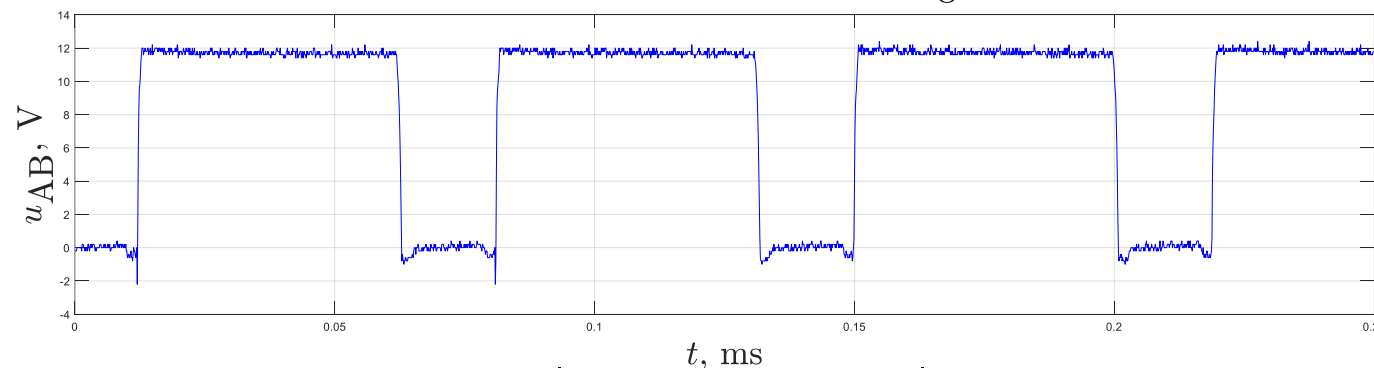
2 – เตรียมความพร้อม เกียร์ → อัตราทดเกียร์เท่ากับ 56

3 – Spring → จำลองการตอบรับจากคลัสต์ซ์

Plant Model, H-Bridge



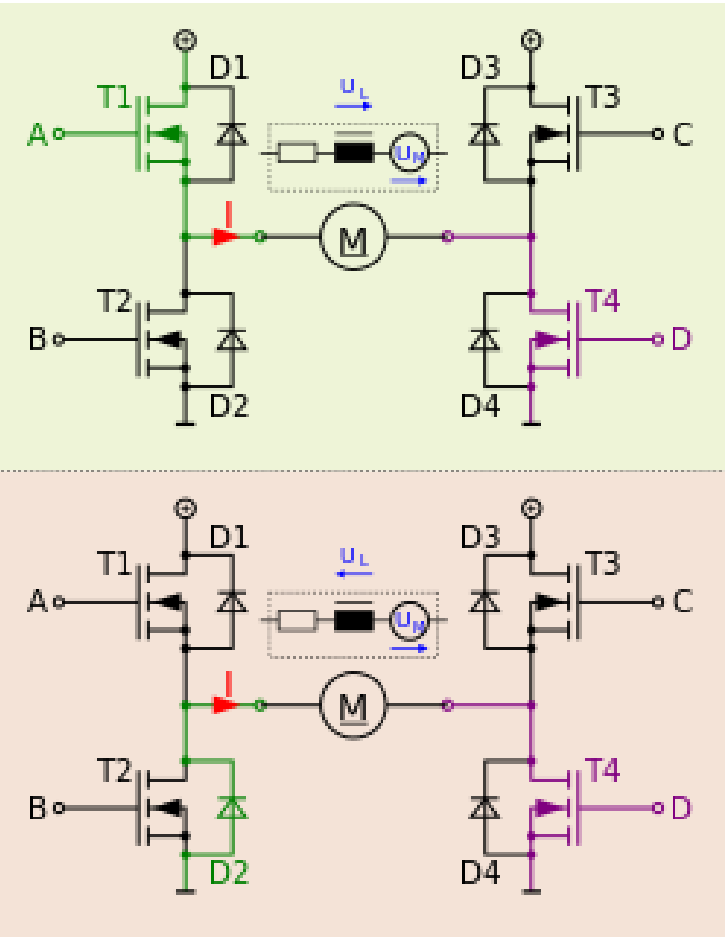
PWM-Motulated Motor Voltage



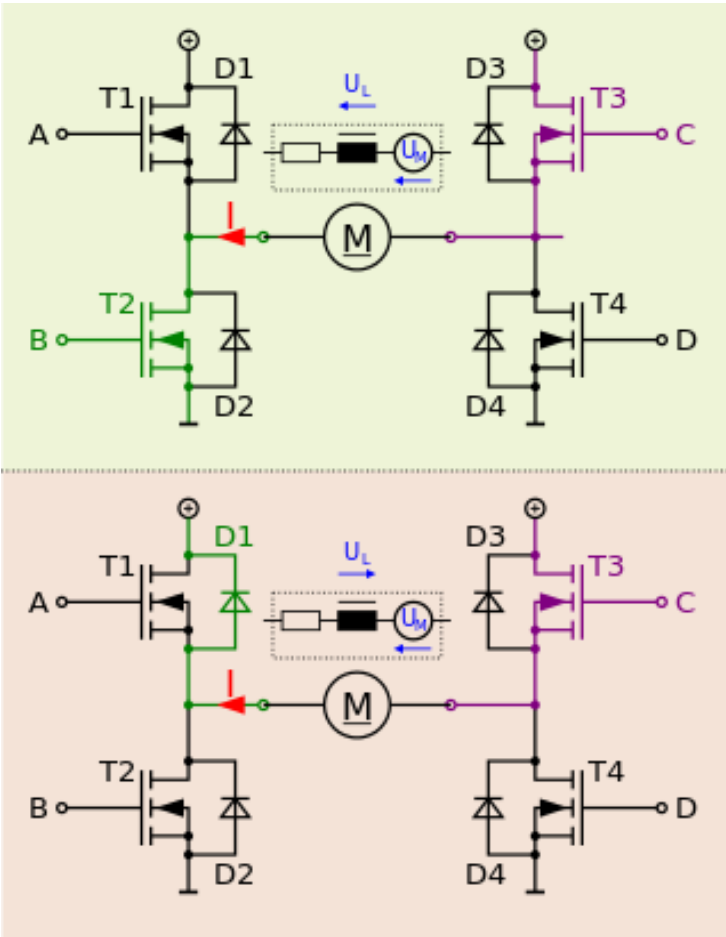
4 – H-Bridge ถูกรวมไว้ที่ ECU เอาต์พุตเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ปรับ PWM ค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าเป็นส่วน
กับความเร็วมอเตอร์

H-Bridge

Quadrant 1 - accelerate forward



Quadrant 3 - accelerate backward



แบบจำลองโรงงาน – การทำให้เข้าใจง่าย ปรับตามความจำเป็น!



H-Bridge → Power electronic (included at the ECU)

อินพุต: สัญญาณ PWM จากคอนโทรลเลอร์ ในรุ่น PWM ของเราเป็นค่าตัวเลขระหว่าง -1 และ +1

เอาต์พุต: แรงดันไฟฟ้า PWM ที่ปรับแล้วสำหรับแหล่งจ่ายไฟ มอเตอร์กระแสตรง
ค่าเฉลี่ยมีผลต่อความเร็วของมอเตอร์.

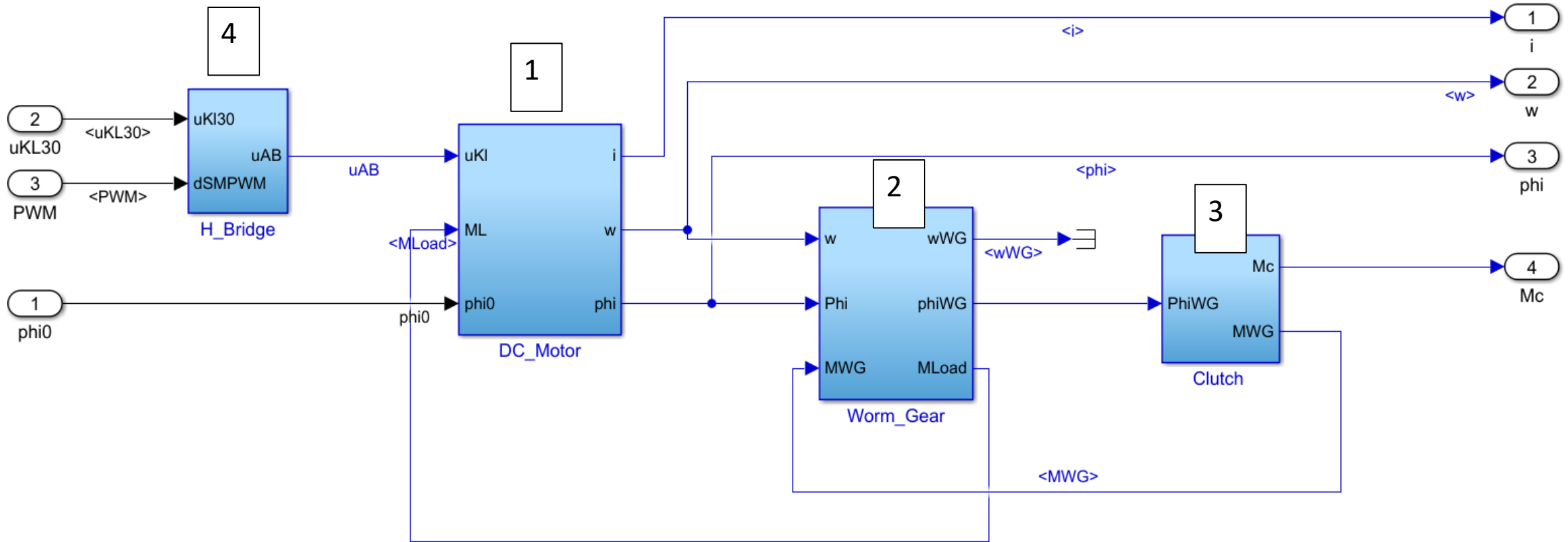
Simplification for the model: $u_{AB} = u_{K130} \cdot PWM$

u_{AB} DC-Motor input voltage

u_{K130} Supply voltage

ไม่มีความละเอียดของแรงดันพัลส์ → เวลาจำลองสั้น ๆ

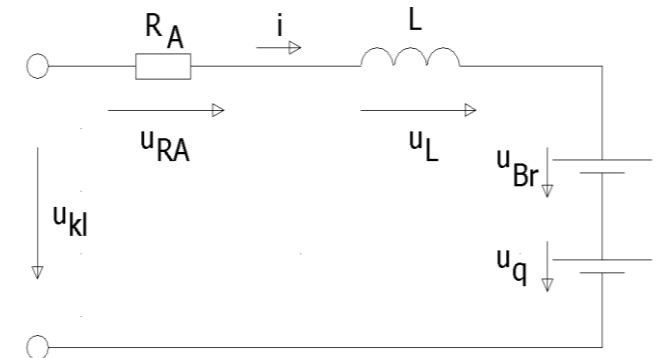
Plant Model



จะสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ด้วย Simulink ได้อย่างไร?

ตัวอย่าง: มอเตอร์กระแสตรงแม่เหล็กถาวร

- อธิบายมอเตอร์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.) ระบบไฟฟ้า



Kirchhoffs's law:

$$u_{Kl} = u_{RA} + u_L + u_{Br} + u_q \quad (1)$$

Voltage drops:

$$u_{RA} = i \cdot R_A \quad (2)$$

$$u_L = L \frac{di}{dt} \quad (3)$$

$$u_q = k_T \cdot \omega \quad (4)$$

$$u_{Br} = f(i) \rightarrow \text{Lookup Table}$$

$$(2), (3) \text{ and } (4) \rightarrow (1) \quad \frac{di}{dt} = \frac{1}{L} (u_{Kl} - i \cdot R_A - u_{Br} - k_T \cdot \omega) \quad (6)$$

จะสร้างแบบจำลองอุปกรณ์ด้วย Simulink ได้อย่างไร?

ตัวอย่าง: มอเตอร์กระแสตรงแม่เหล็กถาวร

- อธิบายมอเตอร์ทางคณิตศาสตร์

- 2.) การเชื่อมต่อระหว่างระบบไฟฟ้าและเครื่องกล
- 3.) ระบบเครื่องกล

Torque is proportional to the current

$$M_{el} = k_T \cdot i \quad (6)$$

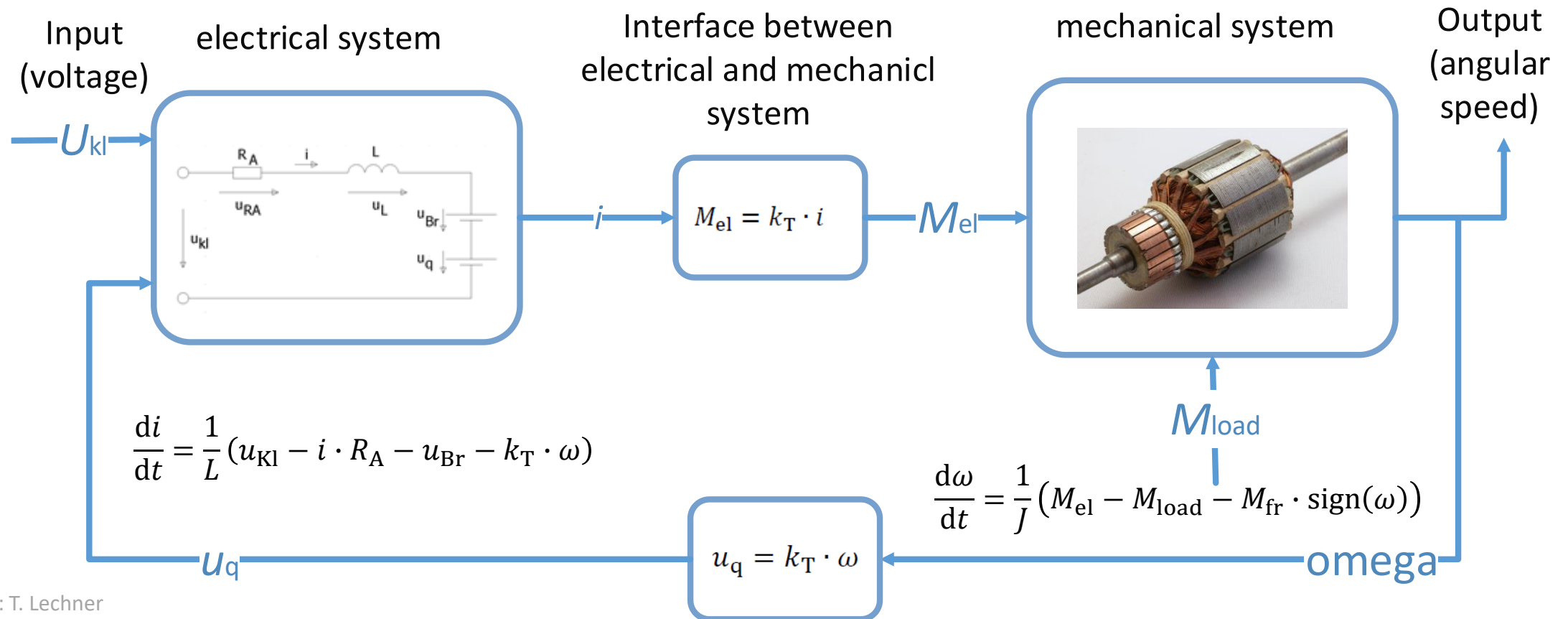
The rotor is a rotatable mounted inertial mass – principle of angular momentum

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_{el} - M_{load} - M_{fr} \cdot \text{sign}(\omega) \quad (7)$$



[https://de.wikipedia.org/wiki/Anker_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Anker_(Elektrotechnik))

แบบแผน



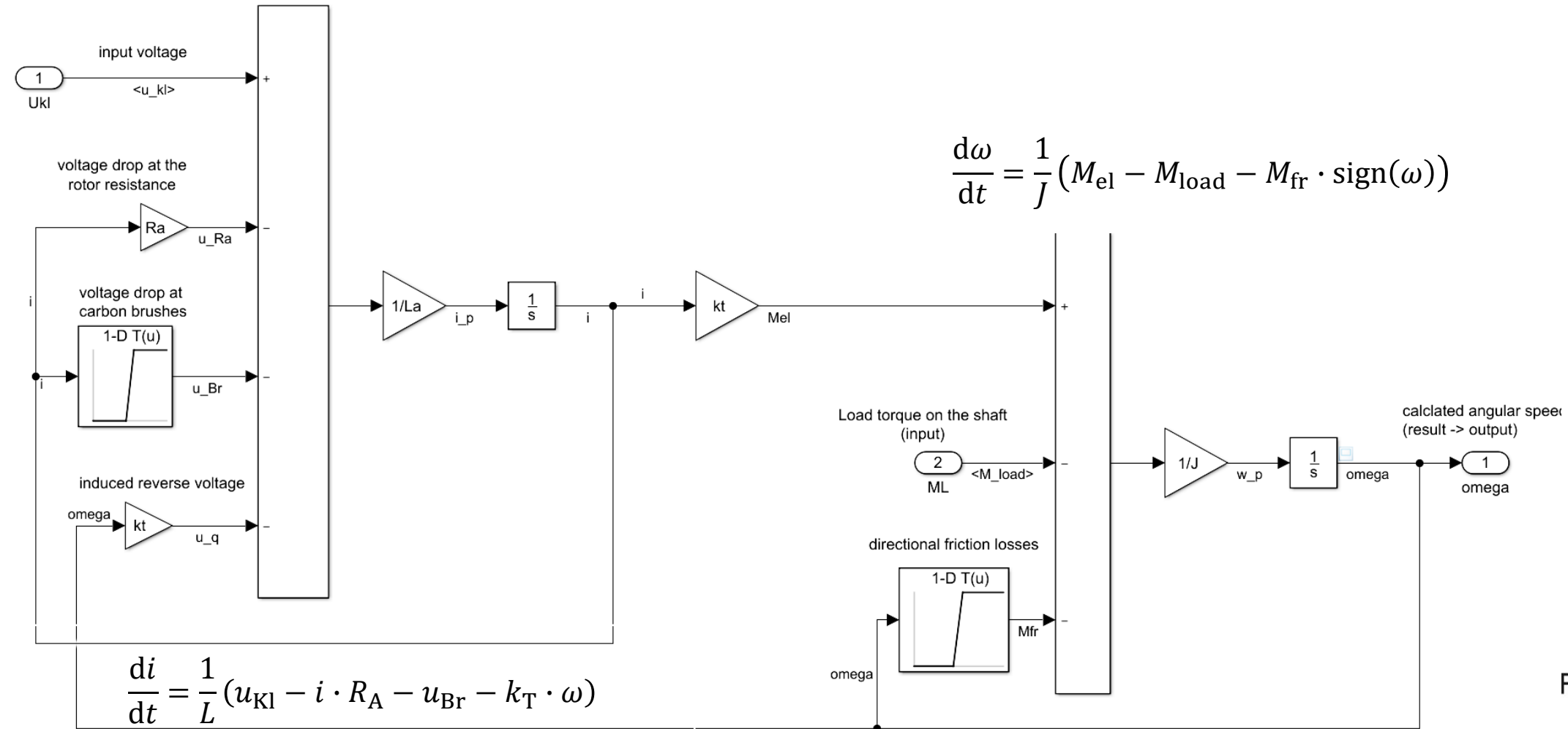
Author: T. Lechner

Simulink model

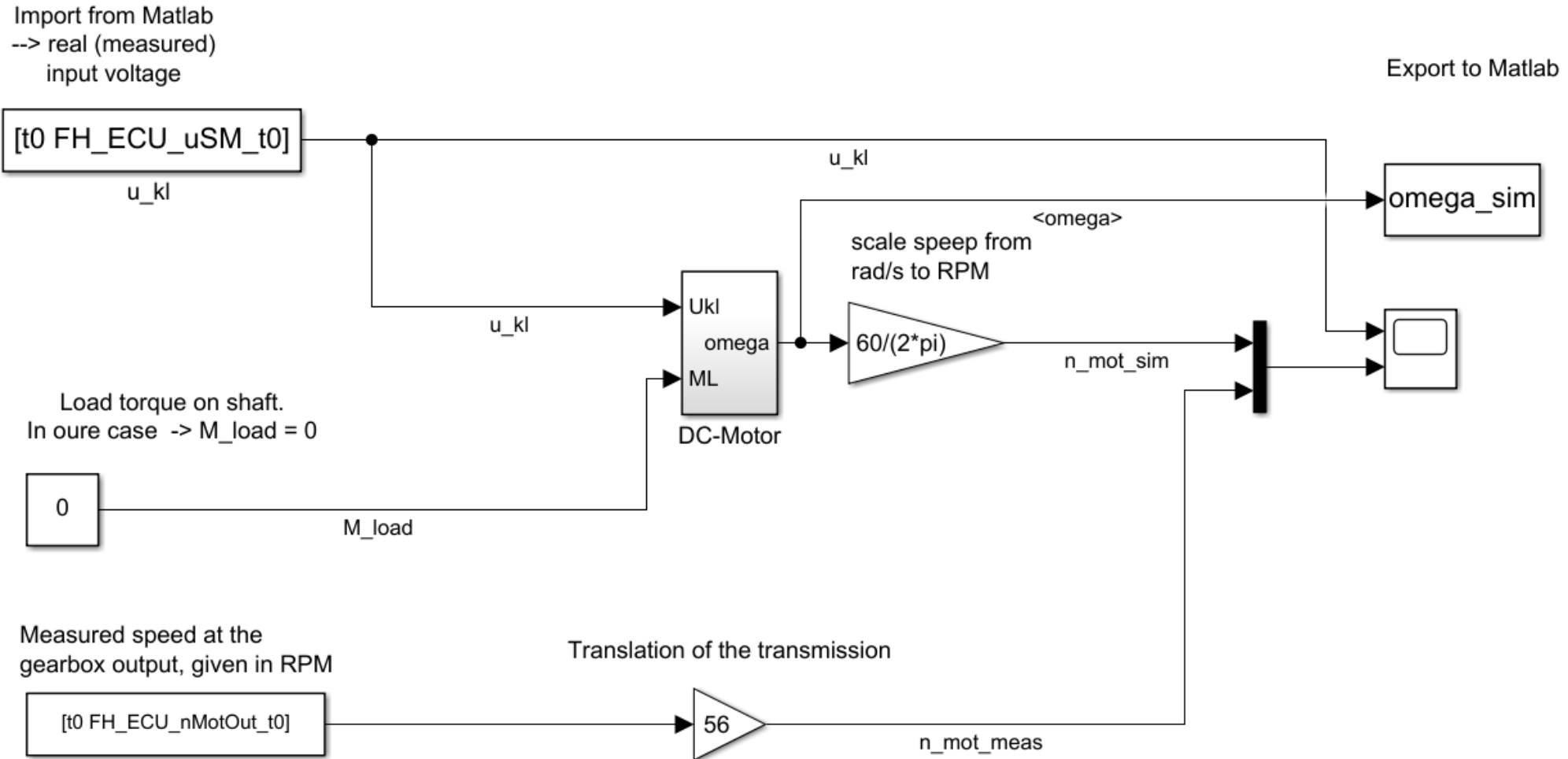
Electrical system

Interface

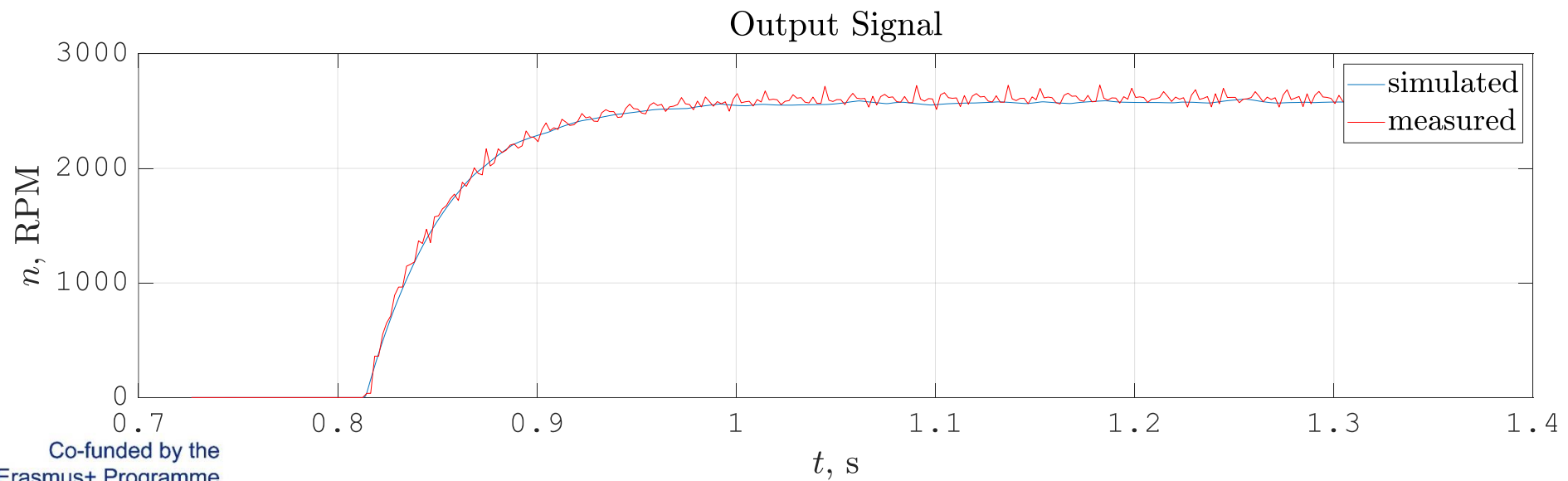
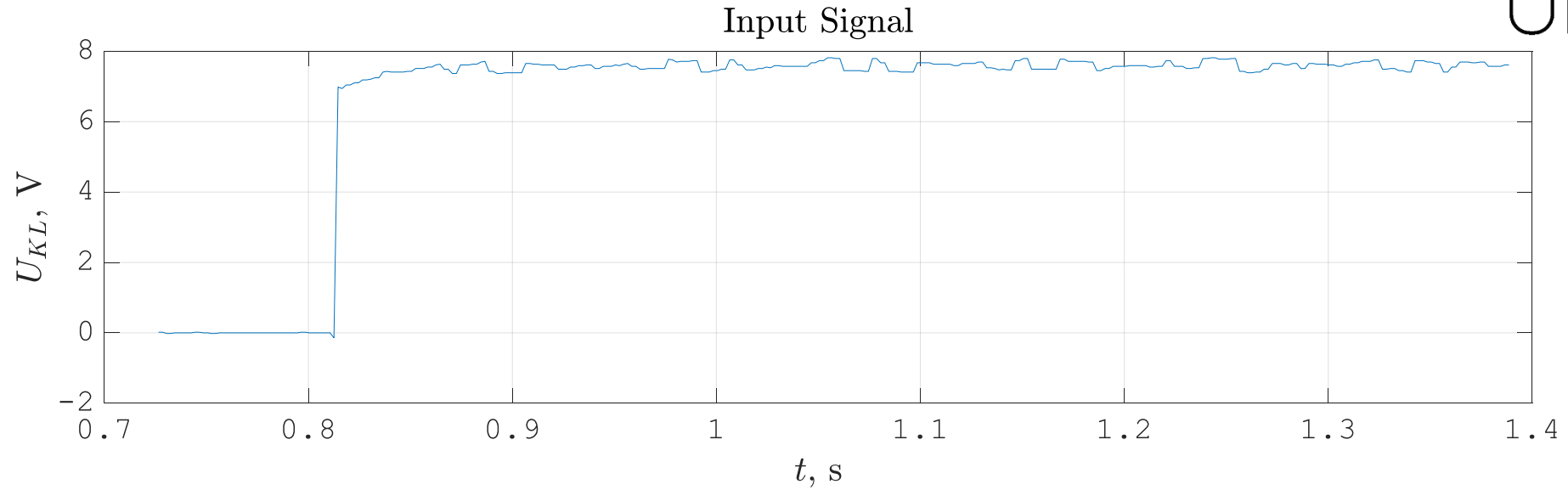
Mechanical system



ค้นหาพารามิเตอร์

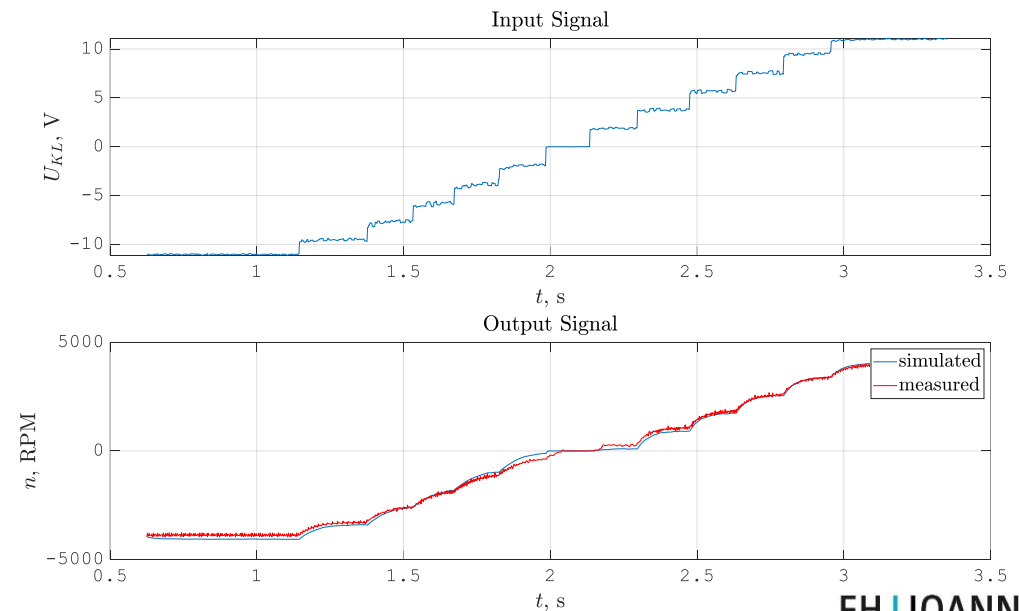


ค้นหาพารามิเตอร์



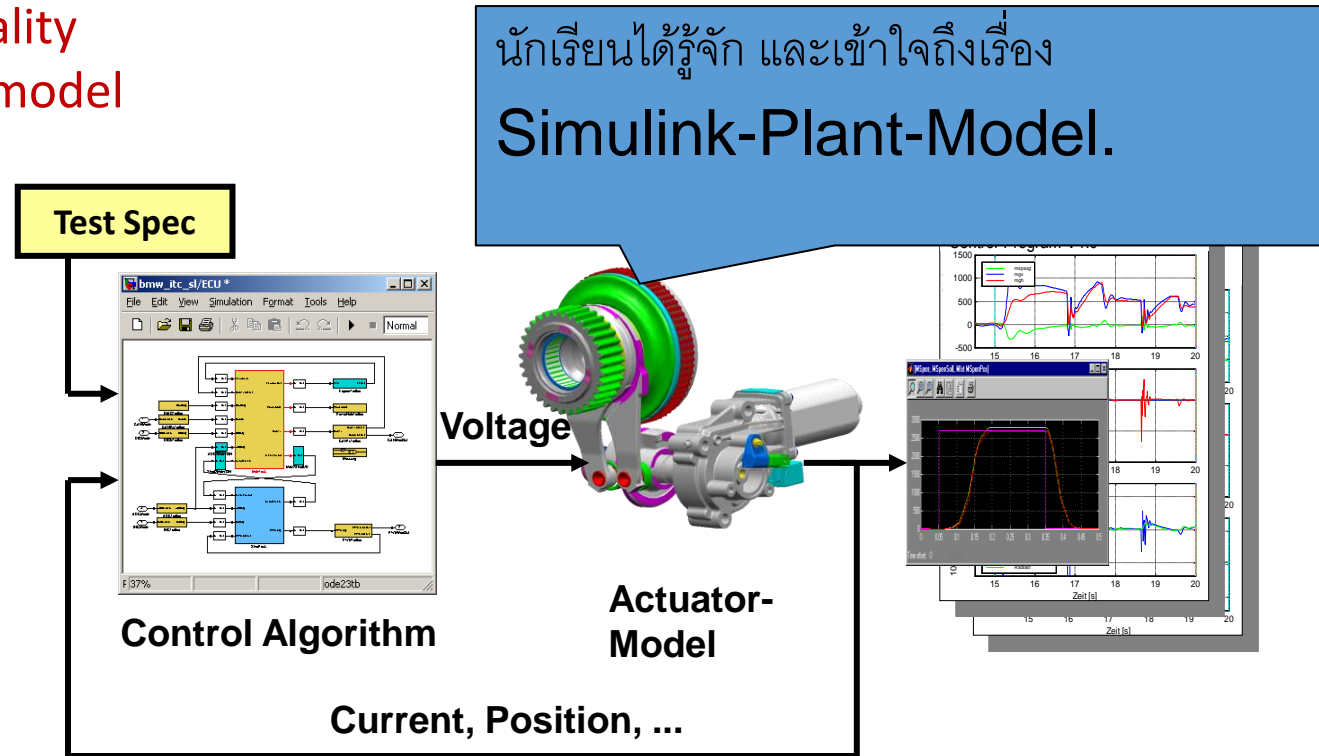
ตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล

- การตรวจสอบพารามิเตอร์
 - ใช้สิ่งเร้าที่แตกต่างจากการระบุค่าพารามิเตอร์!



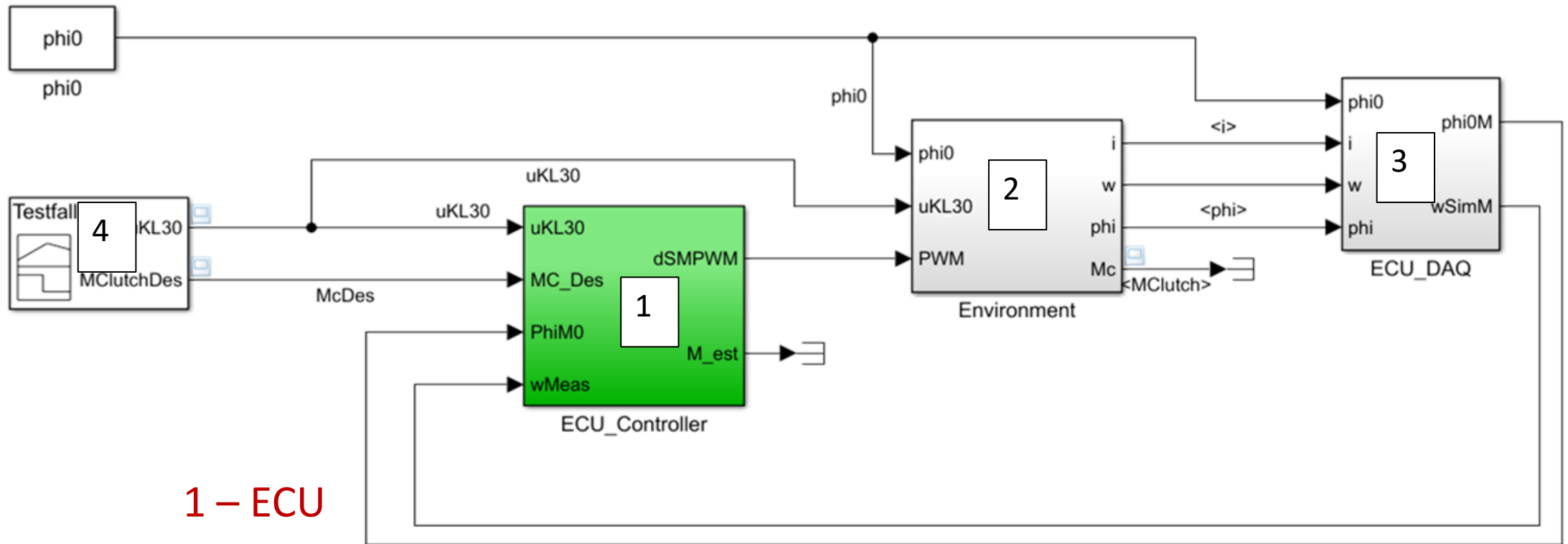
โมเดลในรูป

Task: Put the reality
to a simulation model



Any plant model can not be destroyed by missuses 😊

โมเดลในรูป – มุมมองด้านบน



1 – ECU

2 – Plant-model (Environment)

3 – การเก็บข้อมูล

4 – สิ่งกระตุ้น (Simulink: Signal Generator)

ข้อกำหนดสำหรับซอฟต์แวร์ควบคุมคลัตช์ตามตำแหน่ง



• Initializing

- หาจุดเบรคสูงสุด
- ตั้งค่าตำแหน่งเป็นศูนย์
- เริ่มการควบคุมคลัตช์

• หาจุดเบรคสูงสุด

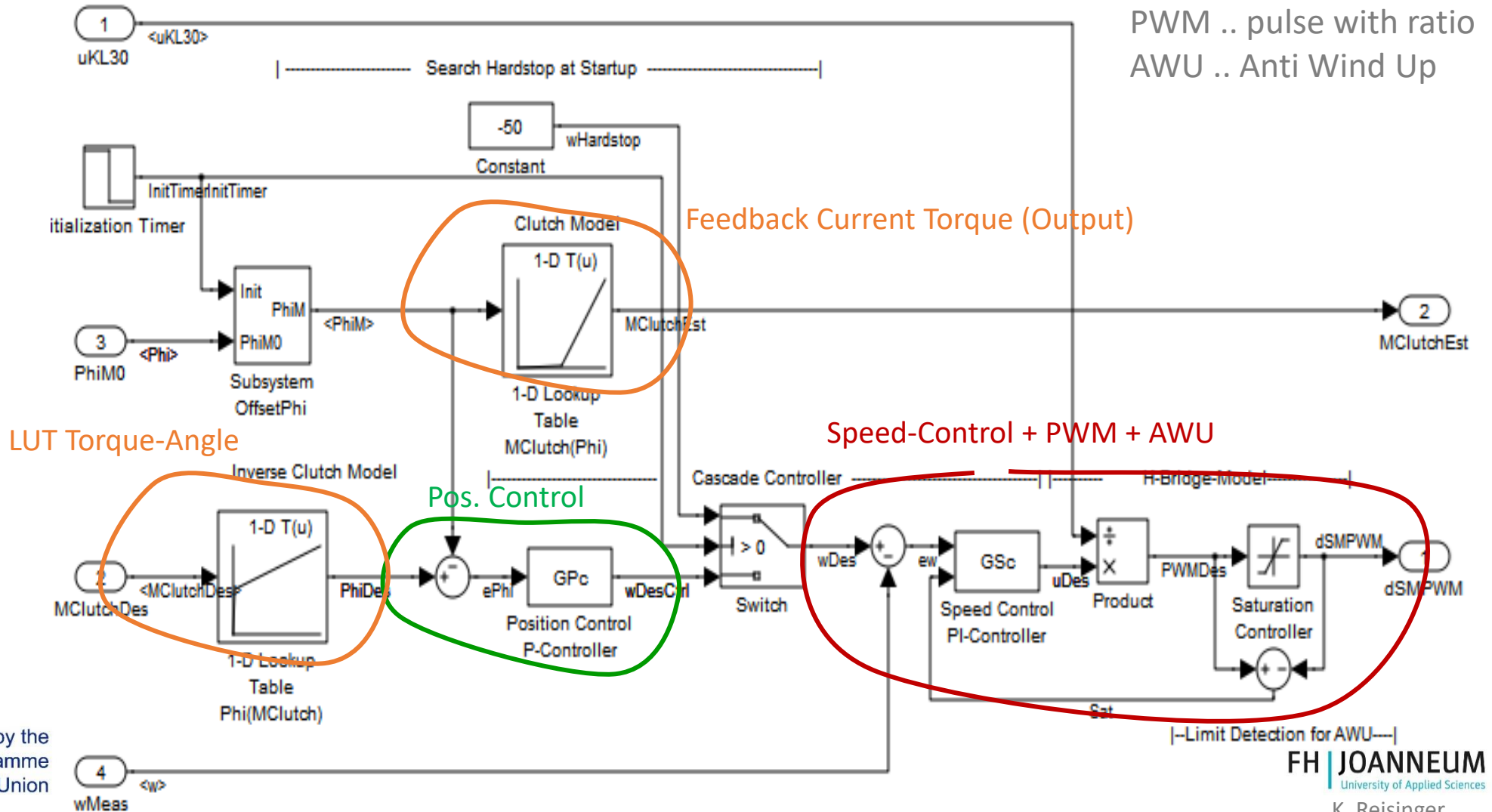
- เคลื่อนที่ถอยหลังด้วยความเร็วต่ำจนพบการช่วงที่หยุดยาก → ตัวควบคุมความเร็ว

• การควบคุมคลัตช์

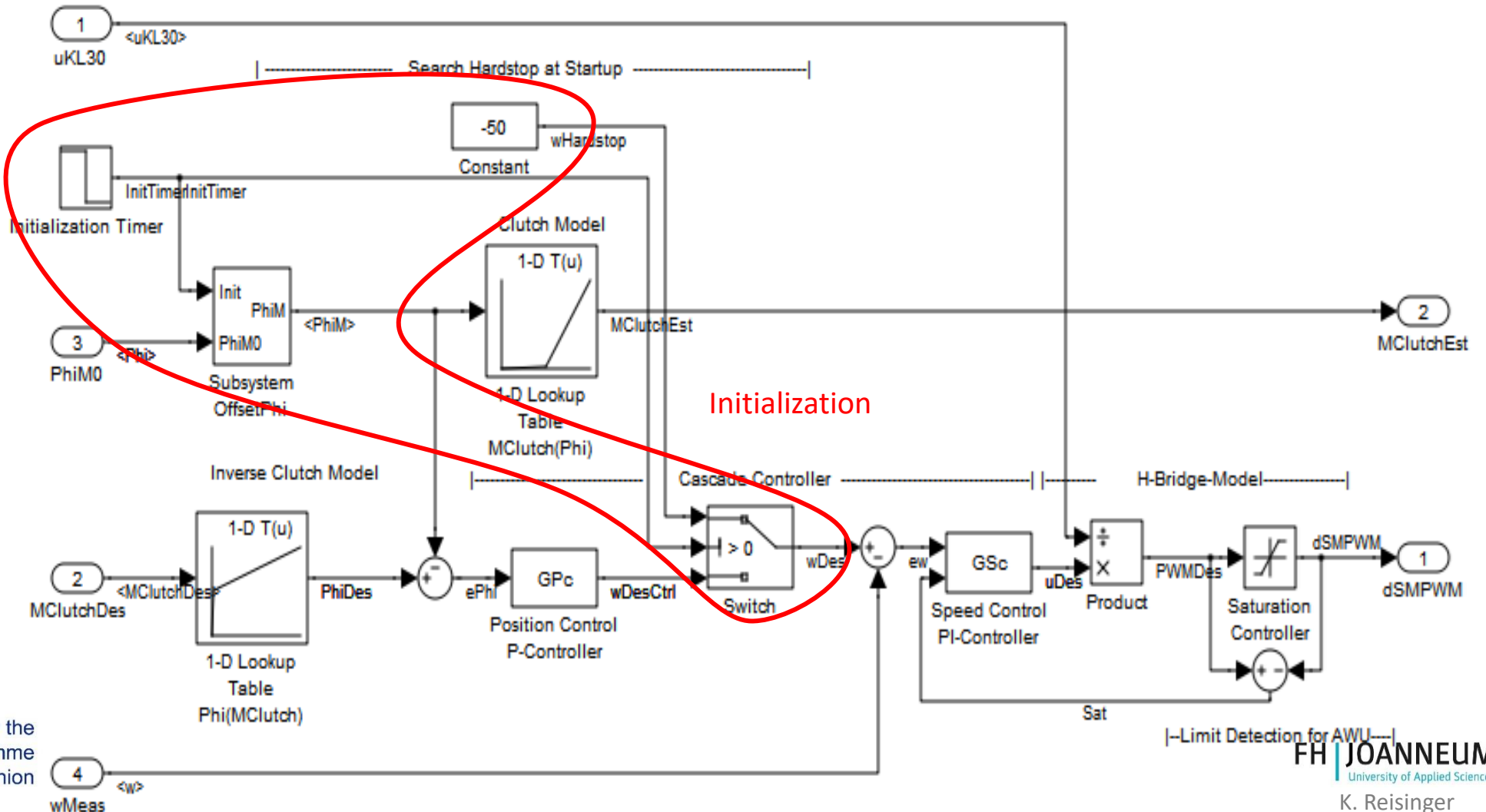
- แปลงแรงบิดที่ร้องขอไปยังตำแหน่งที่ร้องขอ
- คำนวณตำแหน่งปัจจุบัน (มุม)
- ผู้ควบคุมตำแหน่งจะกำหนดความเร็วที่ร้องขอ
- ตัวควบคุมความเร็วจะกำหนดแรงดันขาออก
- คำนวณ **PWM** สำหรับมอเตอร์
- แปลตำแหน่งปัจจุบันเป็นแรงบิดปัจจุบัน



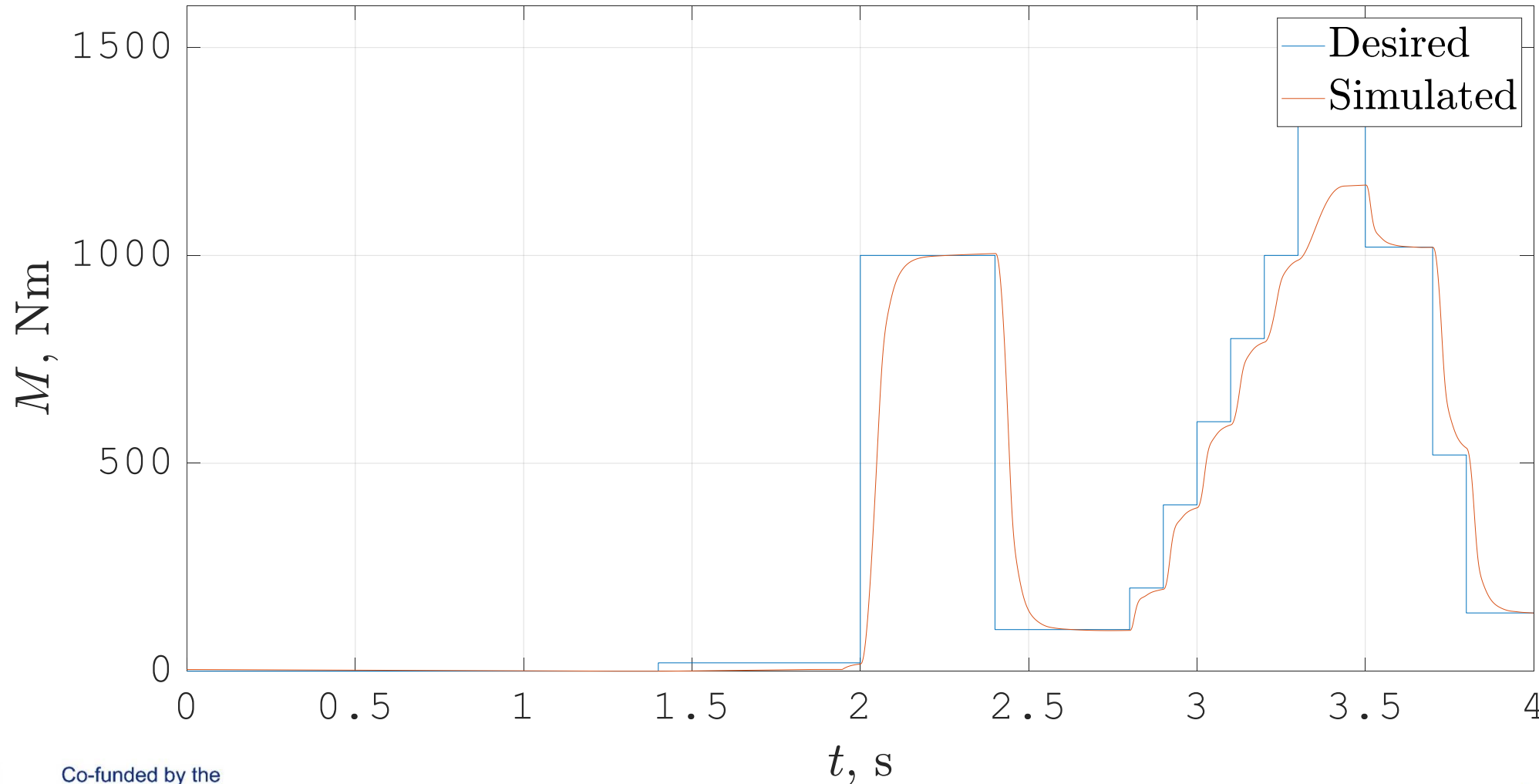
ตัวควบคุมแรงบิดอย่างง่าย



ตัวควบคุมแรงบิด – เริ่มต้นถึงเริ่มหยุดยาก

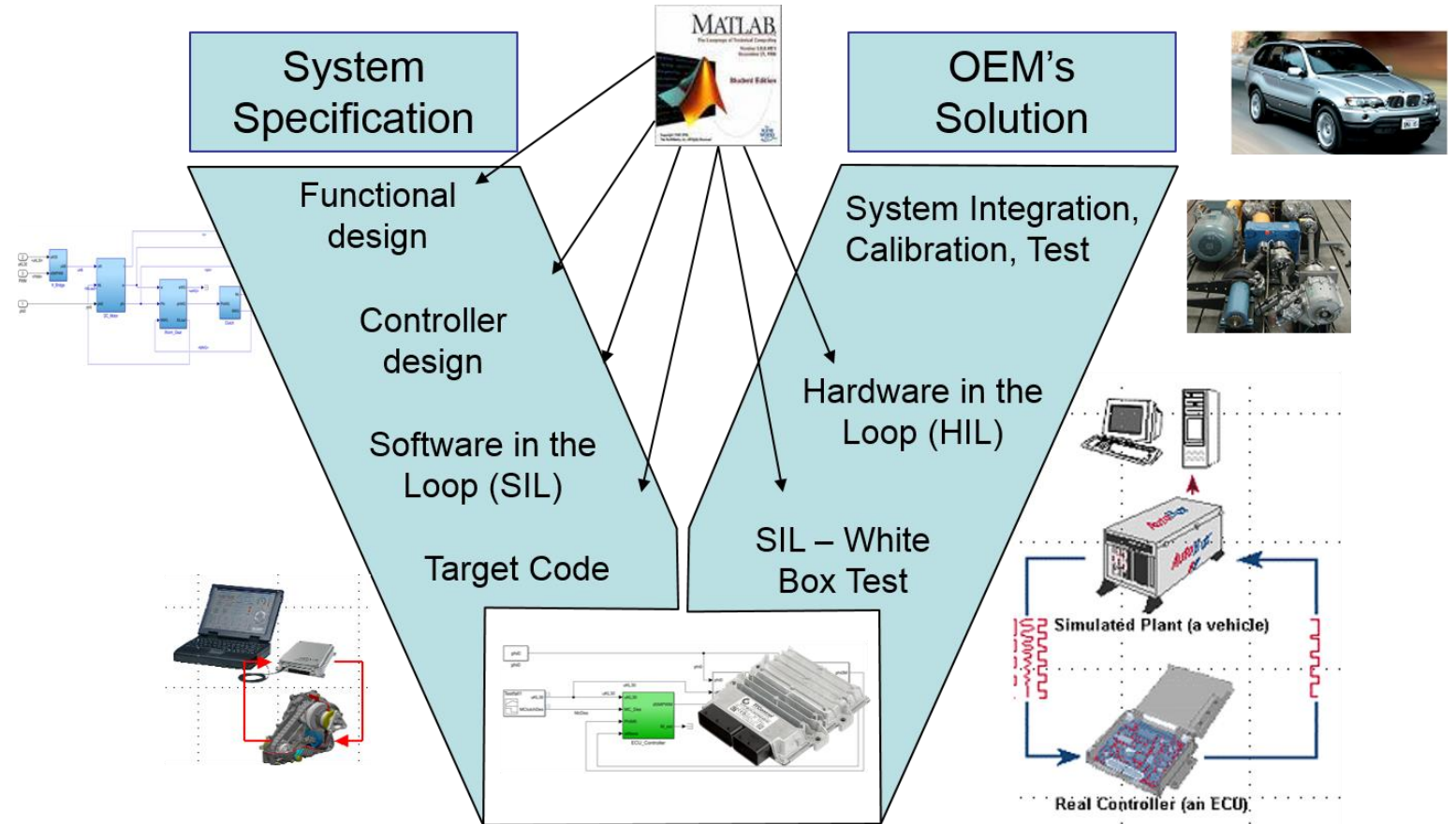


Torque Control-MIL Result



จาก MIL ไปยัง SIL

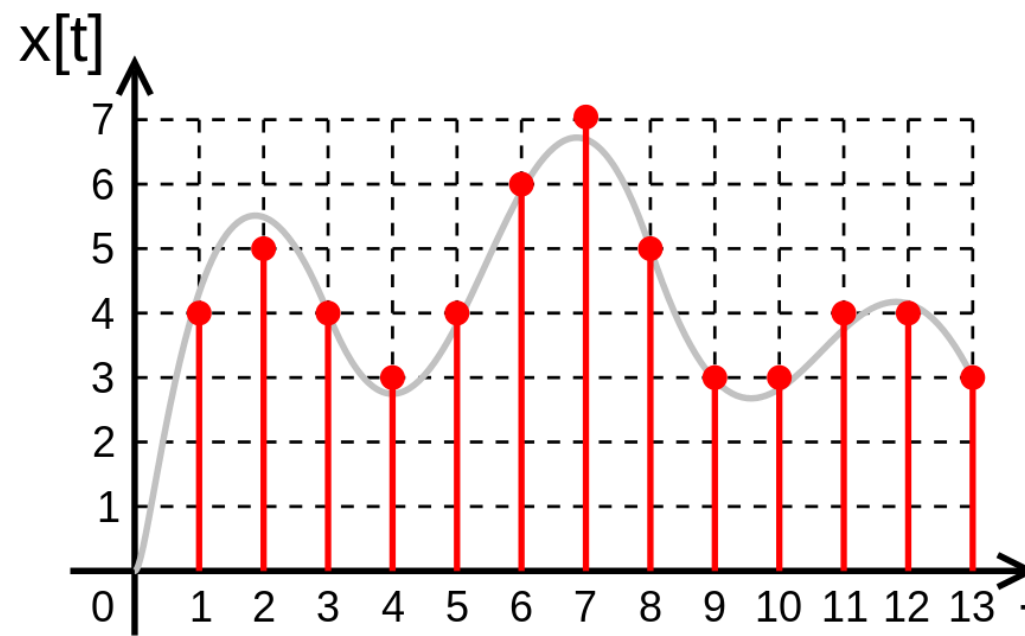
- MIL: „perfect“ environment.
- พิจารณารายละเอียดทางเทคนิคต่อไปนี่:
 - การเก็บข้อมูล (DAQ)
 - เวลาที่รอบคอบ
 - เติงปริมาณ
 - รอบเวลาของงานเป็นตะกรัน
 - ผู้รวมระบบ!
 - เลขคณิตจุดคงที่



Analog-Digital-Conversion (Sampling)

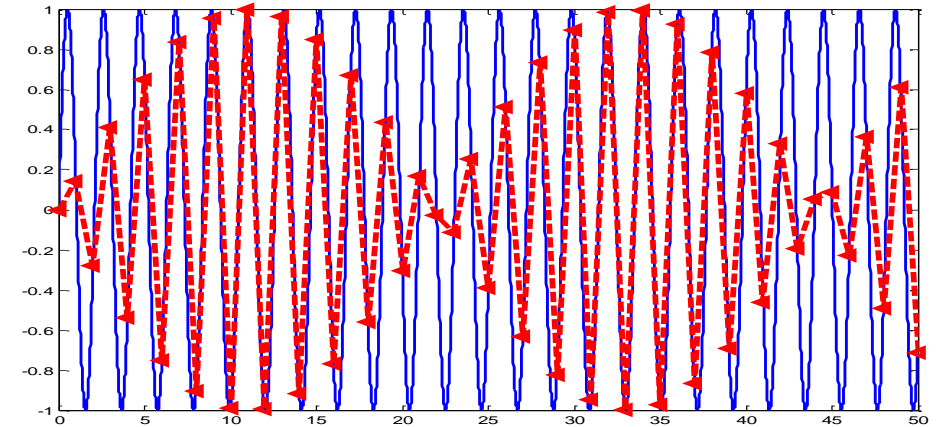
- เวลาที่ไม่ต่อเนื่อง \rightarrow เวลาตัวอย่าง
- แอมพลิจูดแบบไม่ต่อเนื่อง \rightarrow การหาปริมาณ

- ตัวอย่าง:
 - 2 Bit ADC \rightarrow 8 ขั้นตอนตั้งแต่ 0 ถึง 7
 - อัตราตัวอย่าง 1 วินาที

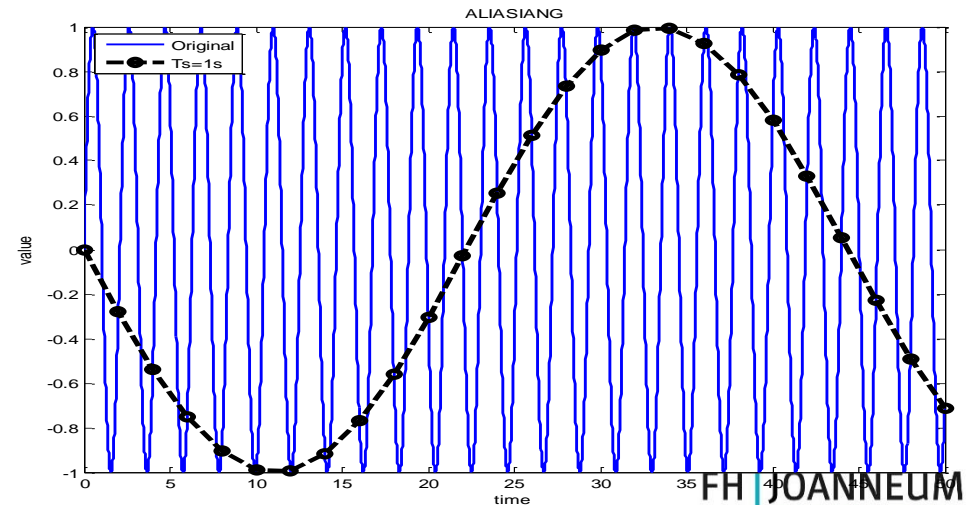


Aliasing

- Nyquist-Shannon-ทฤษฎีบท
 - $f_s = \frac{1}{T_s} > 2 \cdot f_{max}$
- Otherwise aliasing
 - จังหวะระหว่างความถี่การสุ่มตัวอย่างและสัญญาณ
 - ความถี่ที่ไม่มีอยู่จริงปรากฏขึ้น.
- การแก้ปัญหา
 - ตัวกรองไฟฟ้าก่อนที่ ADC จะแปลงสัญญาณ!



$f_s = 2.1 f \dots$ no new frequency



$f_s = 1.1 f$ image frequencies appear

คณิตศาสตร์จำนวนเต็ม

เพื่อการใช้หน่วยความจำที่ดียิ่งขึ้น → เลื่อน 10 บิตไปทางซ้าย (multiplication with 2^{10})

n	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2^n	sign	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
binary		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
decimal		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	4	0	0

20

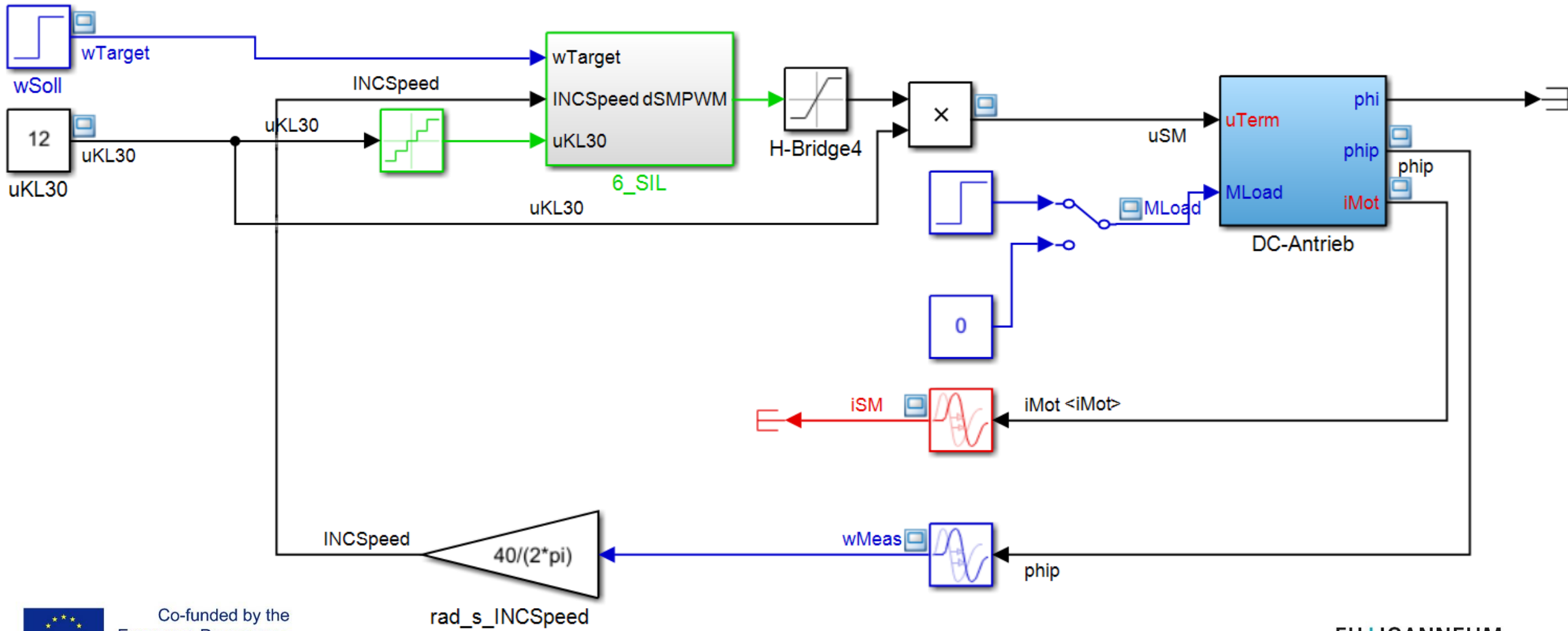
$$20 \cdot 2^{10} = 20480$$

n	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2^n	sign	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
binary		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
decimal		16384	0	4096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20480

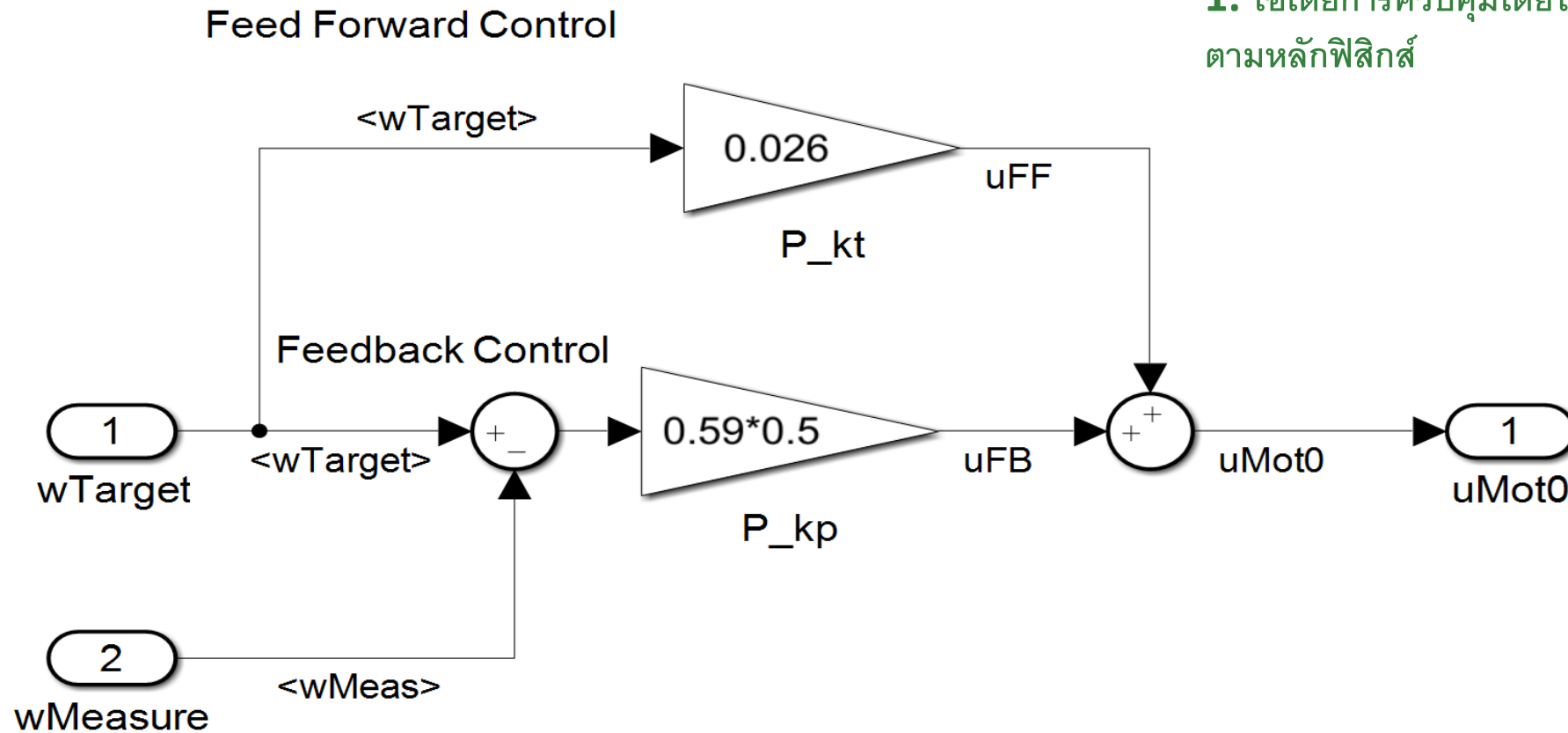
10 free Bits for a higher accuracy

SIL-Model – Top view



ตัวควบคุมความเร็วอย่างง่าย – 1st MIL-Model

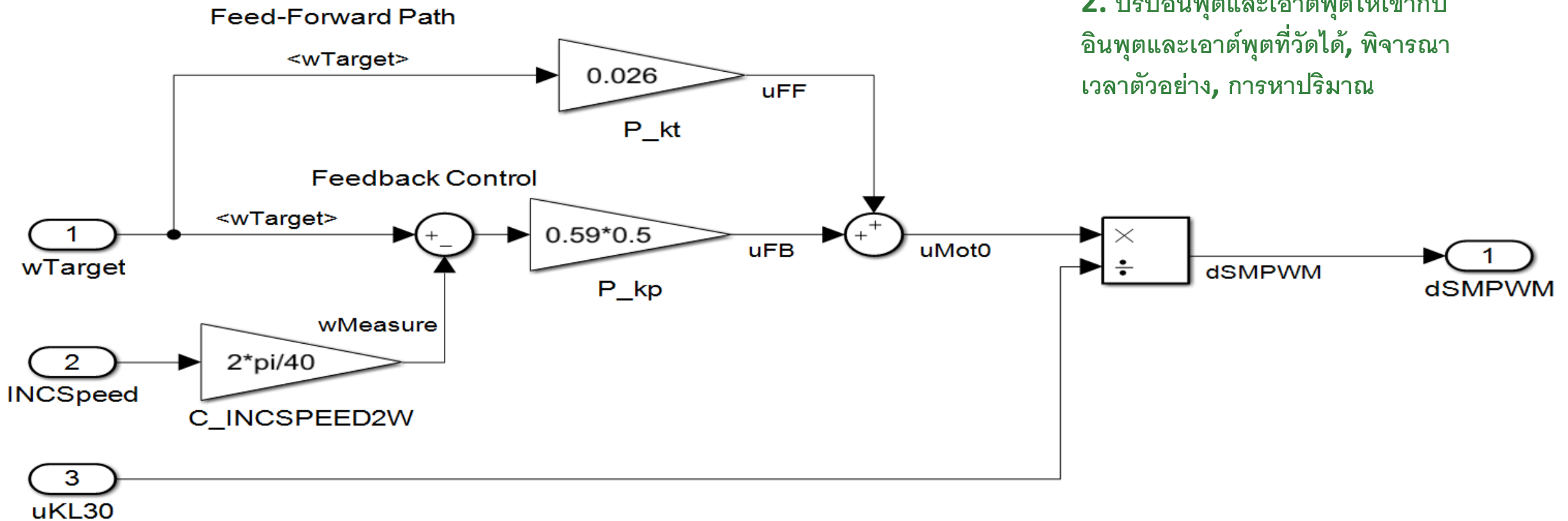
1. ใ้แต่ยการควบคุมโดยใช้สัญญาณตามหลักฟิสิกส์



ตัวควบคุมความเร็วอย่างง่าย – 2nd MIL-Model

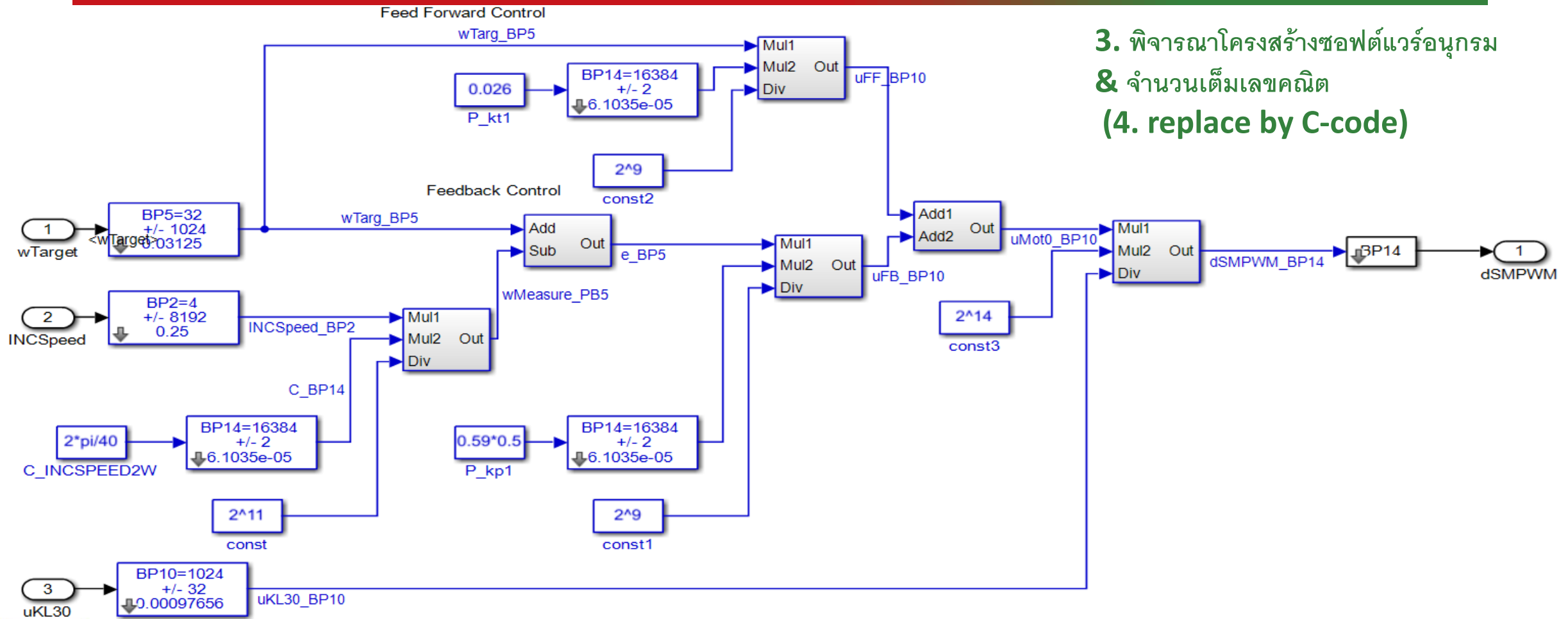


--- HAL-Input Layer---|----- Modelling Physics -----|--- HAL-Output Layer-----



2. ปรับอินพุตและเอาต์พุตให้เข้ากับอินพุตและเอาต์พุตที่วัดได้, พิจารณาเวลาตัวอย่าง, การหาปริมาณ

ตัวควบคุมความเร็วอย่างง่าย - SIL-Model



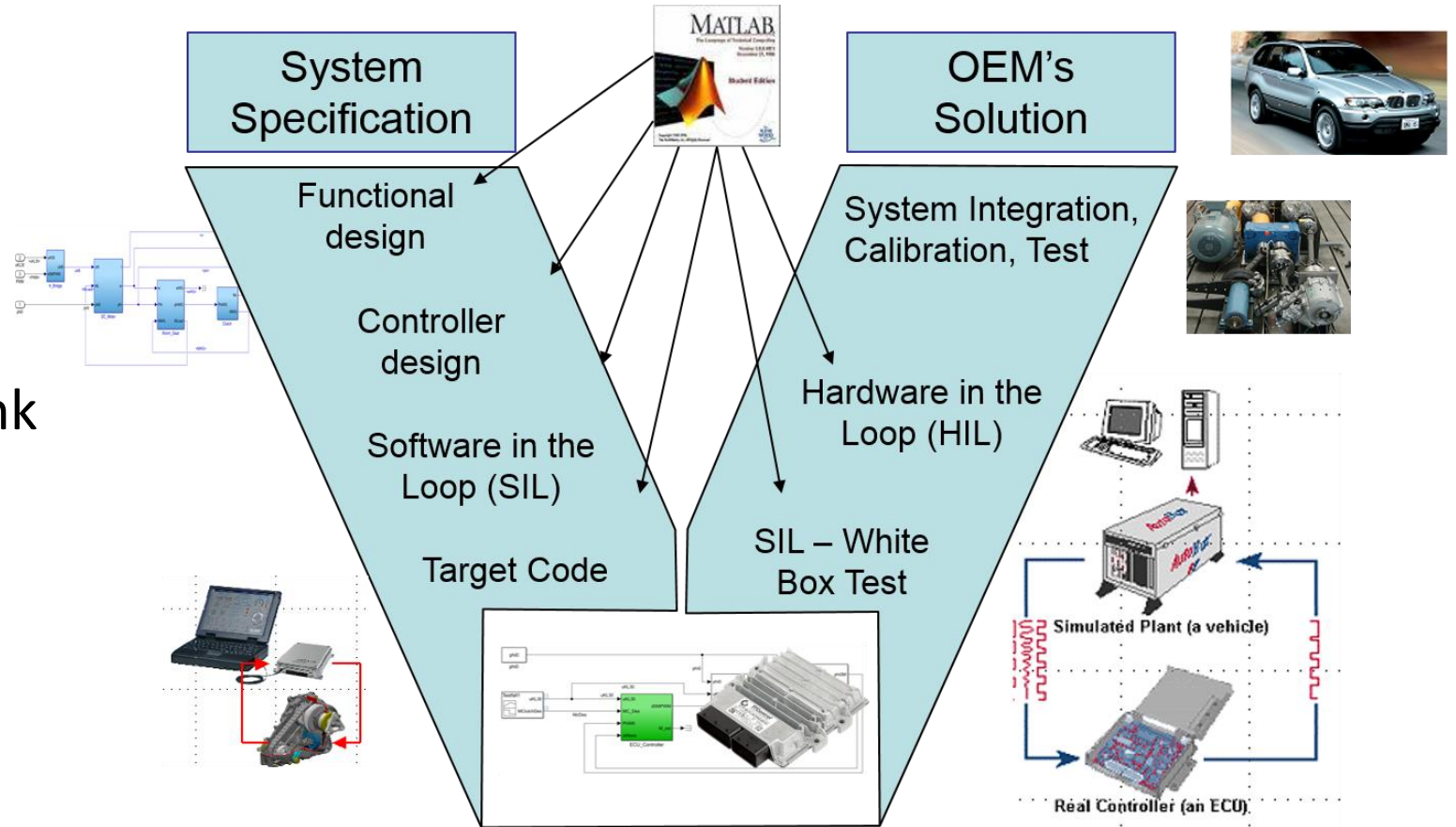
3. พิจารณาโครงสร้างซอฟต์แวร์อนุกรม & จำนวนเต็มเลขคณิต (4. replace by C-code)

การควบคุมแรงบิด - SIL เป็นรหัสเป้าหมาย

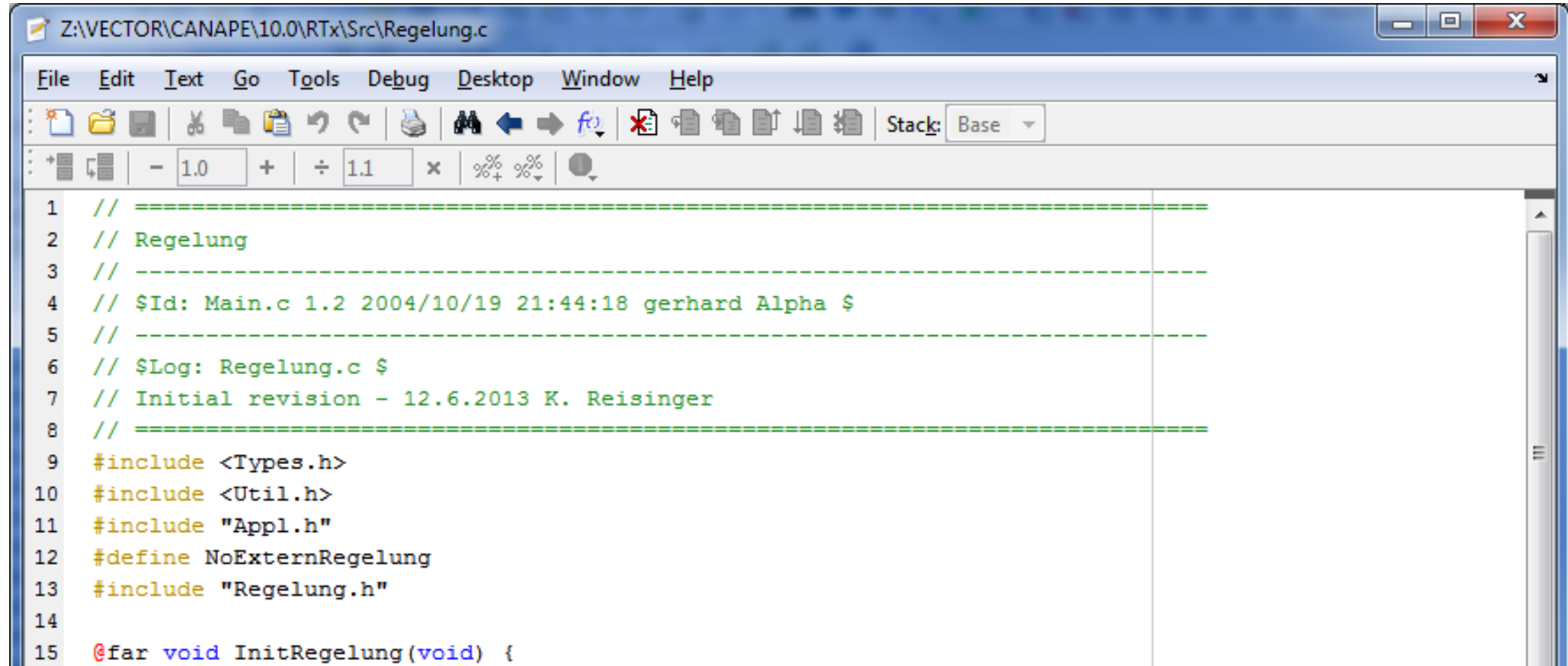
- หลังจากอธิบายโดยละเอียดของระบบทั้งหมดด้วย **Simulink** เราพร้อมที่จะสร้างรหัสเป้าหมาย.

- การสร้างโค้ด:

- ภาษาโปรแกรม **C**
- ถ้าเป็นไปได้ให้ออกจาก **Simulink** โดยตรง (แนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุด)
- รับรหัส **C** จาก **Simulink Model** (ในกรณีที่การสร้างโค้ดอัตโนมัติไม่ทำงาน)



Demo C-Code



```
Z:\VECTOR\CANAPE\10.0\RTx\Src\Regelung.c
File Edit Text Go Tools Debug Desktop Window Help
+ - 1.0 + ÷ 1.1 x % %
1 // =====
2 // Regelung
3 // -----
4 // $Id: Main.c 1.2 2004/10/19 21:44:18 gerhard Alpha $
5 // -----
6 // $Log: Regelung.c $
7 // Initial revision - 12.6.2013 K. Reisinger
8 // =====
9 #include <Types.h>
10 #include <Util.h>
11 #include "Appl.h"
12 #define NoExternRegelung
13 #include "Regelung.h"
14
15 @far void InitRegelung(void) {
```

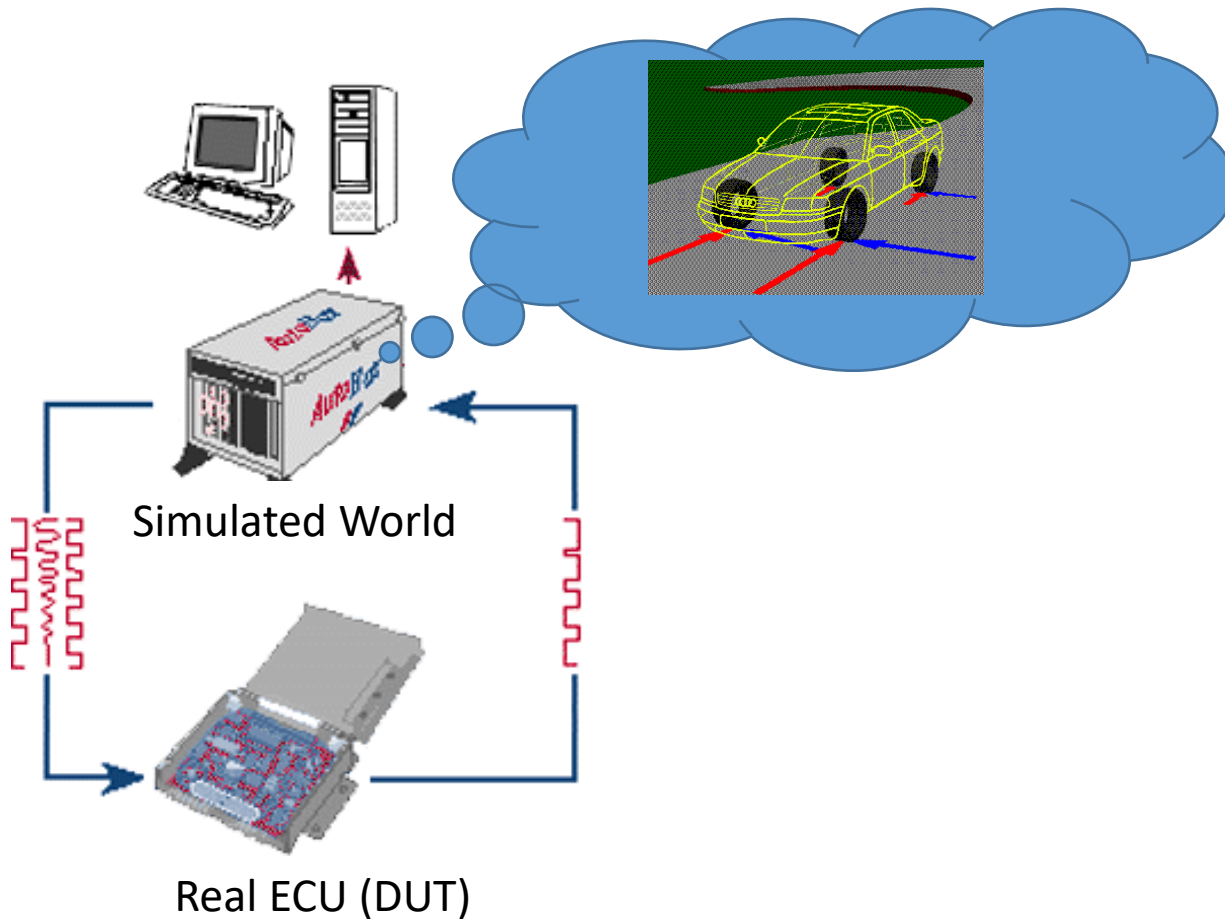
คำจำกัดความของ ASAM-2-Data



```
Z:\VECTOR\CANAPE\10.0\RTx\Src\Regelung.fca
File Edit Text Go Tools Debug Desktop Window Help
+ - 1.0 + ÷ 1.1 x % %
1 // =====
2 // Regelung
3 // -----
4 // $Id: Regelung.h 1.1 2004/09/27 14:22:22 gerhard Alpha $
5 // -----
6 // $Log: Regelung.h $
7 // Initial revision
8 // =====
9
10 { Beispiele }
11 //      Variable  :BP,T_INT16 Physikal.Wert "Einheit" 'Kommentar'
12
13 //VARIABLE   XYZ           :2,  T_INT16 100.0 "Einheit" 'Kommentar'
14
15 CONSTANT   C_IncPerRev    :0,   T_INT16 40    "TIC/Rev"   'Tics per Revolution'
16 CONSTANT   C_Pi           :12,  T_INT16 3.141592  "-"          'Zahl Pi'
17 CONSTANT   C_Ts           :14,  T_INT16 0.002  "-"          'Cycle Time'
```



การทดสอบการรวมซอฟต์แวร์ - HiL



ฮาร์ดแวร์ในรูป

การทดสอบการรวมระบบสำหรับ ECU
(=ซอฟต์แวร์ + ฮาร์ดแวร์)

- ตั้งค่า
 - การจำลองของโลก w / o ECU ในเวลาจริง
 - การสร้างสัญญาณบัส / ไฟฟ้าสำหรับ ECU
 - วัดคำตอบของ ECU
 - แคนดิดการทดสอบสำหรับการทดสอบอัตโนมัติ
 - การประเมินและการรายงานการทดสอบอัตโนมัติ
- โหมดจำลองสถานการณ์
 - นำโมเดล MIL กลับมาใช้ใหม่
 - ผู้รวมระบบที่มีคำสั่งต่ำ, (Euler, Heun)
 - 0.5ms – 2 ms เวลาตัวอย่าง
 - ไม่มีรูป!

บทเรียนที่ได้เรียนรู้



- ความแตกต่างอย่างมากในการทำความเข้าใจไฟฟ้าและ μP ในหมู่นักเรียน.
- **2 ECTS** เป็นความคิดมากเพราะยากสำหรับเนื้อหา.
- การจัดการความต้องการเป็นหัวข้อที่ไม่เป็นที่นิยมมากที่สุด - แต่จำเป็น.
- เลขคณิตจุดคงที่ไม่สำคัญสำหรับวิศวกรที่ออกแบบระบบเมคคาทรอนิกส์ แต่เป็นหน้าที่ของนักพัฒนาซอฟต์แวร์



บทเรียนที่ได้เรียนรู้



- รุ่น **Simulink-SW** จะถูกรวบรวมโดยอัตโนมัติเพื่อโหลดไปยัง **ECU** – ไม่มีการพัฒนารหัส **C** สำหรับวิศวกรระบบ.
- **Stateflow** เป็นวิธีที่แท้จริงในการสร้างแบบจำลองกระบวนการอัตโนมัติ – แต่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของหลักสูตร.
- **Simscape** เป็นวิธีใหม่ในการจำลองโรงงาน แต่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของหลักสูตร.
- เพิ่มการรวมระบบเมคคาทรอนิกส์เข้ากับระบบทดสอบ.



ก้าวต่อไปของเรา 1

Simulink- เข้าวัดระบบต้นแบบอย่างรวดเร็ว

- ไม่มีเลขคณิตจำนวนเต็มสำหรับนักพัฒนาการทำงาน
- การเข้าวัดอัตโนมัติ
- ดาวโหลดโดย **plug-n-play**

→ เริ่มภาคการศึกษาถัดไป

→ บทต่อไป



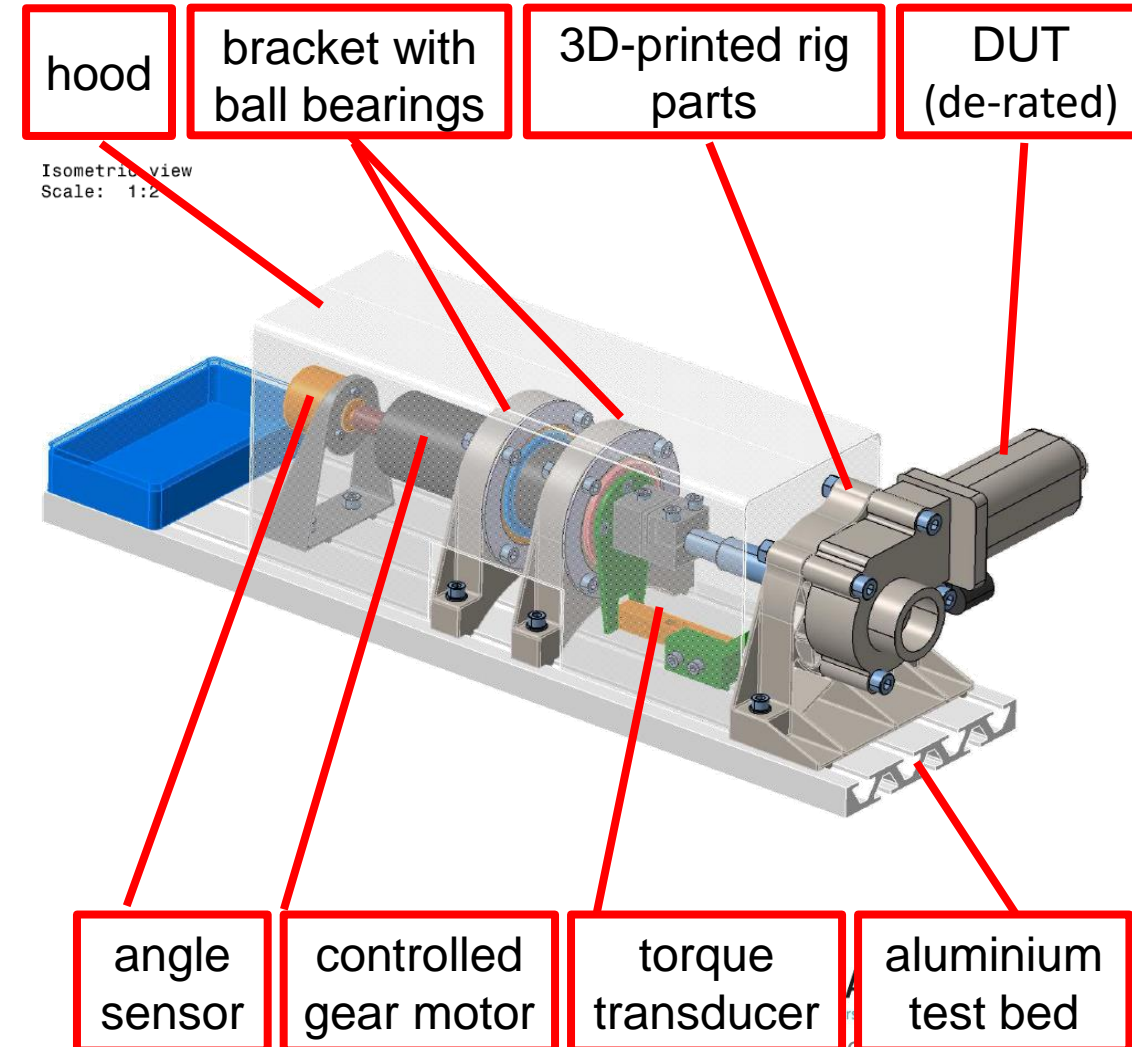
<https://www.ttcontrol.com>

ก้าวต่อไปของเรา 2

Low-Cost Mini-HIL

Integration of controlled systems into test benches

- จำนวน 2 กลุ่ม จำนวน 2 คน:
 1. การพัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมสำหรับงานปัจจุบัน = อุปกรณ์ภายใต้การทดสอบ (DUT)
 2. การประยุกต์ใช้ ทดสอบ HIL และระบบอัตโนมัติในการทดสอบ.
- HIL test bench
 - ประสิทธิภาพต่ำ, การทำงานเต็มรูปแบบ
 - ควบคุมมอเตอร์กระแสตรง
 - ECU พร้อม Simulink-Interface เพื่อพัฒนารูปแบบโรงงาน
 - แสดงสัญญาณทั้งหมดเพื่อขับทดสอบ
- CANoe (vector)
 - ทดสอบอัตโนมัติ กำหนดวิธีการขับรถ ทดสอบ และรับสัญญาณ.





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

การตั้งค่าระบบเมคคาทรอนิกส์

T. Lechner



• Interfaces

- การควบคุมความเร็ว
 - ความเร็วเครื่องยนต์ (อินพุต)
 - แรงดันปั๊มของมอเตอร์กระแสตรง (เอาต์พุต)
- การควบคุมตำแหน่ง
 - ตำแหน่งโรเตอร์ (อินพุต)
 - ความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ (ผลิตภัณฑ์ → ค่าที่ต้องการสำหรับตัวควบคุมความเร็ว)
- แรงบิดโหลดมอเตอร์กระแสตรง
- ประสิทธิภาพโดยกระแสไฟของมอเตอร์กระแสตรง

• Interfaces

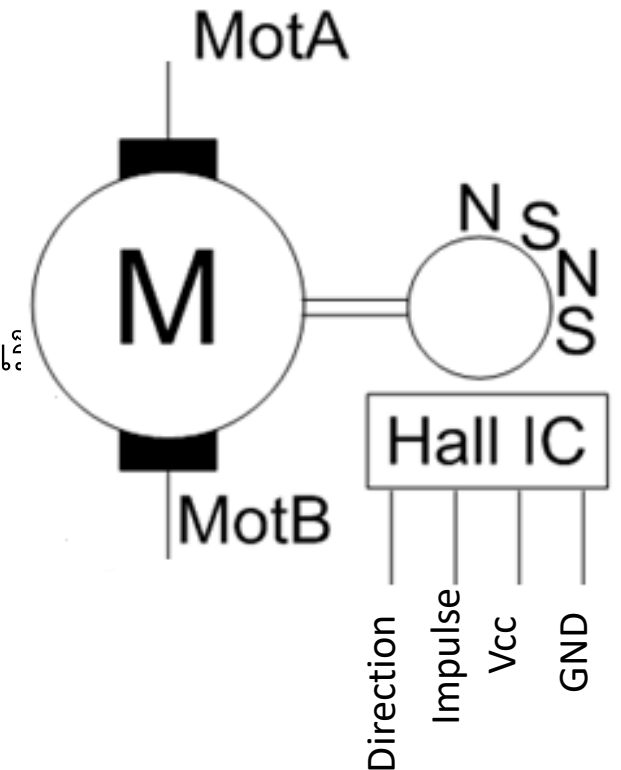
- การสื่อสารระหว่าง ECU กับสิ่งแวดล้อม
 - CAN-Interface
- ECU application
 - การเทียบโปรโตคอล (CCP)

การเลือก ECU

การวัดความเร็ว

มอเตอร์กระแสตรง → 10 แม่เหล็ก

- Hall-Sensor measures
- ตำแหน่งโรเตอร์ (Input)
- ความเร็วและทิศทางของมอเตอร์ (Output → ค่าที่ต้องการสำหรับตัวควบคุมความเร็ว)
- แรงบิดไหลดมอเตอร์กระแสตรง
 - ประสิทธิภาพผ่านกระแสไฟ มอเตอร์กระแสตรง



การวัดความเร็ว → ตัวจับเวลา

การวัดความเร็วด้วยตัวจับเวลา
เวลา input:

$$f = \frac{1}{\tau}$$

f ... Frequency in Hz

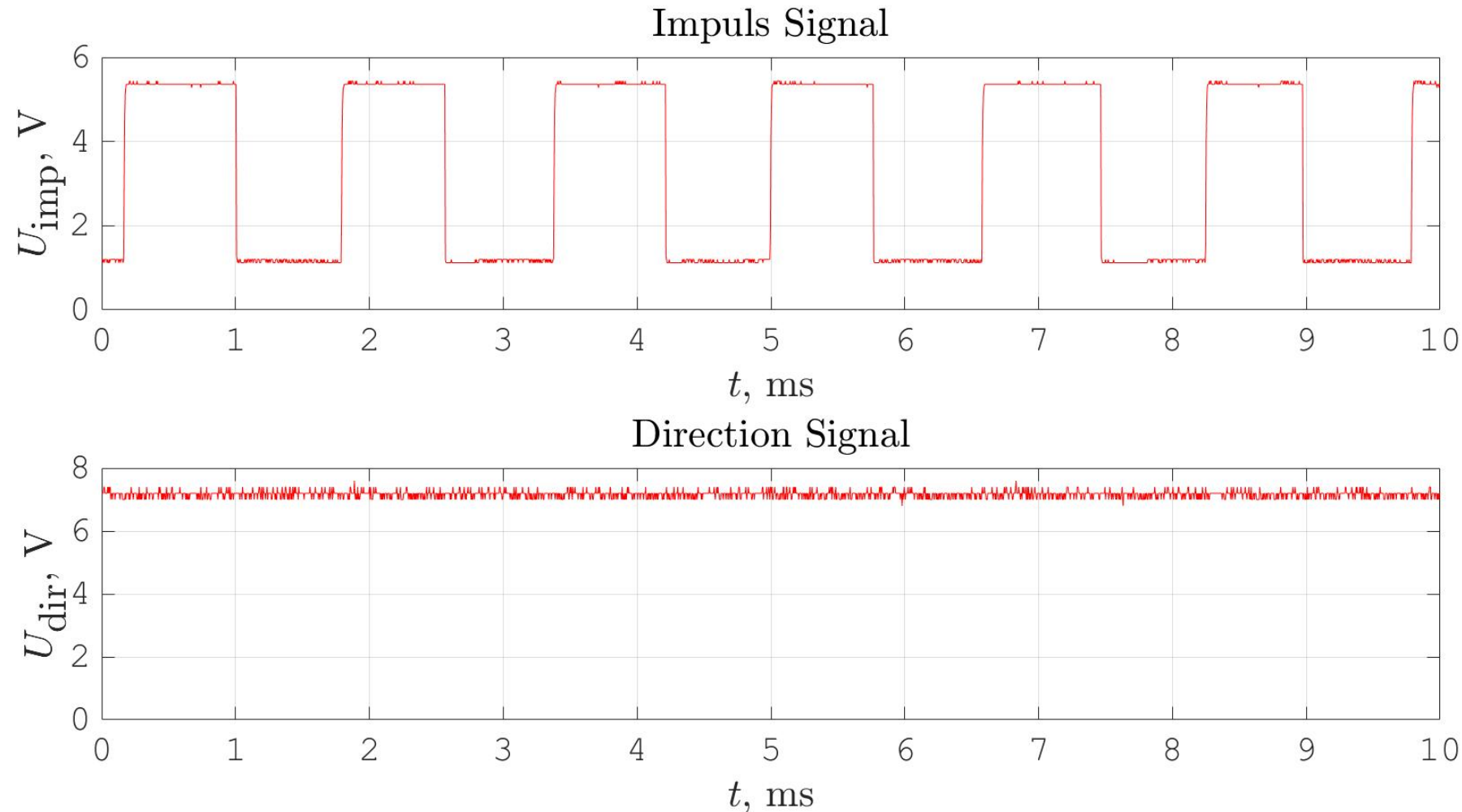
τ ... Period time in s

$f \rightarrow$ Measurement value

$$n = \frac{f}{N} \cdot 60$$

n ... engine speed in RPM

N ... Number of increments per revolution. In our case, $N=20$.



หาตำแหน่งโดยใช้ทิศทาง → Counter

การวัดทิศทางด้วย
ดิจิตอล input:

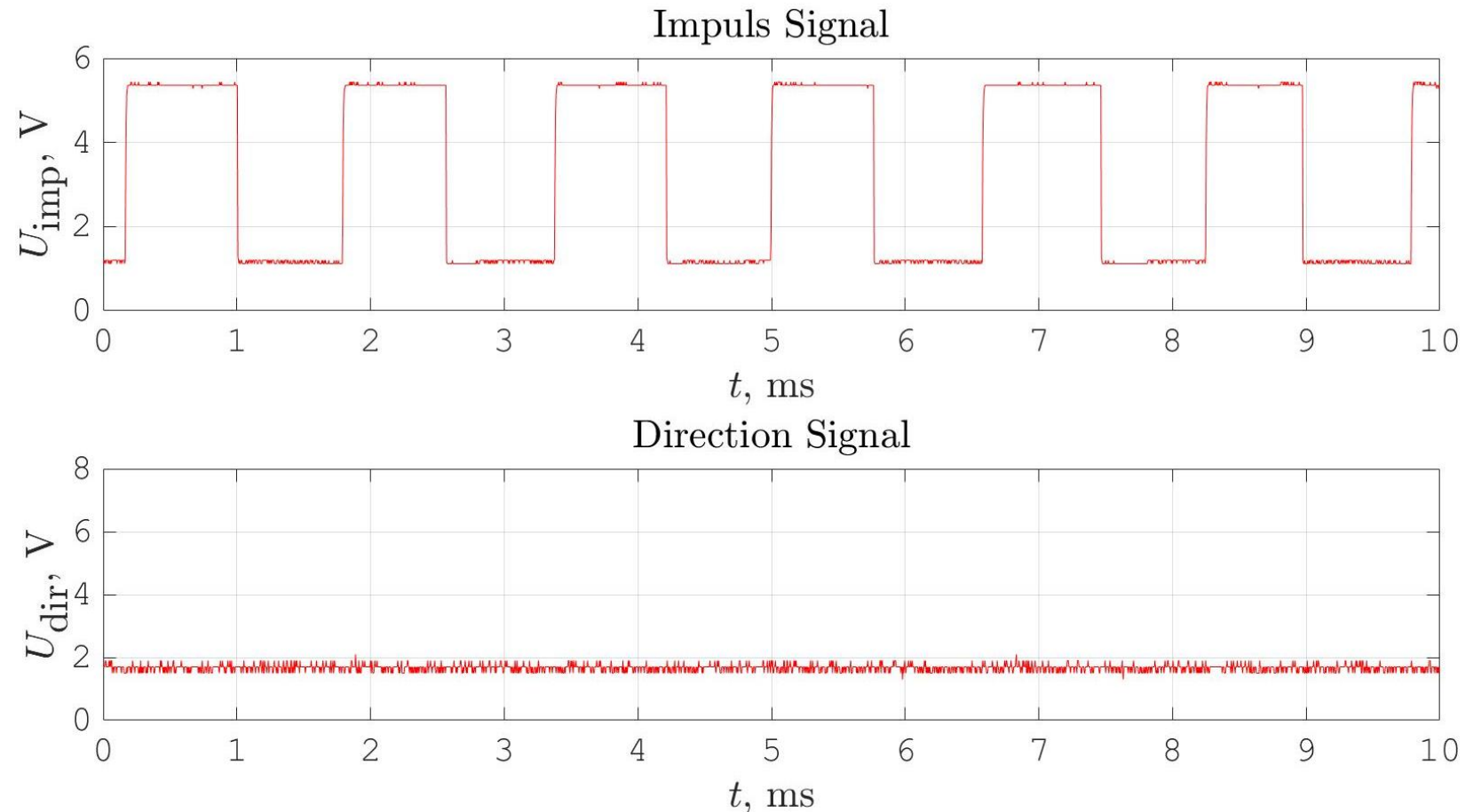
$U_{dir} \cong 1.9 \text{ V} \rightarrow \text{logical 0}$

$U_{dir} \cong 5.5 \text{ V} \rightarrow \text{logical 1}$

Direction of rotation:

1 → clockwise

0 → counter clock-wise



การวัดกระแสไฟฟ้า

การวัดกระแสไฟฟ้าด้วยเซ็นเซอร์ฮอลล์:

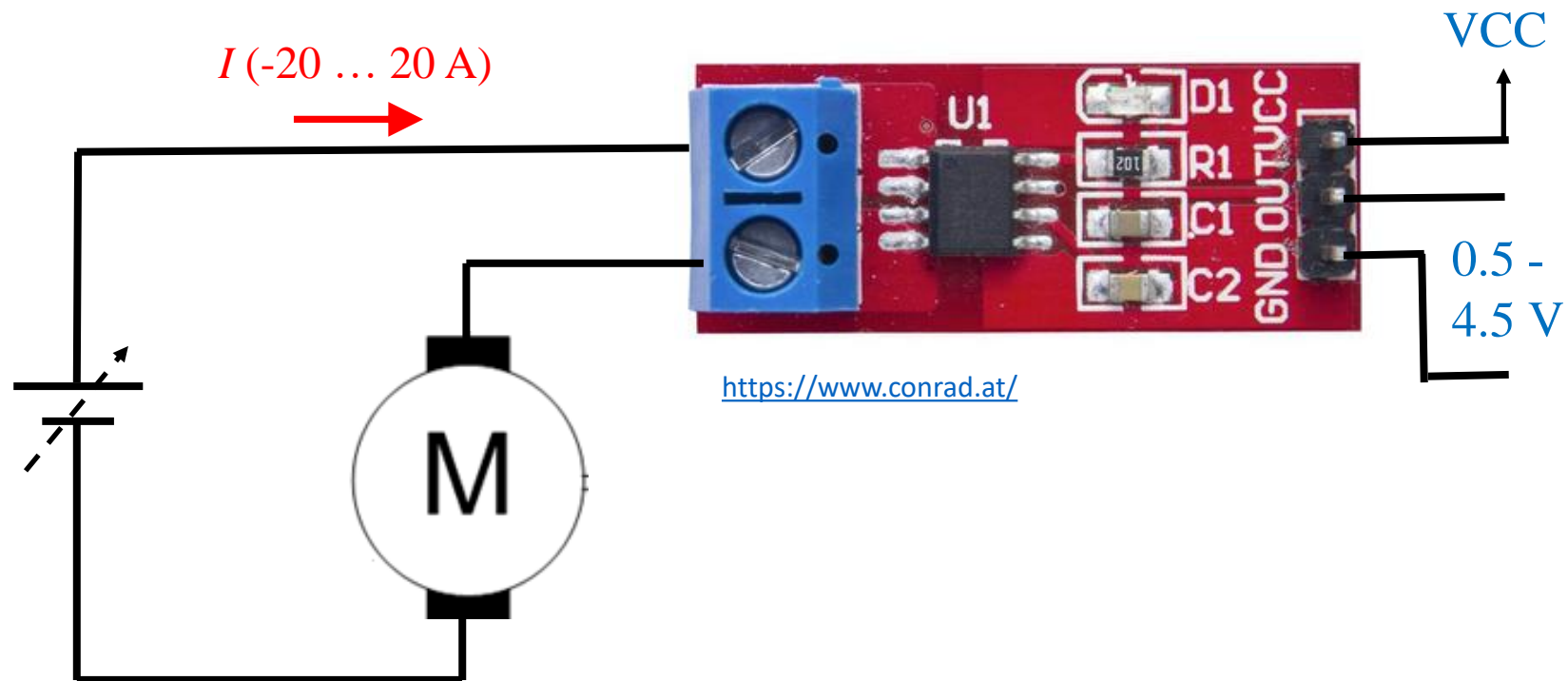
แรงดันไฟฟ้า (VCC) \rightarrow 5 V

-20 A \rightarrow 0.5 V

0 A \rightarrow 2.5 V

20 A \rightarrow 4.5 V

For DAQ \rightarrow Analog Input



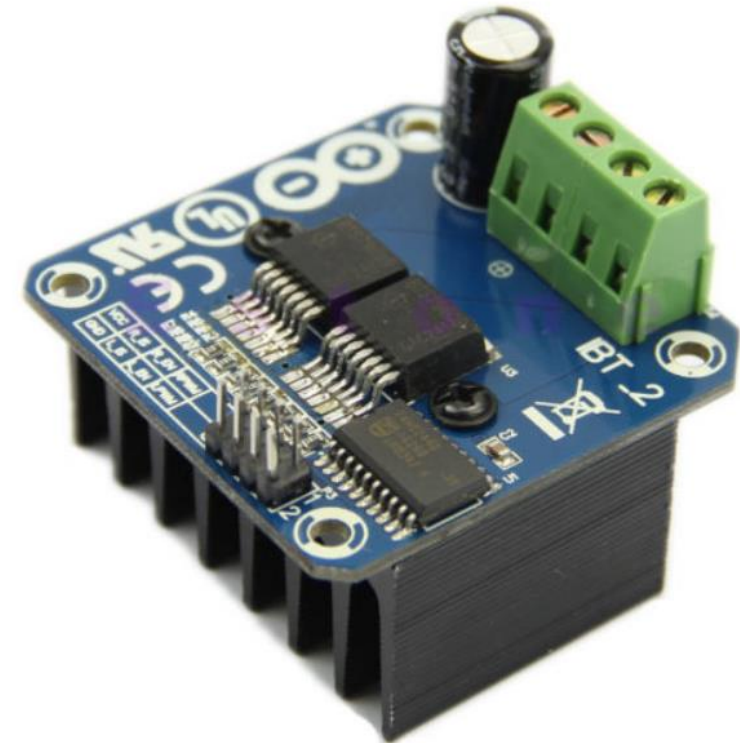
การเชื่อมต่อมอเตอร์กระแสตรง

DC-Motor terminal voltage

- แรงดันไฟฟ้าต้องแปรผันเพื่อเปลี่ยนความเร็วมอเตอร์
- แรงดันไฟฟ้าต้องเปลี่ยนขั้วเพื่อเปลี่ยนทิศทาง
- กระแส DC-motor สูงสุด (ต่ำสุด) คือ ± 12 A

PWM แรงดันไฟฟ้ามอดูเลต

H-Bridge



<http://www.hessmer.org/blog/2013/12/28/ibt-2-h-bridge-with-arduino>

ECU – ประสิทธิภาพที่จำเป็น



- รอบเวลาขั้นต่ำ: 2 ms
 - นี่เป็นค่าเชิงประจักษ์ ซึ่งประเมินตามความเชี่ยวชาญที่เรามีกับแอปพลิเคชันที่คล้ายกัน รอบเวลามีผลต่อประสิทธิภาพของคอนโทรลเลอร์.
- การสร้างซอฟต์แวร์อัตโนมัติจาก Simulink
 - วิธีการที่ทันสมัย. (ภาษา C ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรของเราอีกต่อไป)
- การสอบเทียบผ่าน XCP หรือ CCP
 - วิธีที่ทันสมัยสำหรับการพัฒนา การตั้งค่าพารามิเตอร์ และการดีบั๊ก
- การคำนวณด้วยตัวแปรจุดลอยตัว (single, double, ...)
 - ความรู้เกี่ยวกับจำนวนเต็มเลขคณิตไม่สำคัญสำหรับวิศวกรระบบ.

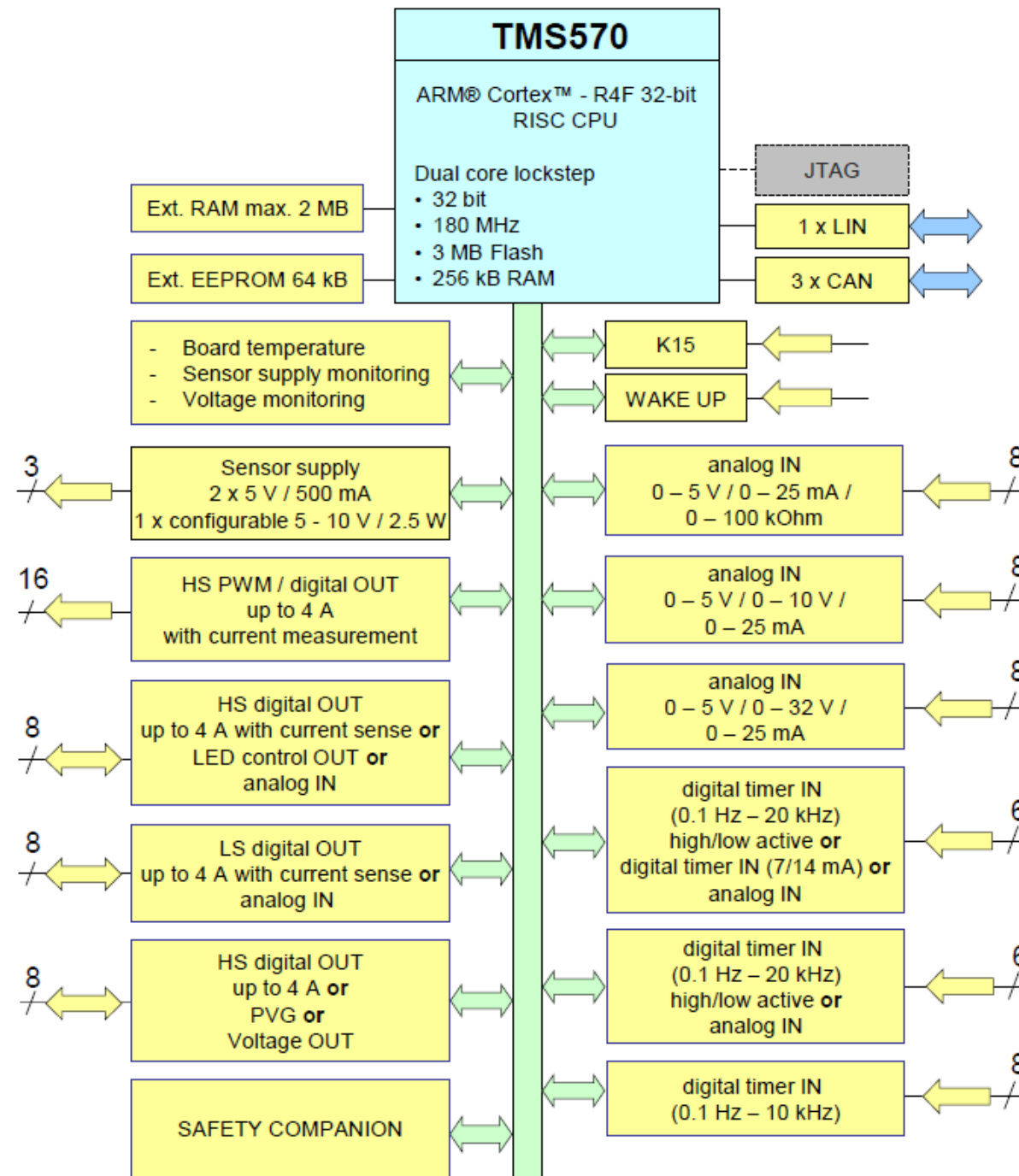
ECU – ทางเลือกของเรา

→ HY-TTC 510 from TT-Tech

ประโยชน์ที่ได้รับ:

- ซีพียูอัลคอร์ 32 บิตพร้อม 180MHz
- หน่วยจุดลอยตัว
- ADC 12 บิต
- PWM-เอาต์พุต
- ดิจิตอลในเอาต์พุต
- CAN, CCP





ECU – การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเป้าหมาย



	Quantity	Range	Possible with HY TTC 510?
CAN	~2	500 kBaud	- Yes (3 CAN-มีอินเทอร์เฟซ)
Sensor Supply	1	5 V	- Yes (2 x 5 V supply on board)
Sensor Supply	1	10 V	- Yes (1 x ตั้งโปรแกรมได้ระหว่าง 5 V an 10 V)
Voltage out 5 V	1	0 - 5 V	- Yes
PWM out	2	15 kHz	- No (สูงสุด 1 kHz)
		0 – 100 %	- Yes
		0 – 5 V	- Yes/No → ต้องปรับระดับแรงดันไฟฟ้า (voltage divider)
			- No, กระแสน้อยเกินไป → ทำงานรอบ ๆ



ECU – การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเป้าหมาย



	Quantity	Range	Possible with HY TTC 510?
Timer in	1	2000 Hz	- Yes (สูงสุด 20 kHz)
Digital in	1	1.9 V → logical 0 5.5 V → logical 1	- Yes
Analog in	1	5 V	- Yes
Counter in	1	1.9 V → logical 0 5.5 V → logical 1	- Yes (สำหรับ Simulink, จำเป็นต้องมีวิธีแก้ปัญหา)



ECU – การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเป้าหมาย

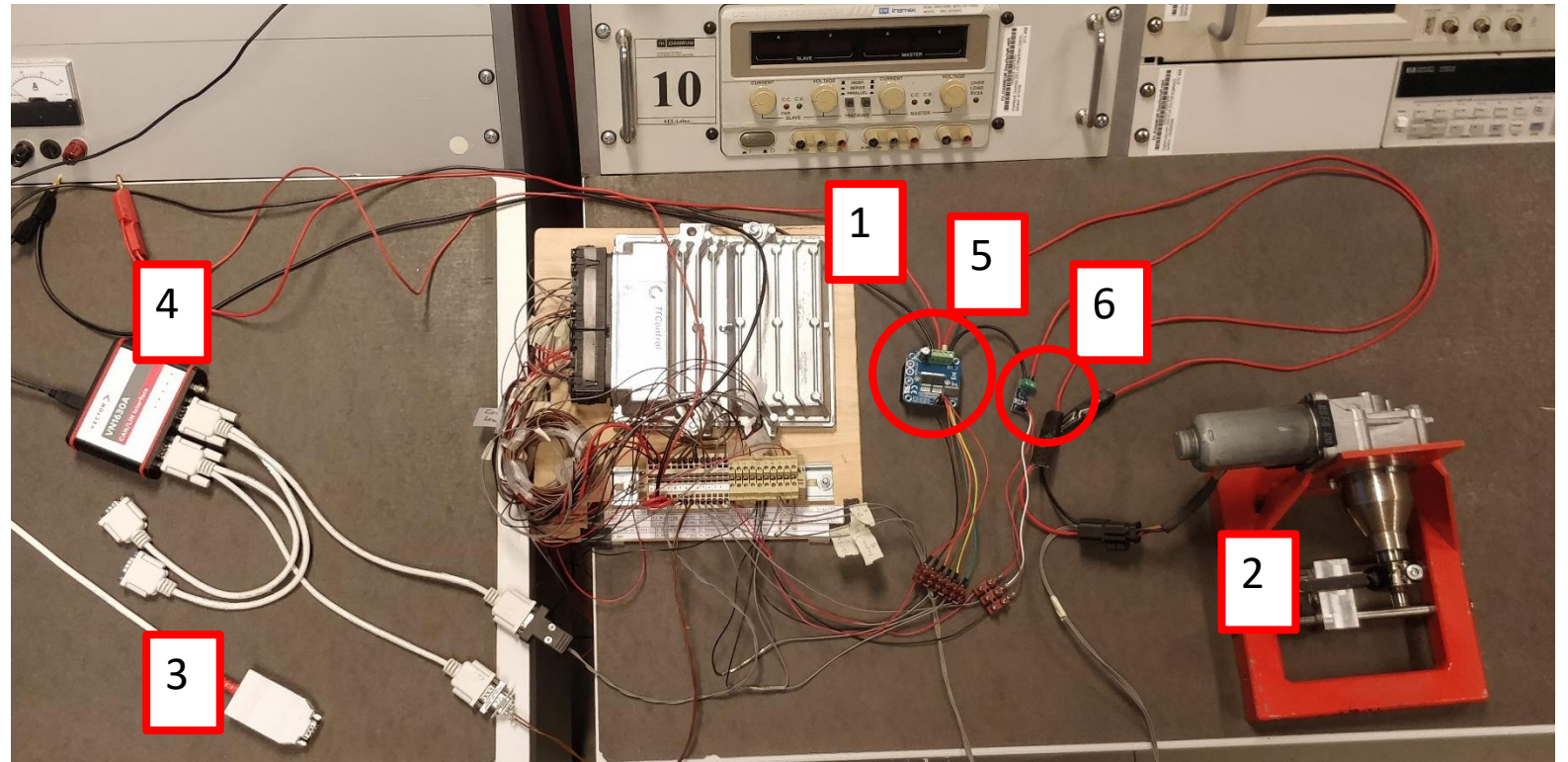


- รอบเวลาขั้นต่ำ: 2 ms
 - ตกลง, ได้ รอบเวลาสามารถปรับได้ในขั้นตอนที่ดี ค่าต่ำสุดคือ 1 ms.
- การสร้างซอฟต์แวร์อัตโนมัติจาก Simulink
 - ตกลง. **Simulink-Library** รวมอยู่ในขอบเขตของการส่งมอบ มีคำอธิบายพื้นฐานสำหรับการตั้งค่าตัวแก้ไขที่ถูกต้อง.
- การสอบเทียบผ่าน XCP or CCP
 - ตกลง. **CCP** ได้รับการสนับสนุนในโหมดโพล
- การคำนวณด้วยจุดลอยตัว (เดี่ยว, คู่, ...)
 - ตกลง, ได้ **μP** มี **FPU** อยู่บนเครื่อง

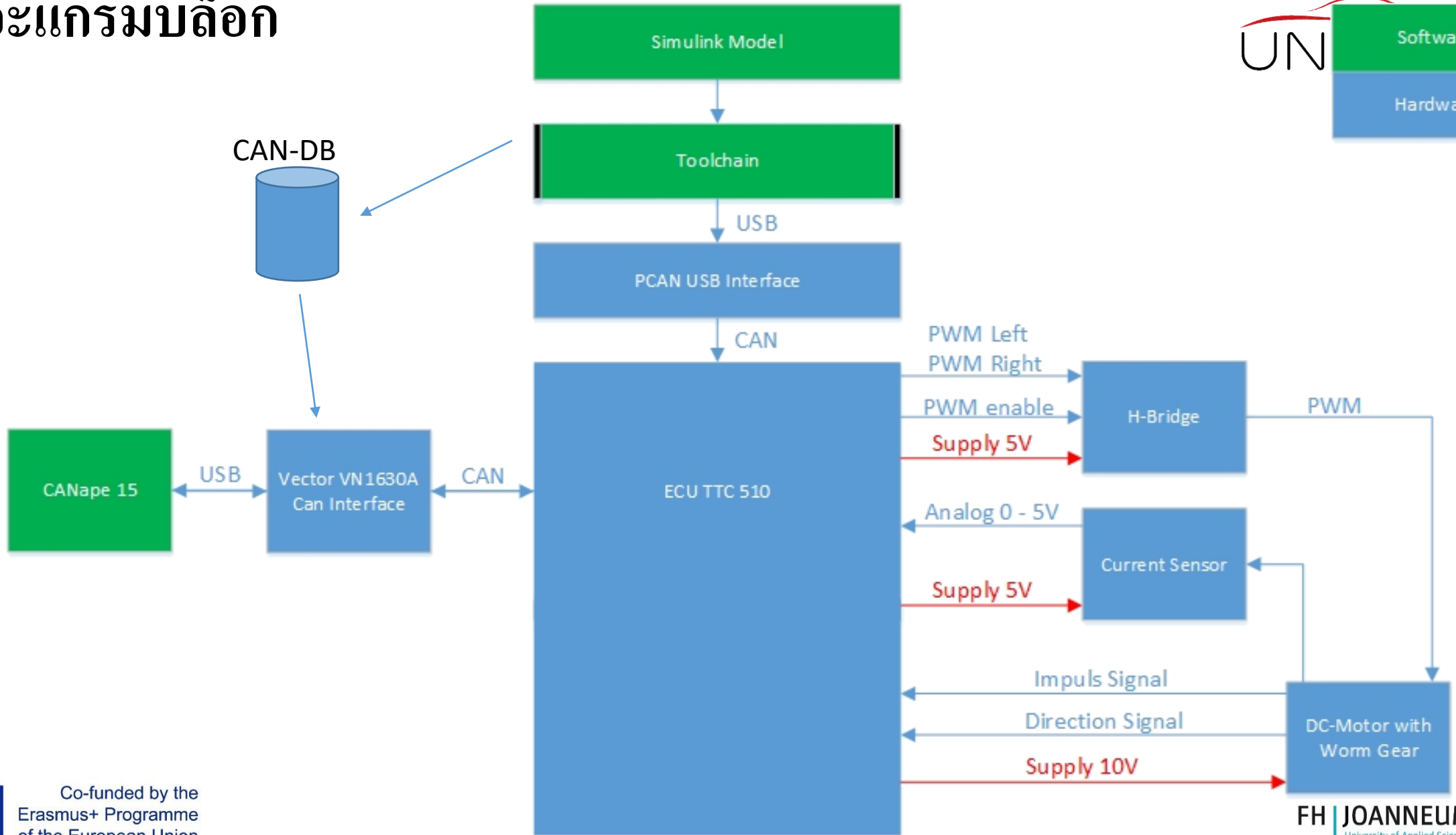
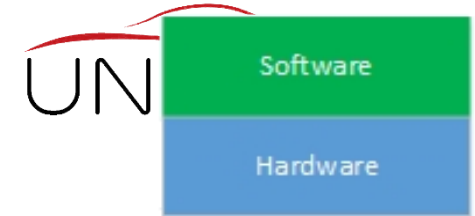


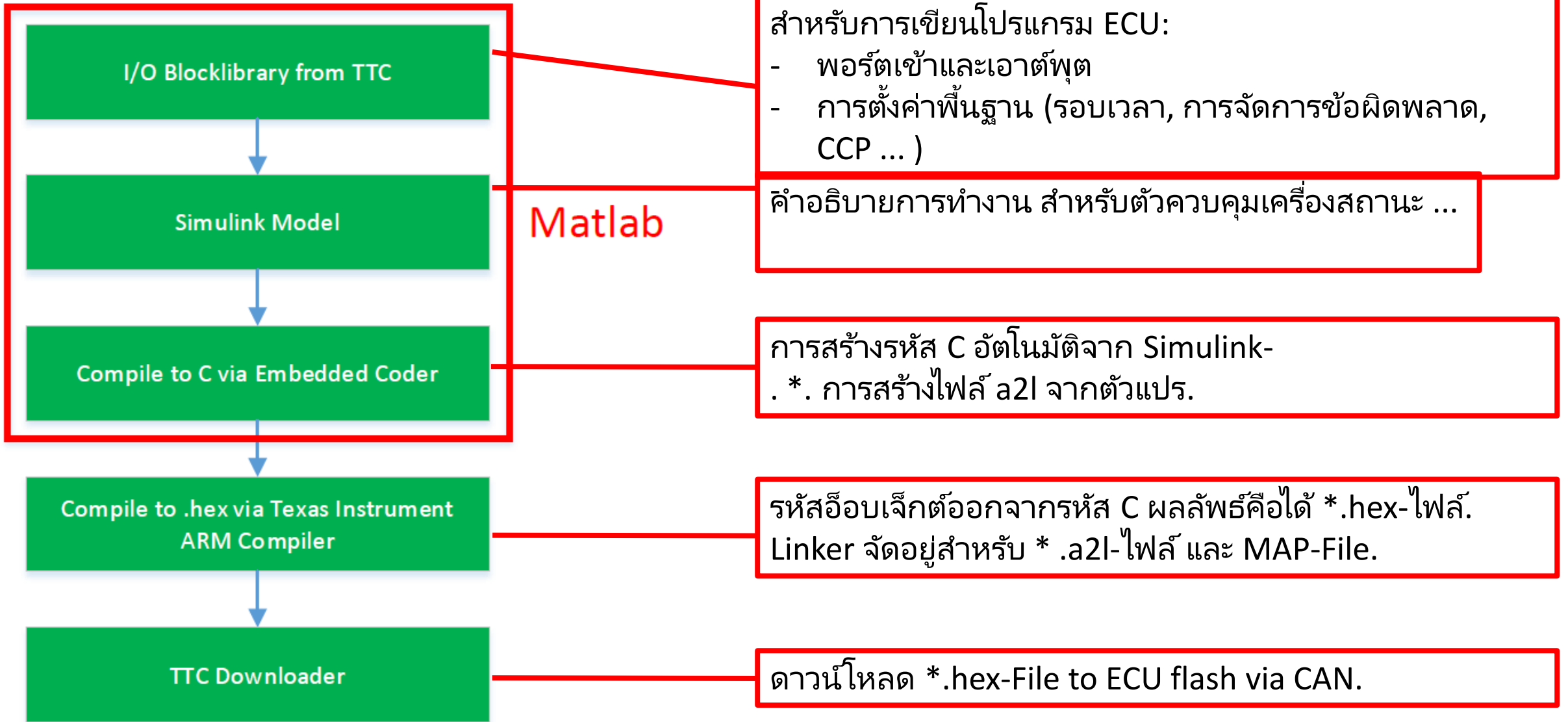
ภาพรวมของระบบ

- 1) อิชิยู ไฮ-ทีทีซี 510
- 2) อุปกรณ์ภายใต้การทดสอบ (DUT)
- 3) อินเทอร์เฟซ PCAN-USB สำหรับการกระพริบ
- 4) เวกเตอร์ VN1630 USB เพื่อ CAN อินเทอร์เฟซสำหรับการใช้งาน (CCP) และการวัด
- 5) เอช-บริดจ์
- 6) ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อก

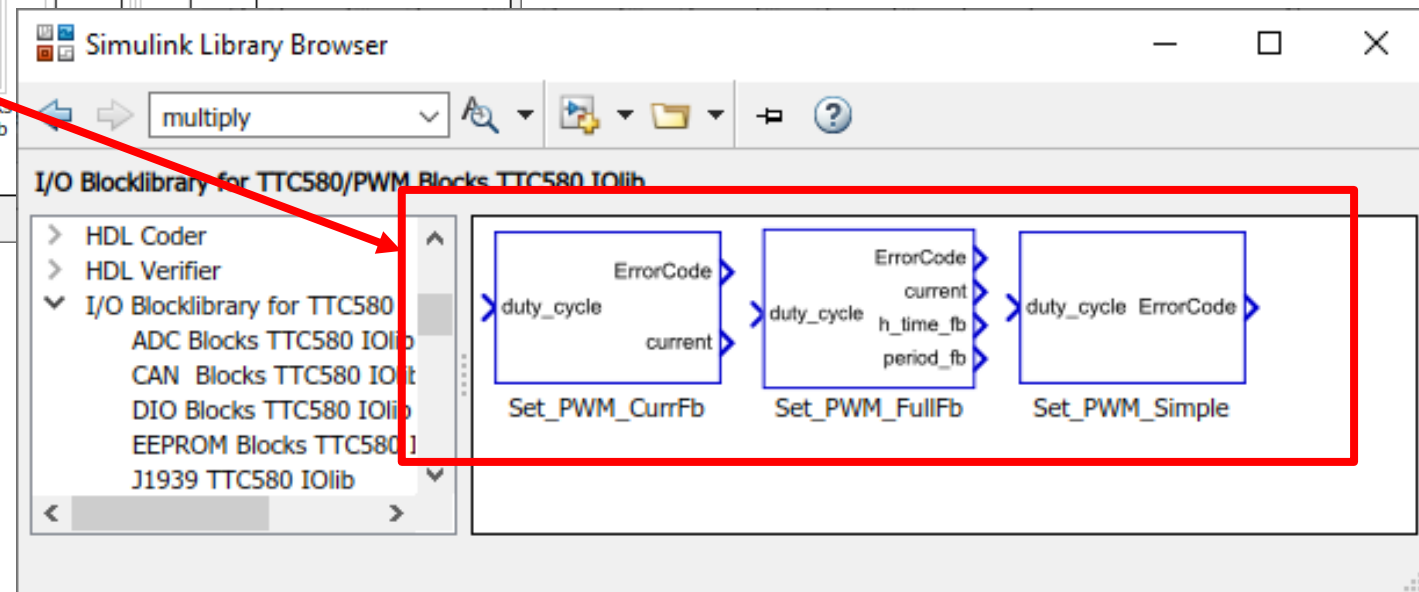
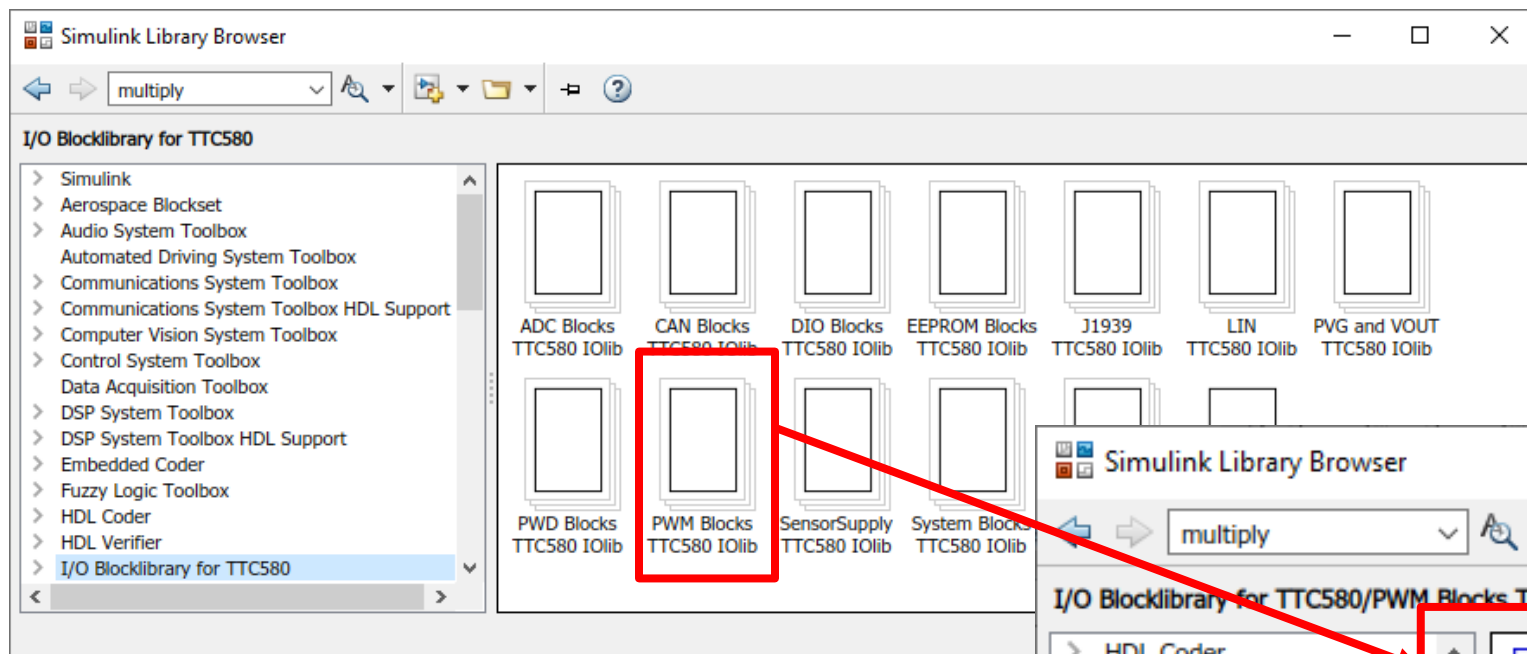


ไดอะแกรมบล็อก





TTC IO-Library



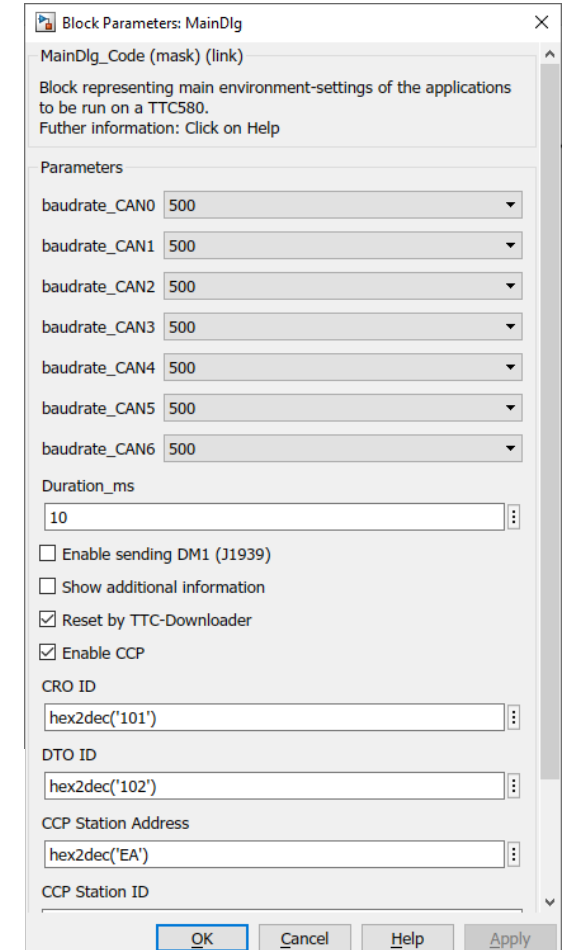
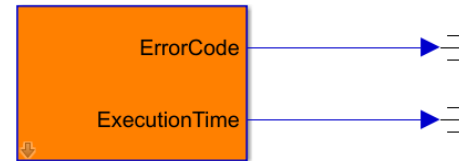
The IO-Library

- พัฒนาจากที่เทคนิค
- รวมอยู่ในขอบเขตของการจัดส่ง

ตัวอย่าง Simulink ง่ายๆ

เปลี่ยนอัตราส่วน PWM เป็นฟังก์ชันของสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

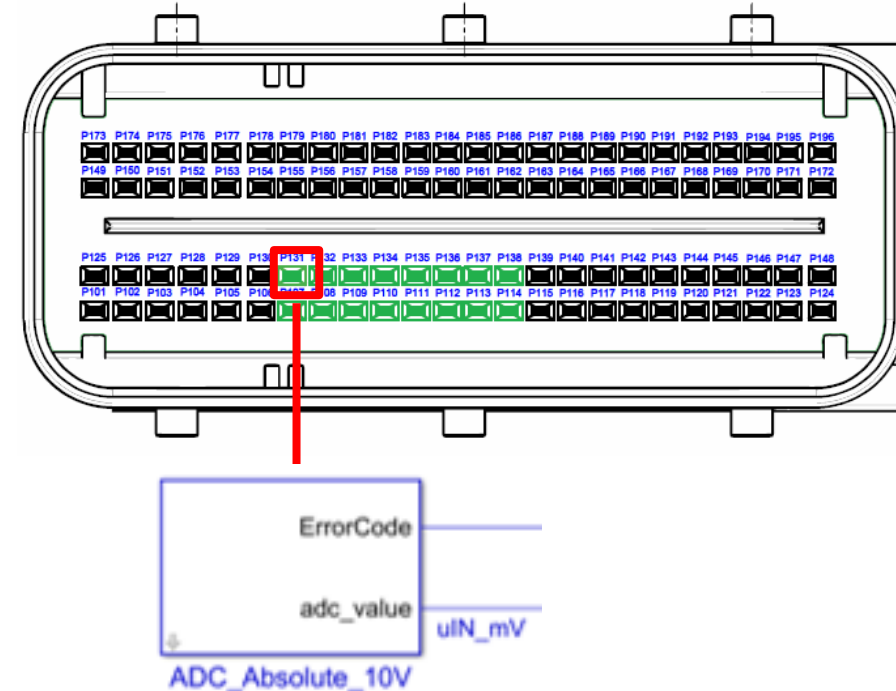
- การตั้งค่าส่วนกลางสำหรับ ECU → บล็อก MainDlg
- ตั้งค่าสำหรับ:
 - CAN Baud rate (สูงสุด. 1000 kHz)
 - รอบ (ระยะเวลา) เวลา
 - ที่อยู่ CCP
- ต้องเปิดใช้งานเอาต์พุตพลังงาน
 - บล็อก *Power_Enable*
 - 0 → ปิด
 - 1 → เปิด
 - ชนิดข้อมูล: Boolean



ตัวอย่าง Simulink ง่ายๆ

เปลี่ยนอัตราส่วน PWM เป็นฟังก์ชันของสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

- อินพุต: สัญญาณแรงดันไฟฟ้า
 - การเลือกพอร์ตอินพุตแบบอะนาล็อก → บล็อก *ADC_Absolute_10V*
 - เลือกพอร์ตอินพุตที่เหมาะสมกับการปักหมุดตัวเชื่อมต่อ
 - เชื่อมต่อพิน 131 แล้ว → *IO_ADC_09*
 - สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมโปรดดูที่ [1] 4.10



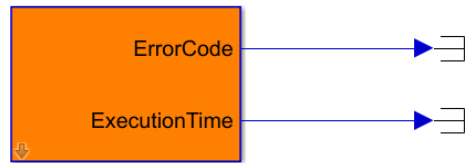
Pin No.	Function 1	Function 2	SW-define
P107	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_08
P131	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_09
P108	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_10
P132	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_11
P109	Analog 0... 5 V, 0... 10 V Input	Analog 0... 25 mA Input	IO_ADC_12

ตัวอย่าง Simulink ง่ายๆ

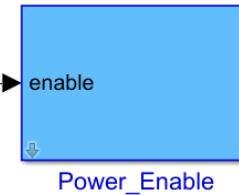
เปลี่ยนอัตราส่วน PWM เป็นฟังก์ชันของสัญญาณแรงดันไฟฟ้า



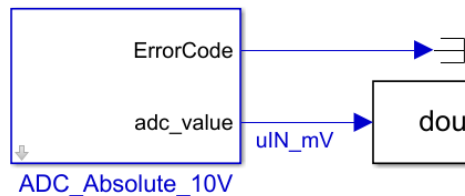
1.) Solver Settings



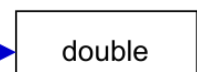
Powerstage ON



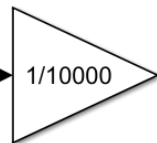
IO_ADC_09 -> Pin Number 131



INT to DBL

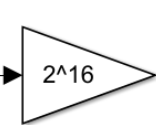


0 - 10000 mV
-> 0 - 1 PWM



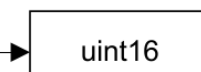
PWM

- 1 PWM
-> 0 - 2¹⁶

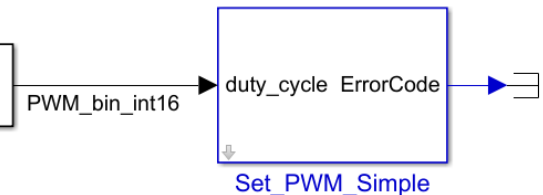


PWM_bin

DBL to INT



IO_PWM_01 -> Pin Number 177



build → C-Code generation



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger

Vector CANape

Start Display Devices Calibration Teams Analysis Tools Graphic

Calibrate online Online Offline RAM Flash Measurement configuration Start Stop Start recording Stop recording Fire Pause Insert comment From file Last measurement Global measurement cursor Search value Search object Save

Symbol Explorer 1: Drehzahlregler

[1] Device window

[2] Parameter

Name	Value
omega_desire	200
kp1	0.0999999644
Tn_1	31.5
kAWU	1000

[3] Numeric

```

UBat_V 11.8099975793
wReq_rad_s 200
wMes_rad_s 205.3325197321
delta_omega 10.9753952221
delta_1_Tn -20.1979828244
delta_Tn_KWU 35.2879639303
delta_Add 6.055042268
delta_Memory 5.9711875981
ueCtrl0 5.4124527023
UBat_V 11.8099975793
PWM0 0.5962924973
PWM 0.4399449828
    
```

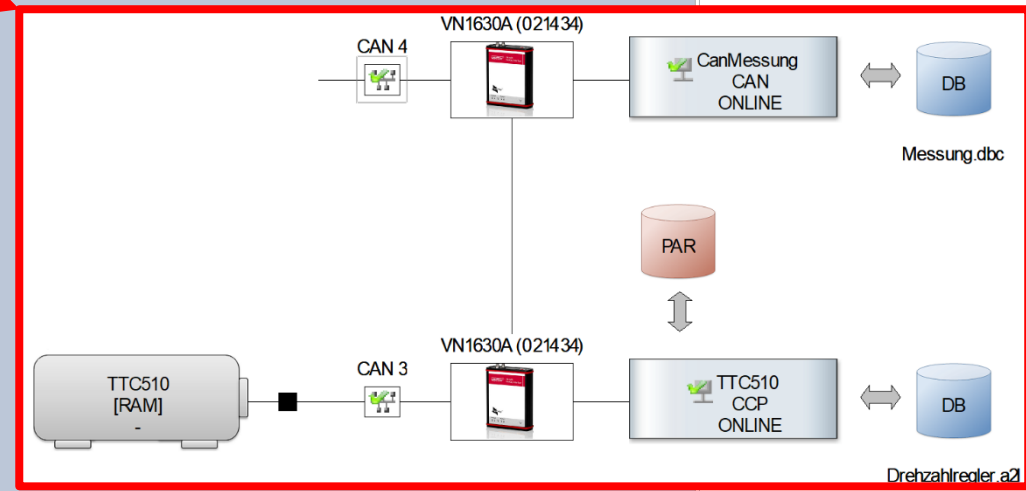
[4] Graphic

Name

- wMes_rad_s = 205.3
- Strommessung r=1070
- ExeTime

Time: 1m 38.227895s
2s/Div

Messung läuft



วิธีของ Ziegler - Nichols

การตั้งค่าสำหรับตัวควบคุมความเร็ว (PI)

- เป้าหมาย: ค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ K_p และ T_n
- ตั้งค่า I เป็นศูนย์
- เพิ่ม K_p ให้สูงสุดเพื่อ K_u
- การปรับผ่าน CCP ออกจาก CANape
- ตัวควบคุม PI \rightarrow

$$K_p = 0.45 K_u$$

ECU - ปรับความเร็วมอเตอร์กระแสตรง



The TTC510-ECU has no H-Bridge included

- ต้องใช้อุปกรณ์ภายนอก
- ECU ควบคุม H-Bridge ด้วยสัญญาณ PWM
- ความถี่ PWM สูงสุดจาก ECU คือ 1 kHz ปัญหา: เสียงที่เกิดความผิดพลาดจากโครงสร้าง

-
- [1] TT Control GmbH: *HY-TTC 500 System Manual Programmable ECU for Sensor-Actuator Management Product Version 01.04*; 28 June 2017
 - [2] Andreas Patzer | Rainer Zaiser: XCP – The Standard Protocol for ECU Development; Vector Informatik GmbH - Stuttgart, Germany ([Free download](#))
 - [3] <https://www.vector.com/int/en/products/products-a-z/software/canape/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences

K. Reisinger

การฝึกอบรมเมคคาทรอนิกส์แบบลงมือปฏิบัติจริง



วางแผนแนวทางการสอนสำหรับหลักสูตรของคุณ

ทำงานเป็นกลุ่มสำหรับแต่ละมหาวิทยาลัยเตรียม ฟลิปชาร์ต, ~ 90 นาที

- วัตถุประสงค์ที่เหมาะสมคืออะไร?
 - ปลอดภัยสำหรับนักเรียน, แข็งแรง, น่าสนใจ, ราคาถูก, ใกล้เคียงกับอุตสาหกรรม
 - ต้องแสดงหัวข้อเมคคาทรอนิกส์ด้วยวิธีง่ายๆ
 - แนวคิดที่เรียบง่ายต้องสมเหตุสมผล.
- ร่างระบบ
 - ความต้องการ
 - . แนวคิดที่เป็นไปได้
- ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น
- การนำเสนอโดยวิทยากรและการอภิปรายในเช้าวันพรุ่งนี้.





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

ทดสอบสิ่งอำนวยความสะดวกของ **FHJ** เพราะคือเบื้องหลังและภารกิจ

FH Joanneum GmbH.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

- 1) พื้นที่ช่องทดสอบ: ภาพรวมและเค้าโครง
- 2) ไดนาโมมิเตอร์สำหรับส่วนประกอบระบบขับเคลื่อน การจัดเรียง 1-M, 2-M, 3-M
- 3) การวิเคราะห์สปีนและการสูญเสียพลังงาน
- 4) [การวัดพลังงานไฟฟ้า](#)
- 5) [การทดสอบ \(ไฮบริด\)-ระบบขับเคลื่อนไฟฟ้า, โปรแกรมจำลองแบตเตอรี่ – HV/LV](#)
- 6) ความท้าทายเมื่อทดสอบระบบเมคคาทรอนิกส์
- 7) ห้อง [SHED](#)
- 8) เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าของเซสซี



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

ทดสอบสิ่งอำนวยความสะดวกของ **FHJ** เพราะคือเบื้องหลังและภารกิจ

T. Lechner

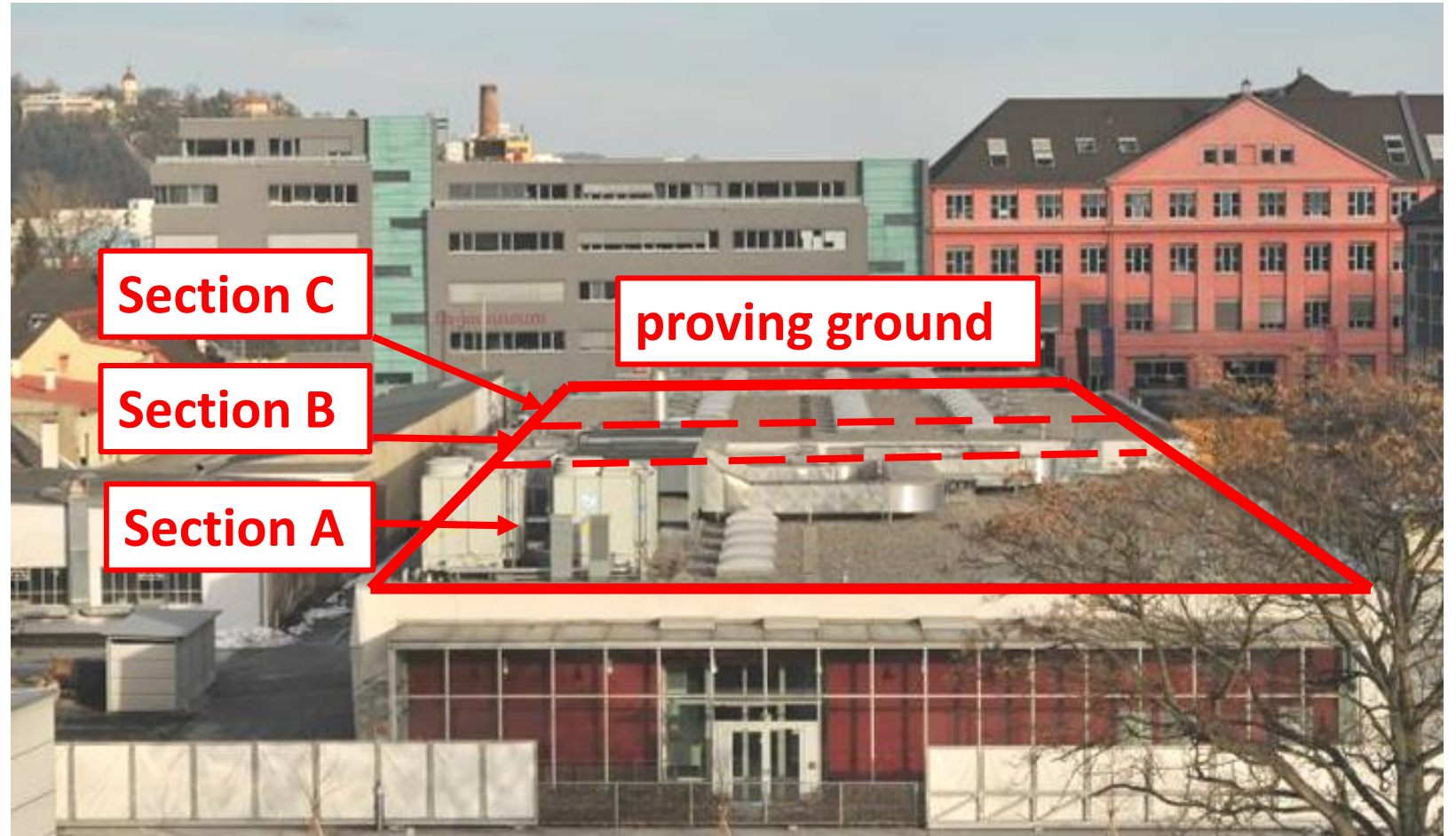


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

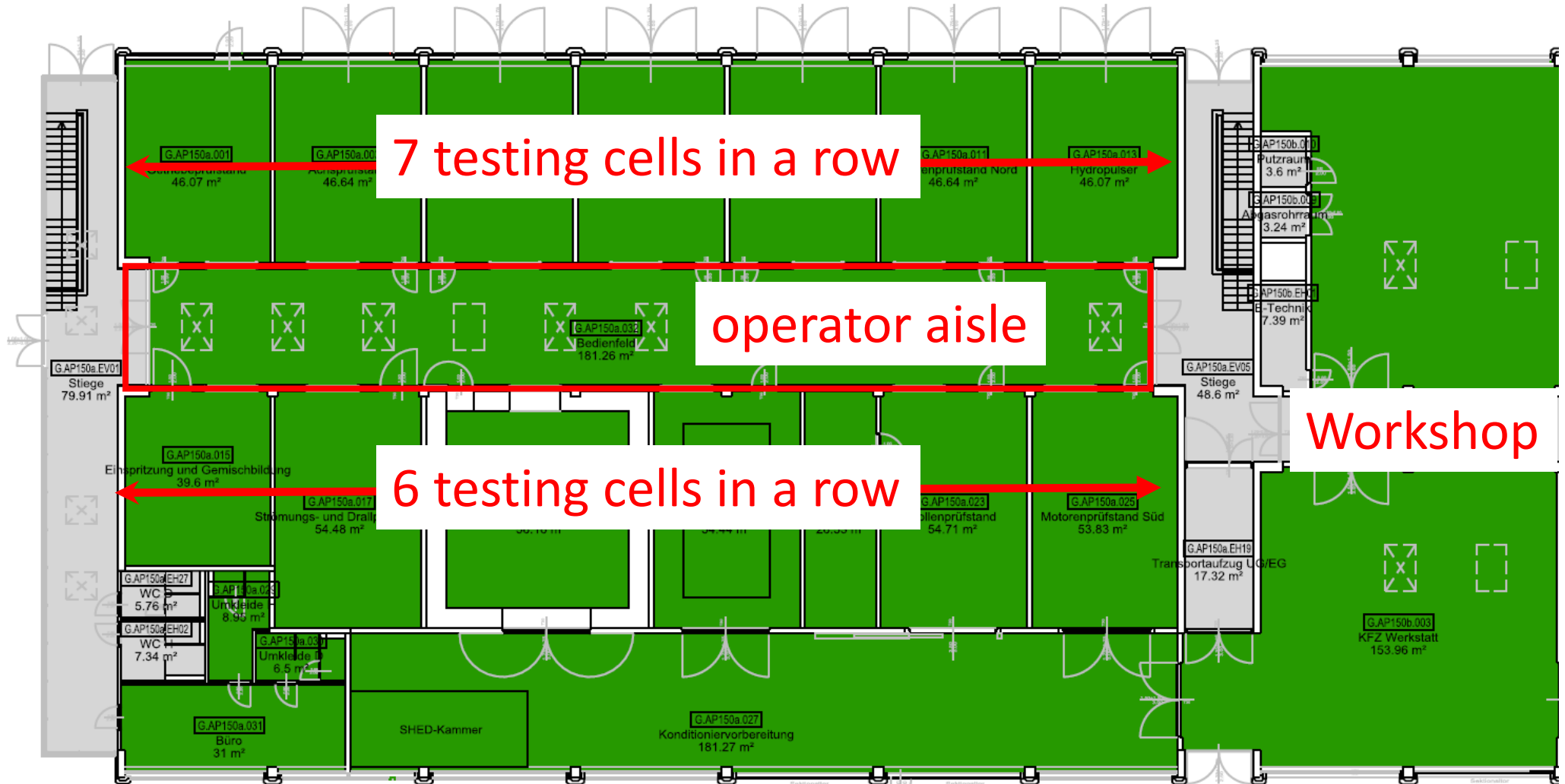
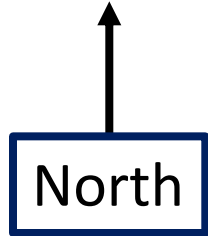
This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

บทนำ

- ส่วน **C**: ห้องปฏิบัติการ
เพื่อการศึกษา
- ส่วน **B**: ห้องประชุมเชิง
ปฏิบัติการ
- ส่วน **A**: บริเวณช่อง
ทดสอบ



ส่วน A: แผนผังชั้น



7 testing cells in a row

operator aisle

6 testing cells in a row

Workshop



ทางเดินของผู้ปฏิบัติงาน

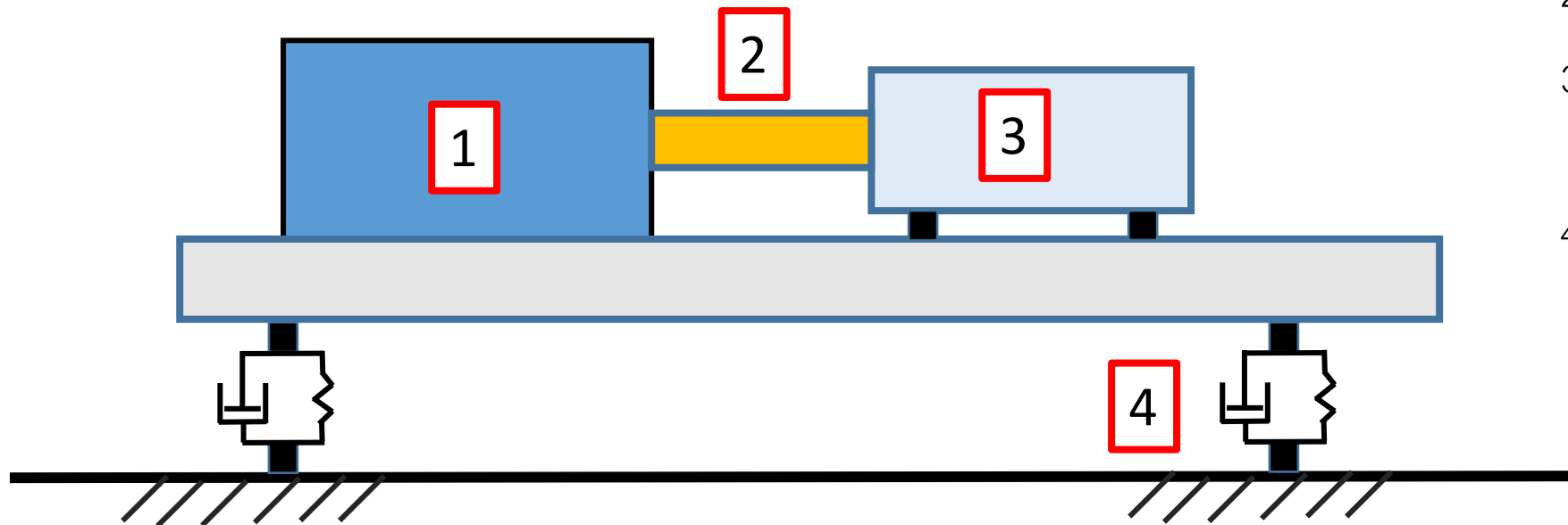


มุมมองจากห้องทดสอบเซลล์

ผู้ปฏิบัติงานมีมุมมอง
ไปยังเซลล์ทดสอบผ่าน
บานหน้าต่างของ
กระจกที่ทนทาน

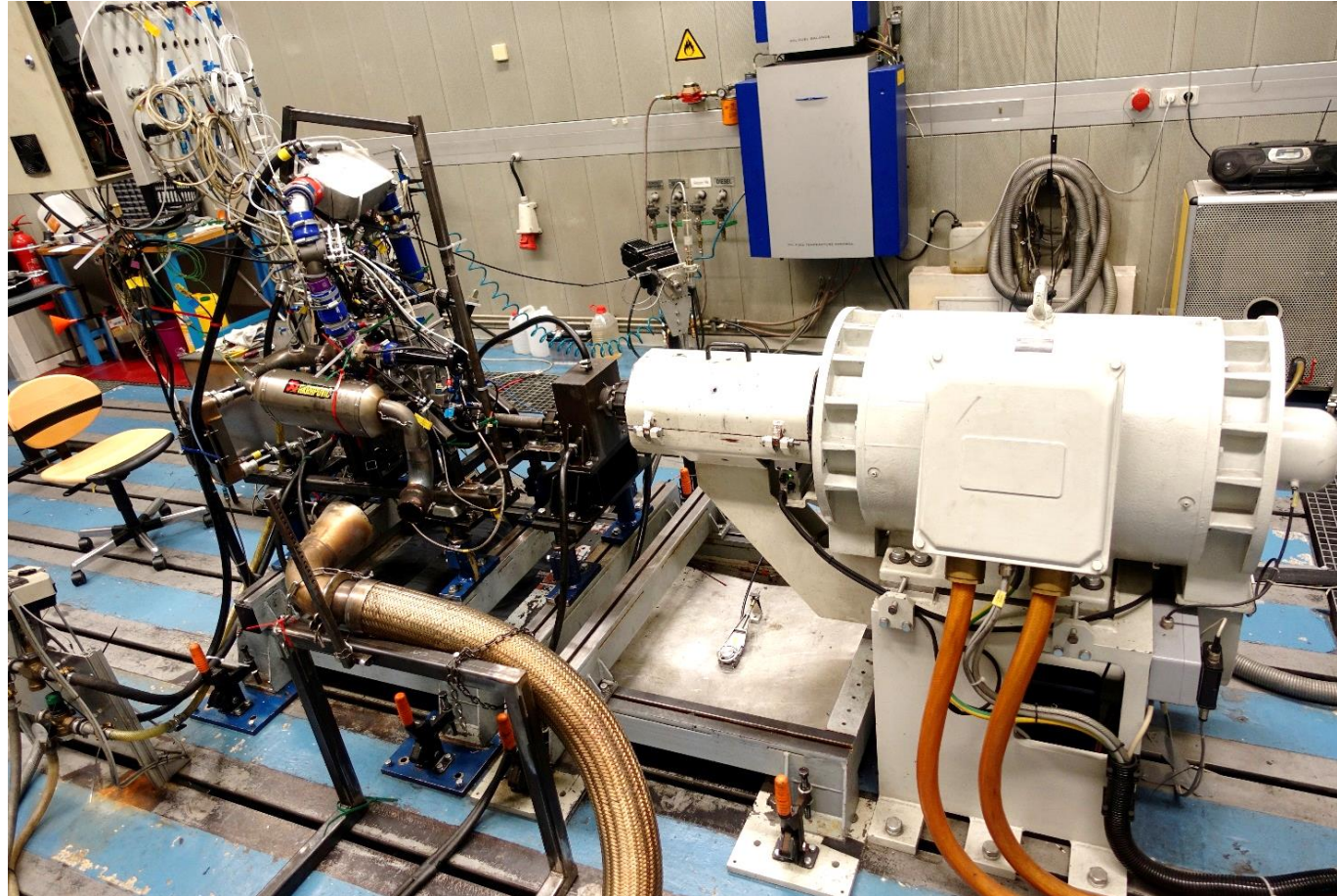


หลักการแทนทดสอบเครื่องยนต์



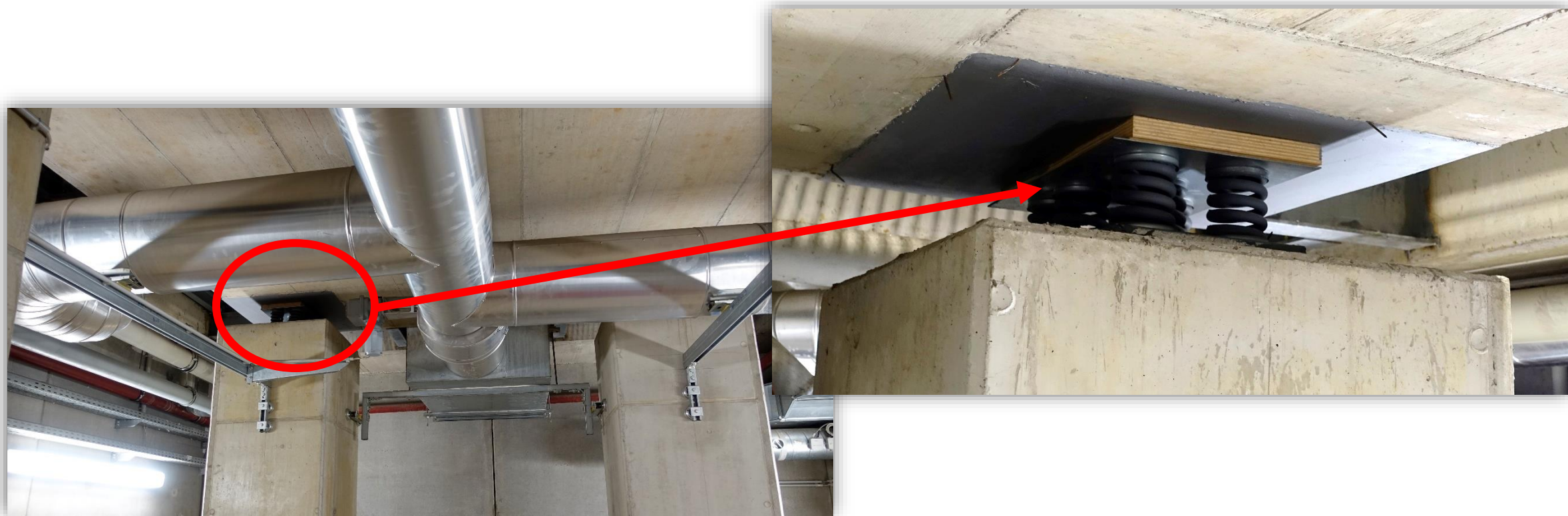
- 1 - ตัวดูดซับพลังงาน
- 2 - เพลา
- 3 - หน่วยที่อยู่ระหว่างการทดสอบ
- 4 - ระบบลดแรงสั่นสะเทือน

แท่นทดสอบเครื่องยนต์



- ทดสอบเครื่องยนต์ทางใต้ของ UAS Graz พร้อมใช้คไฟฟ้า กระแสสลับ (สี่ขาว)

การลดการสั่นสะเทือน



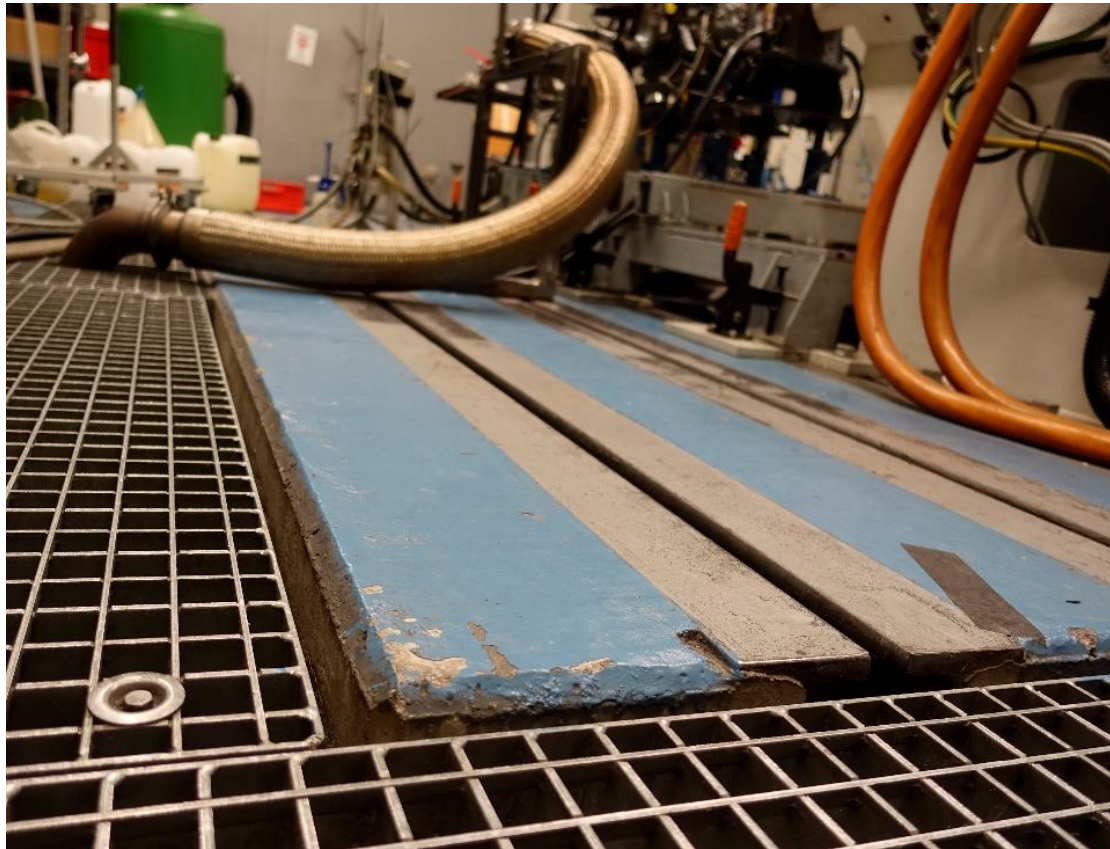
การลดการสั่นสะเทือน



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

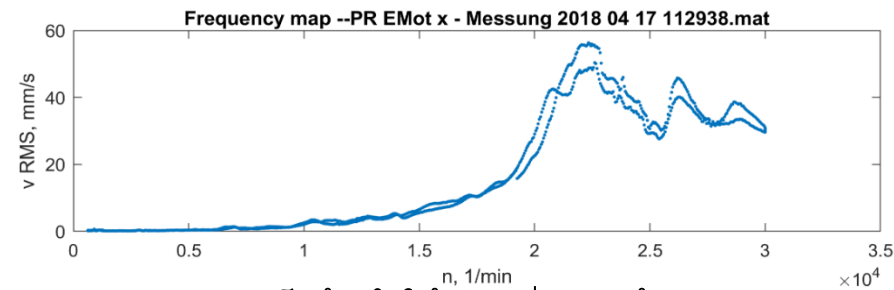
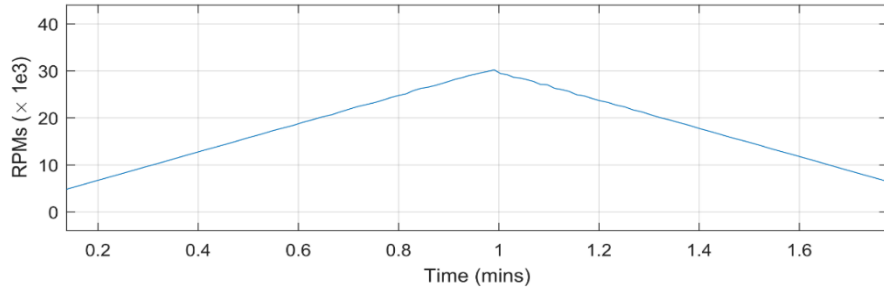
FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

แผ่นฐาน – T-nuts

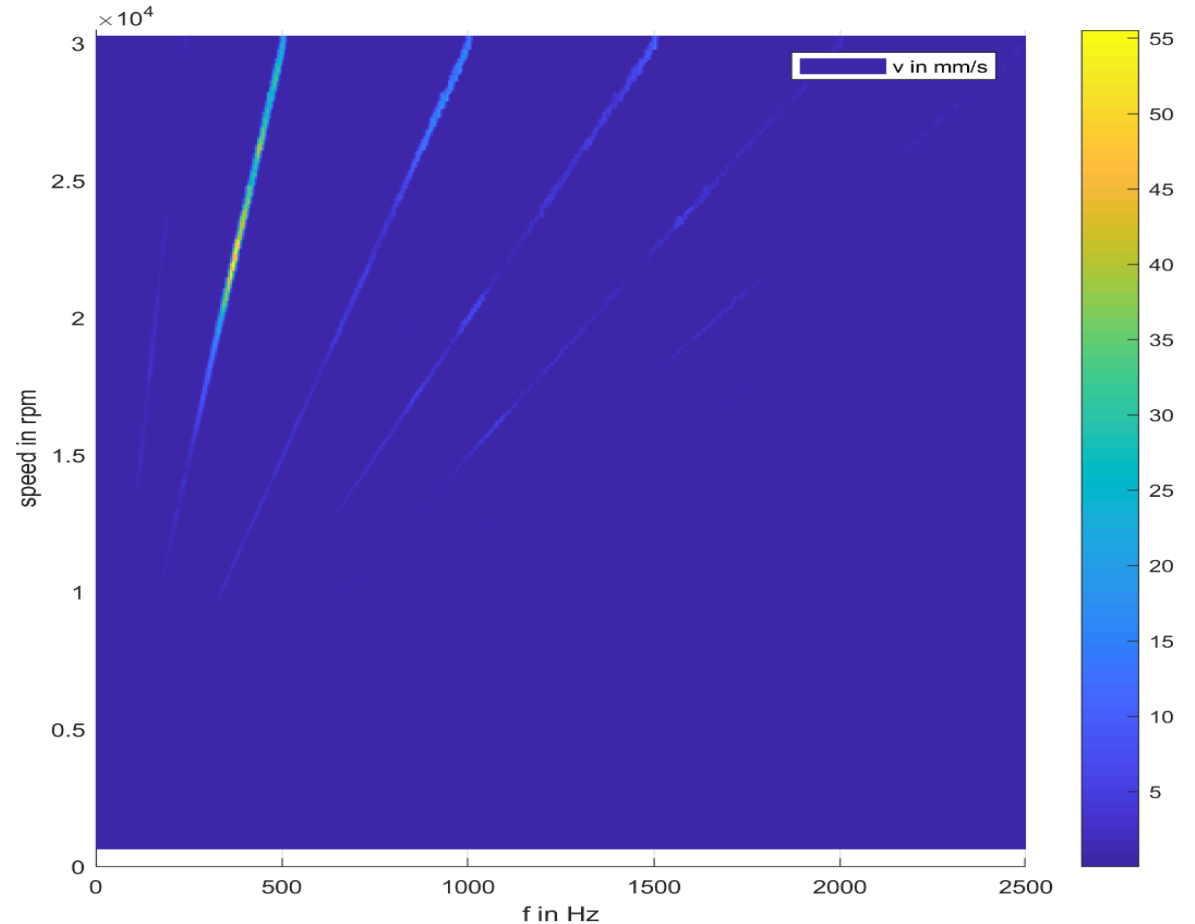


- แผ่นฐานขนาดใหญ่จากคอนกรีต
- ระบบติดตามสำหรับ T-nuts
- เพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งและเคลื่อนย้าย DUT's

การทดสอบ NVH ในการตั้งค่าใหม่แต่ละครั้ง

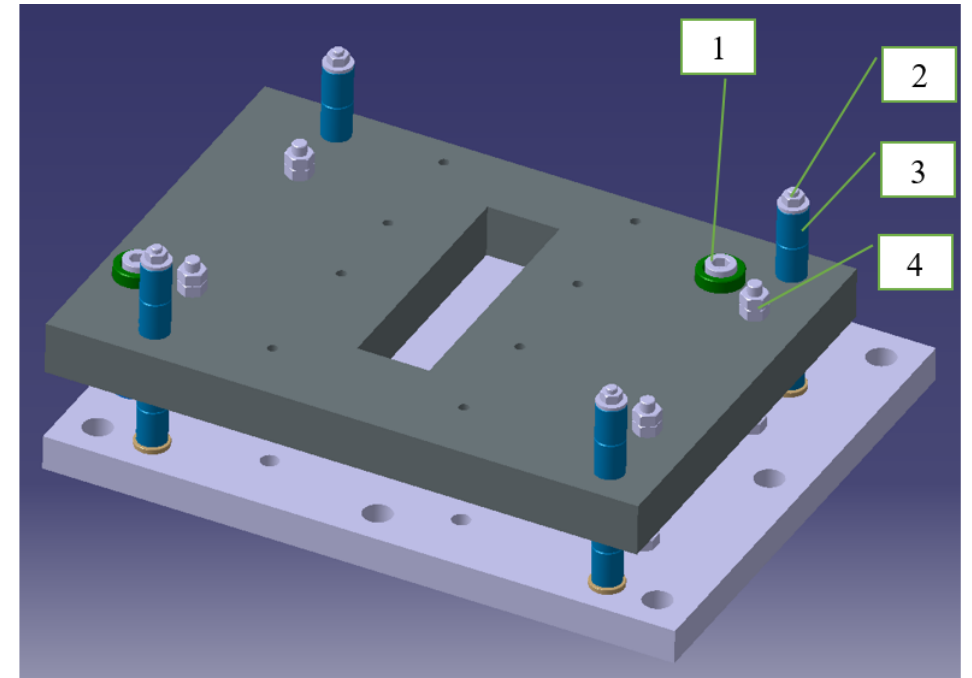
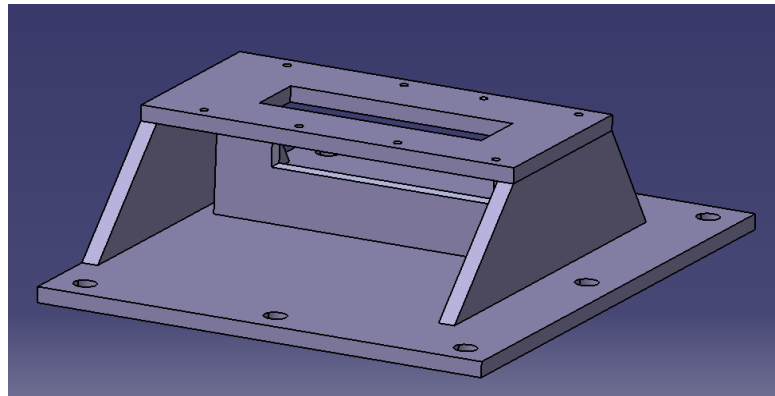
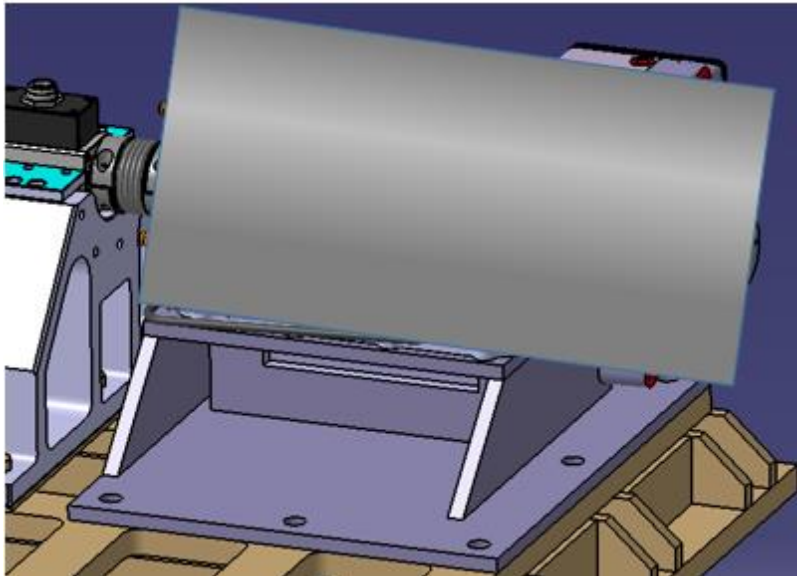


- การเร่งความเร็วเข้าทำให้เกิดเสียงสะท้อน
- เหววัดอัตราเร่งและผสมรวมเพื่อจัดระดับความเร็วในการสั่นสะเทือน
- แผนภาพ **Campel** ช่วยให้สามารถค้นหาแหล่งที่มาได้



Campel diagram of a Device under test

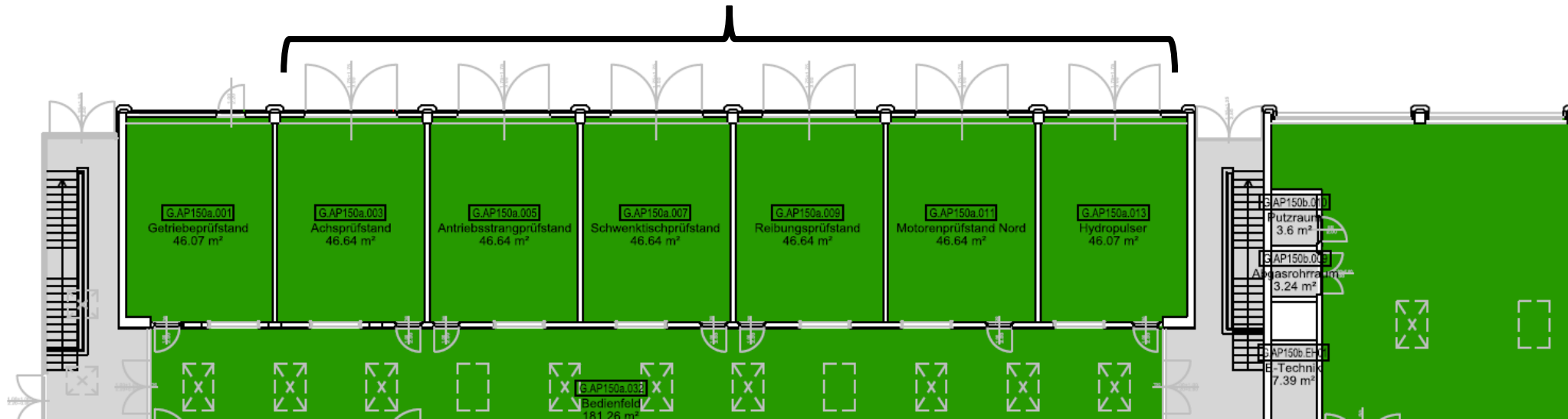
การแยกส่วนสำหรับไครฟ์ความเร็วสูง



- 1 .. หยุดยากแนวนอน
- 2,3 .. สปริงยาง, โหลดไว้ล่วงหน้า, ปรับได้
- 4 .. แนวตั้งหยุดยาก

ทดสอบทางเข้าเซลล์

- ประตูสำหรับชีฟฟลายเออร์
- 1 ประตูต่อเซลล์ทดสอบ



ประตูสำหรับศพหลายเออร์

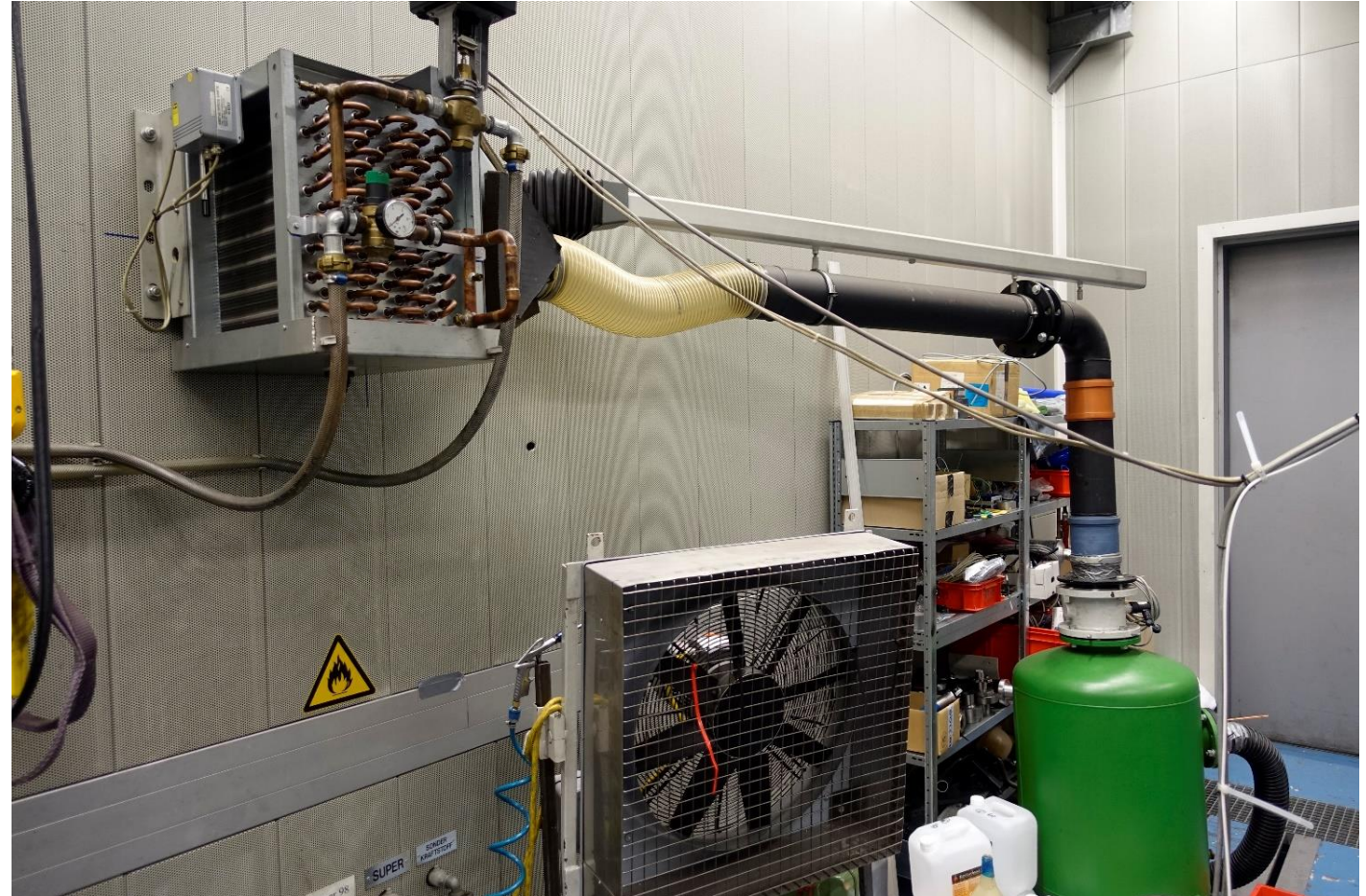


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

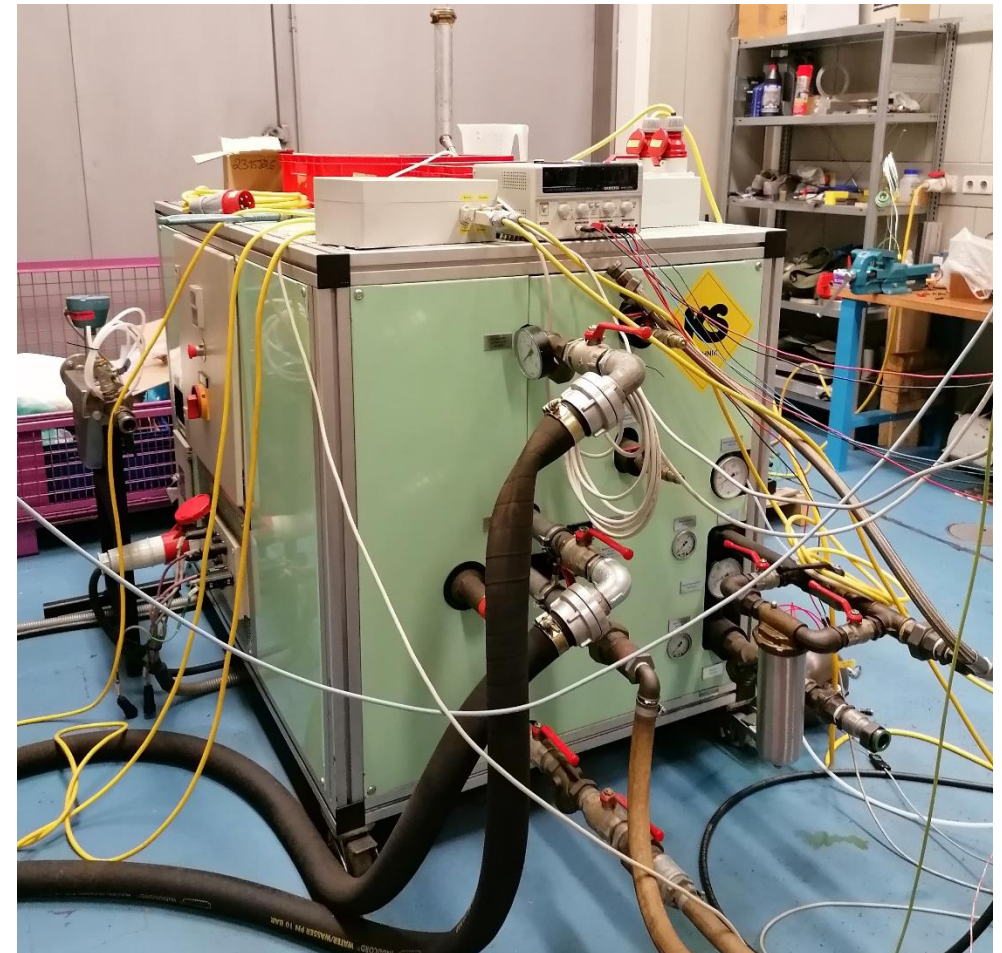
อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

- การจ่ายอากาศสำหรับ ICE
 - เครื่องปรับอากาศระบายความร้อนด้วยน้ำ
 - สีเขียว: ใช้คอปเพื่อหลีกเลี่ยงการสิ้นเปลืองของก๊าซขาเข้า
 - เครื่องวัดการไหลของมวล



อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

- หน่วยทำความเย็นของเหลวและน้ำมันสำหรับทำความเย็น



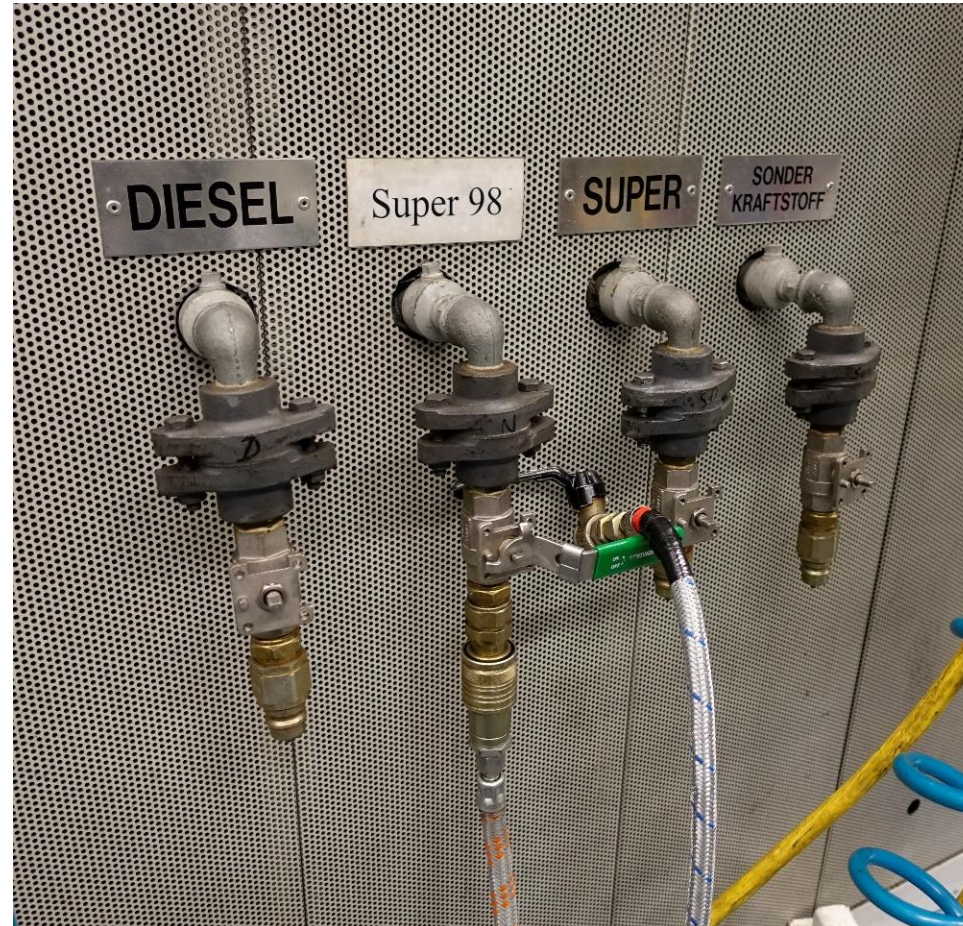
อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

- การจัดเก็บเชื้อเพลิง



อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

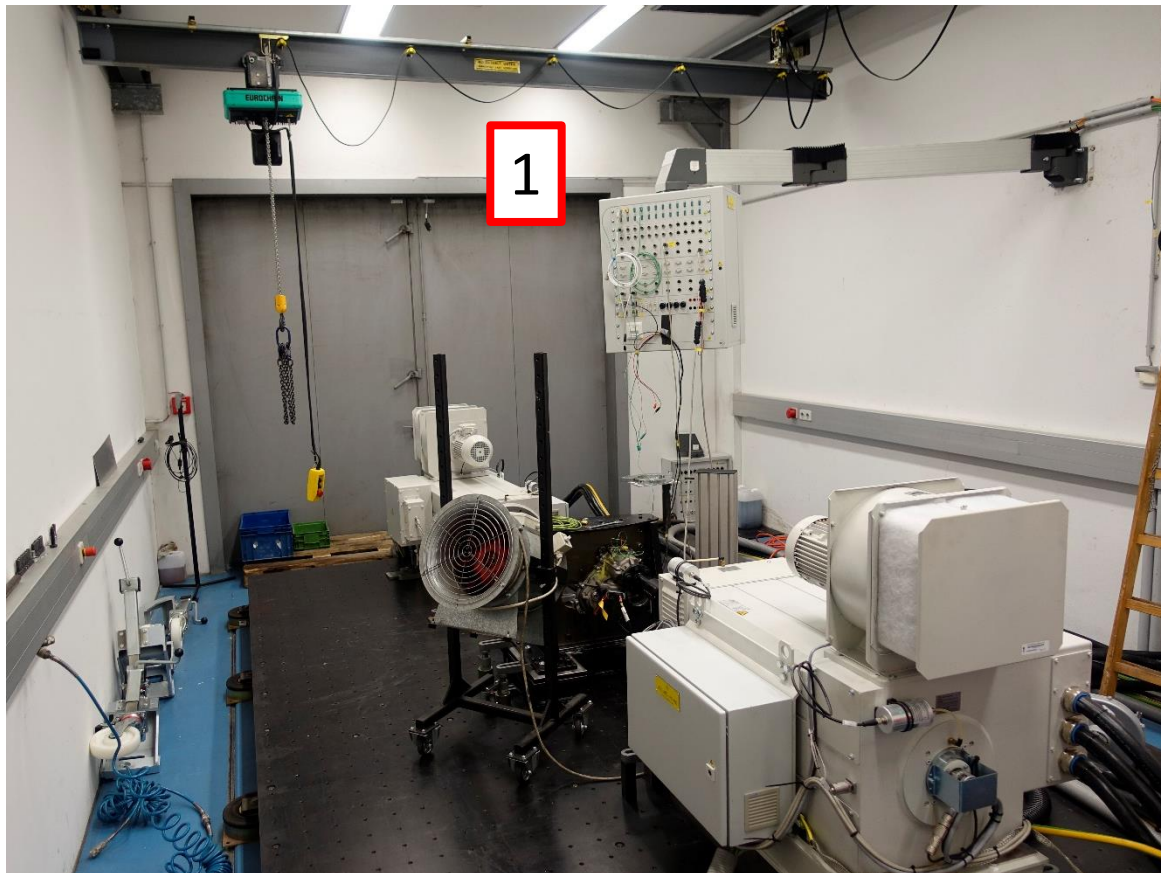
- การจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง



อุปกรณ์อำนวยความสะดวก

- การจัดเก็บและจ่ายก๊าซ
 - สอบเทียบก๊าซ
 - ก๊าซเป็นศูนย์
 - อากาศสังเคราะห์สำหรับ FID
 - ไนโตรเจนสำหรับ IRD และ CLD
 - ชั่ววงก๊าซ
 - FID: โพรเพนในอากาศสังเคราะห์
 - IRD: CO และ CO₂ ในไนโตรเจน
 - CLD: ไม่มีไนโตรเจน





• Sensor Box (1)

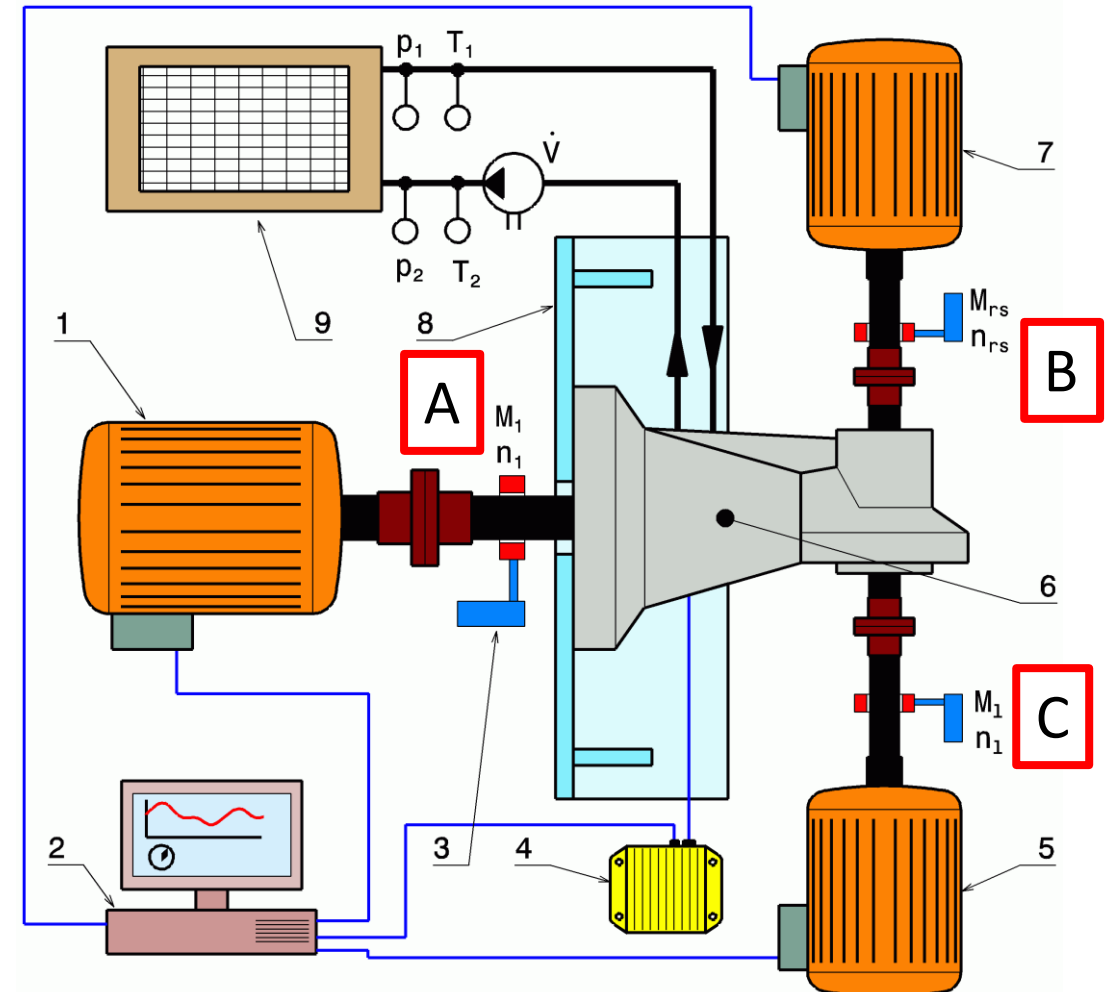
- ง่ายต่อการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์กับระบบเก็บข้อมูล (DAQ)
- เซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ
- Pt100 และเทอร์โมคัปเปิล
- เซ็นเซอร์ความดัน
- ช่องสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตแบบอะนาล็อก
- ช่องสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตดิจิทัล
- ...

การวัดกำลังทางกล

- พลังงานกล:

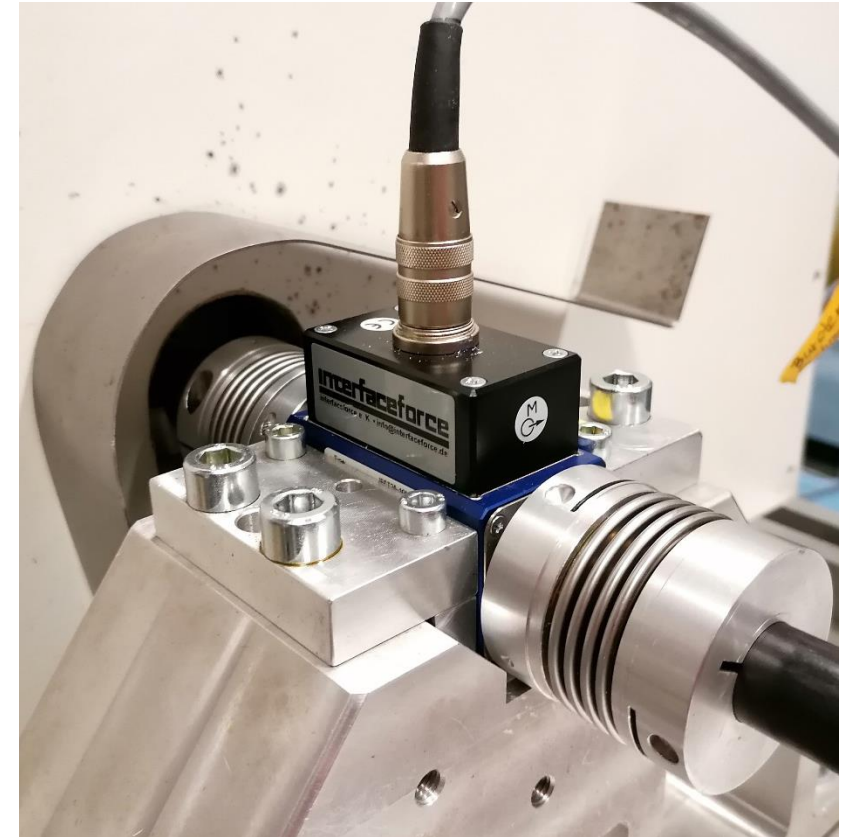
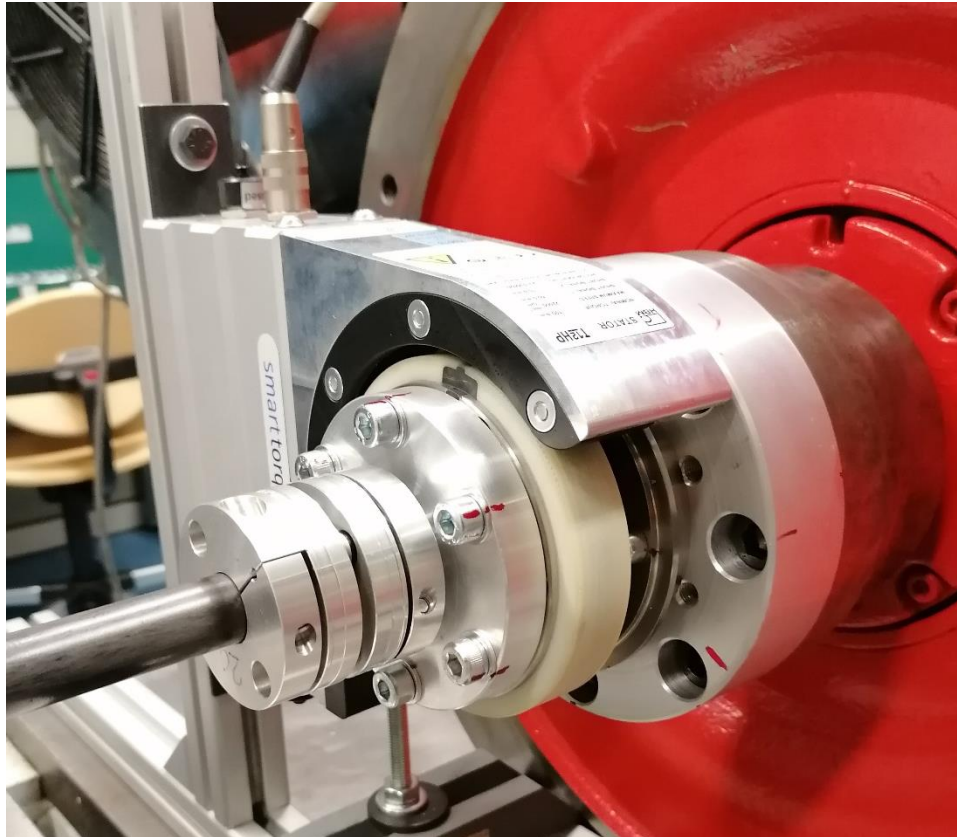
$$P_{\text{mech}} = T \cdot \omega$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$$
- ต้องวัดแรงบิด T และความเร็ว n เพื่อคำนวณ P_{mech}
- เพื่อกำหนดประสิทธิภาพของ **Device under Test (DUT → 6)**, ต้องวัดพลังงานที่ **A** (อินพุต) และ **B** และ **C** (เอาต์พุต) ด้วยความแม่นยำสูง



Transmission test rig: [2] 
K. Reisinger, T. Lechner

เซ็นเซอร์สำหรับแรงบิดและความเร็ว



การจัดการคุณภาพ, [1]

- การรับรองเกี่ยวกับมาตรฐาน ISO EN IEC 17025
- ขอบเขตของการรับรอง:
 - EGV 715/2007*ECR
 - 715/2007*CEReg 715/2007
 - EPA 40 CFR Part 86
 - 3 UN GTR No. 19

Die Nationale Akkreditierungsstelle / *The National Accreditation Body:*

AKKREDITIERUNG AUSTRIA

bestätigt die Akkreditierung der Rechtsperson / *confirms the accreditation of*

FH JOANNEUM Gesellschaft mbH

Alte Poststraße 149, A-8020 Graz

Identifikationsnummer / *ID-number:* **0222**

als / *as* **Prüfstelle / Testing Laboratory**

gemäß / *according to* **EN ISO/IEC 17025:2017**

Datum der Erstakkreditierung / *Initial date of accreditation:* **17.02.2004**

Standort/Organisationseinheit / *site/unit:*

Institut Fahrzeugtechnik / Automotive Engineering, Alte Poststraße 149, A-8020 Graz

Informationen zum Akkreditierungsumfang und zu Akkreditierung Austria / *Information about the accreditation scope and Akkreditierung Austria* <http://www.brmdw.gv.at/akkreditierung>

Die Akkreditierung wurde mittels Bescheid erteilt und damit bestätigt, dass die Konformitätsbewertungsstelle die angeführten Anforderungen erfüllt. Diese Bestätigung darf nur unverändert weiterverbreitet werden. / *The accreditation was granted by a decree which confirms, that the Conformity Assessment Body fulfills the given requirements. This confirmation of accreditation may not be reproduced other than in full.*



Dipl.-Ing. Dr. Norman Brunner
Wien, am 11. Dezember 2019

-
- [1] <https://www.fh-joanneum.at/labor/prueffeld-fuer-fahrzeuge/>
 - [2] Michael Trzesniowski: *Rennwagentechnik: Datenanalyse, Abstimmung und Entwicklung*. Springer Vieweg, 2017





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

เค้าโครงสำหรับการทดสอบระบบขับเคลื่อน

K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

จุดมุ่งหมายของการทดสอบ

Functional Testing

เช่น การสอบเทียบการเปลี่ยนเกียร์อัตโนมัติ; ไดนามิกของการเปลี่ยนเกียร์.

- การจำลองสถานะระบบย่อยพิเศษในรถยนต์ (ความเร็วรอบเครื่องยนต์, ความเร็วของรถ)
- การพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้
- พฤติกรรมของระบบการวัด.

ลักษณะ

- พฤติกรรมเดียวกับในรถ
- มีความยืดหยุ่นสูงในการทดสอบสถานะต่างๆ

การทดสอบความล้ม;
ลักษณะการวัด.

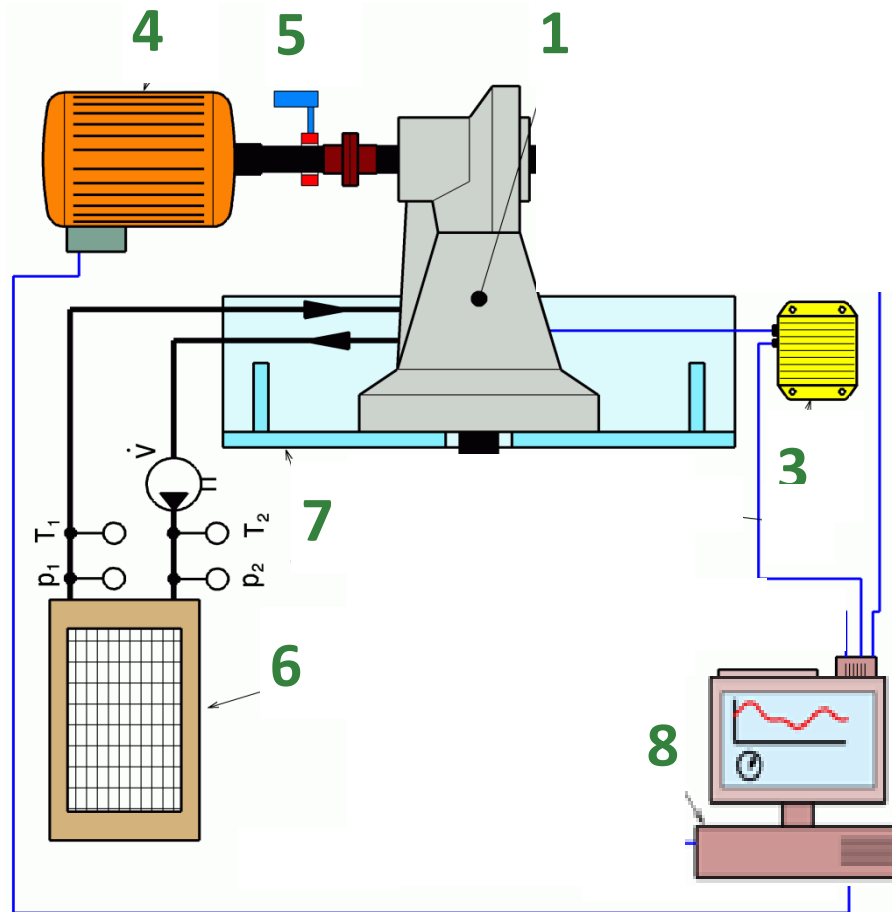
เช่น ความทนทานของกระปุกเกียร์ ประสิทธิภาพของไดรฟ์.

- การจำลองสถานะระบบย่อย (ความเร็วของเครื่องยนต์ แรงบิดของเครื่องยนต์)
- โหลดเพื่อความทนทาน
- คุณสมบัติของระบบการวัด

ลักษณะ.

- กำหนดสถานะ โหลดมักจะสถานะคงที่
- ระบบอัตโนมัติสูง เพื่อให้ได้ความสามารถในการทำซ้ำสูง

เลย์เอาต์ 1 -M - สำหรับการสูญเสียการหมุน



- การทดสอบการสูญเสียการหมุน

- การทดสอบแถบลง

1+2 อุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างการทดสอบ (DUT)

1 กล่องเกียร์

2 ECU ของกระปุกเกียร์ (opt.)

3 ... เปิด

4 เครื่องจักร (การควบคุมความเร็ว)

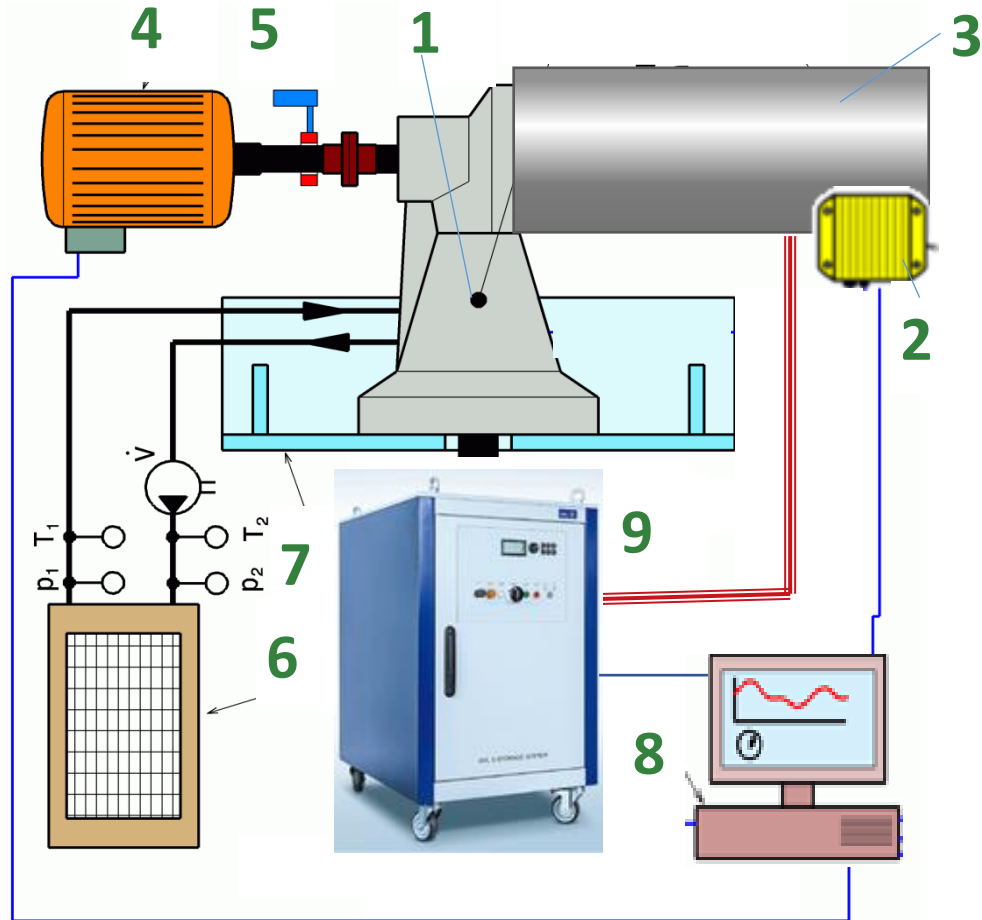
5 แรงบิด + การวัดความเร็ว

6 หน่วยปรับสภาพสำหรับน้ำมันและ / หรือของเหลวหล่อเย็น

7 แท่นชุดเจาะ

8 ระบบควบคุมแท่นชุดเจาะ

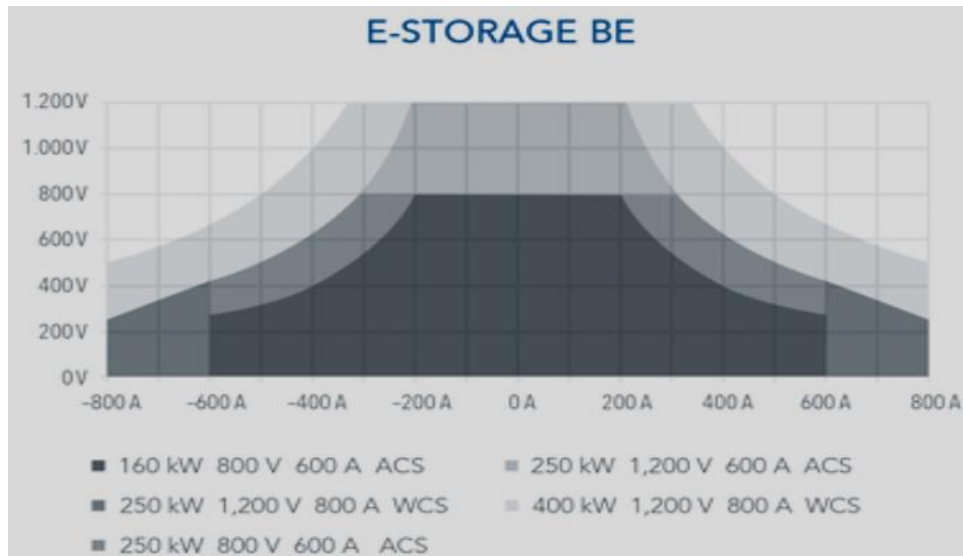
เค้าโครง 1 – M - สำหรับไครฟ์



- **E-Drive** มี/ไม่มีกล่องเกียร์
- **ICE** มี/ไม่มีกล่องเกียร์
- 1** กระจุกเกียร์หรืออุปกรณ์ติดตั้ง
- 2** ECU
- 3** อินเวอร์เตอร์ + มอเตอร์ หรือ **ICE** (accel. pedal control)
- 4** เครื่องไฟฟ้า (AC, 4-quadrant speed control)
- 5** แรงบิด + การวัดความเร็ว
- 6** หน่วยปรับสภาพสำหรับน้ำมันและของเหลวหล่อเย็น
- 7** แทนชุดเจาะ
- 8** ระบบควบคุมแทนชุดเจาะ
- 9** โปรแกรมจำลองแบบเตอริหรือการเชื่อมต่อเซอเพลลิง + ก๊าซไอเสีย

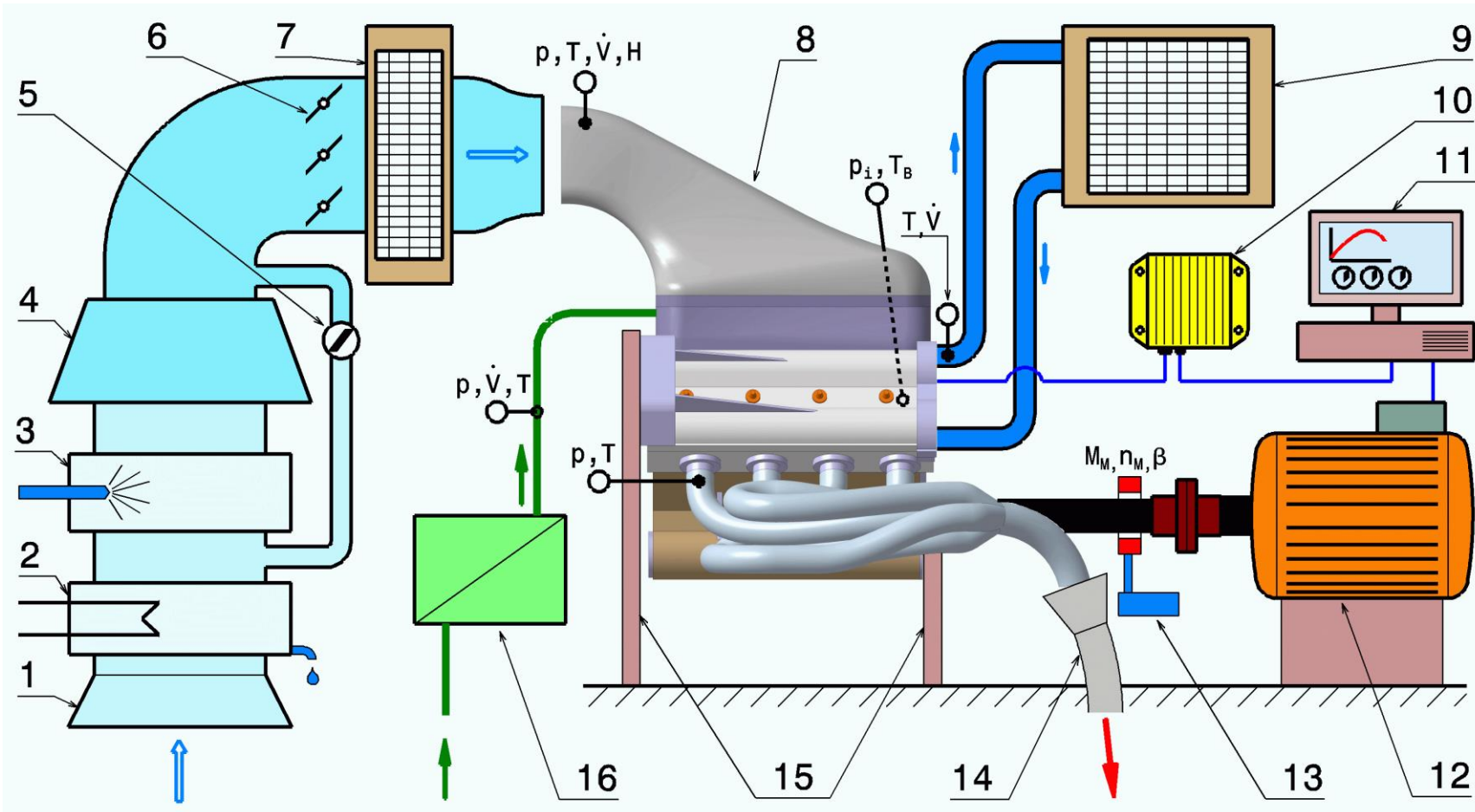
โปรแกรมจำลองแบตเตอรี่

- อินตรายจากไฟไหม้โดยใช้แบตเตอรี่ก่อนการผลิตแบบอนุกรมในห้อง
- ระบบที่แตกต่างกันสำหรับ HV และเลเวลที่จำเป็น (GND ทั่วไป)
- การทดสอบที่อุณหภูมิ SOC, SOH และแบตเตอรี่ที่กำหนดไว้



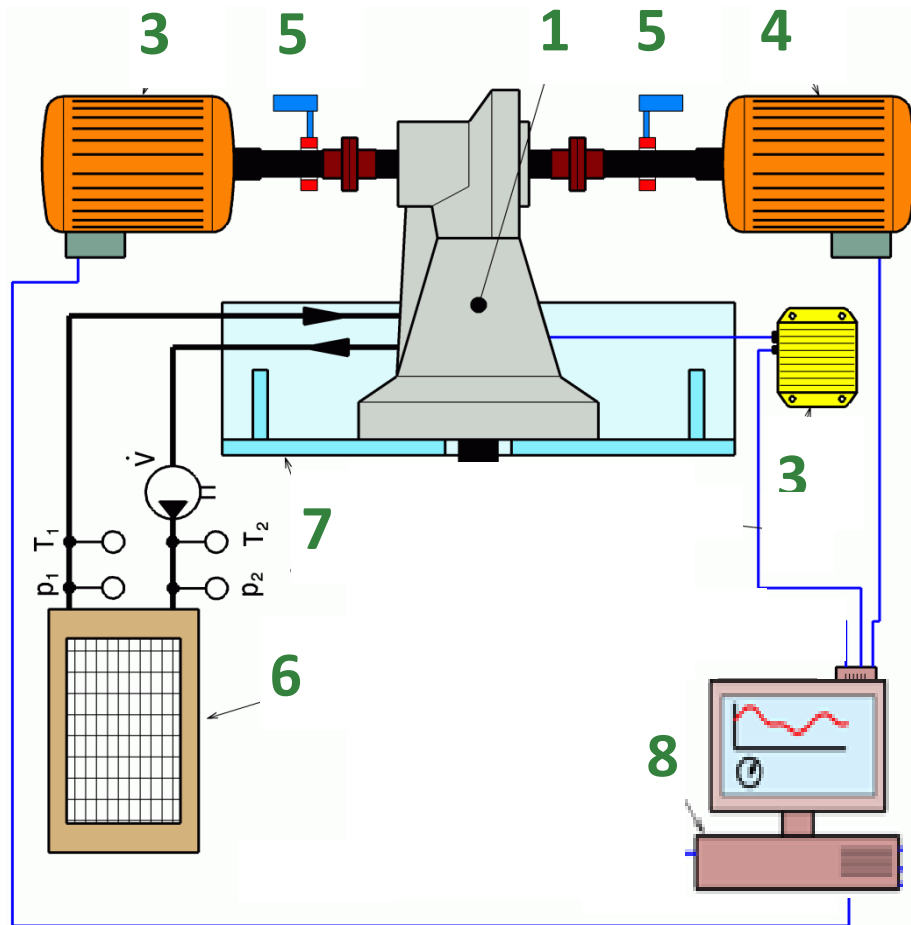
[Dr. K. Reisinger [2020]]

แท่นทดสอบเครื่องยนต์ ICE



- 1.. เครื่องปรับอากาศ 7 เครื่อง
- 8 เครื่องยนต์
- 9 การปรับสภาพน้ำหล่อเย็น
- 10 ICE-ECU**
- 11 ระบบควบคุมแท่นชุดเจาะ
- 12 el. machine
- 13 แรงบิด + การวัดความเร็ว
- 14 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย
- 15 แท่นชุดเจาะ
- 16 การปรับสภาพน้ำมันเชื้อเพลิง

เค้าโครง 2 - M - สำหรับกล่องเกียร์



- automated/manual transmission gearbox
- single speed gearbox (for E-Drive)
- Efficiency

1 หน่วยภายใต้การทดสอบ (UUT) = กล่องเกียร์

2 ECU ของกระปุกเกียร์ (opt.)

3 el. เครื่อง (ควบคุมแรงบิด)

4 เครื่อง (ควบคุมความเร็ว)

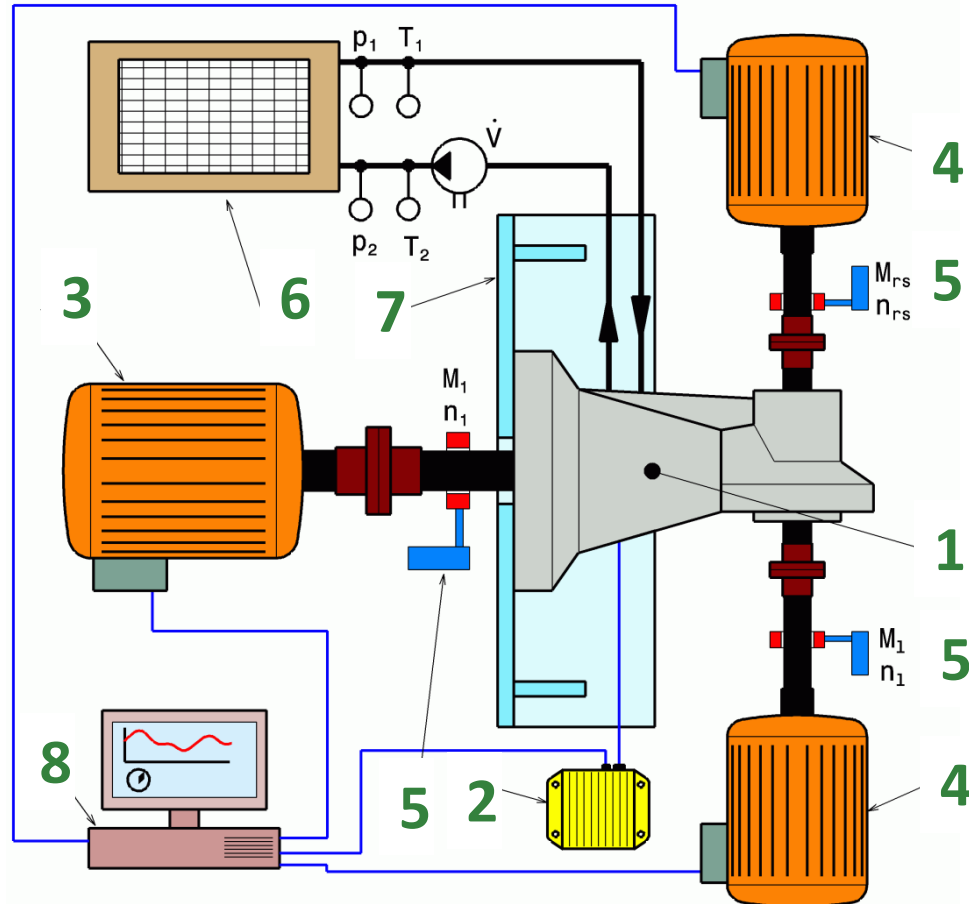
5 แรงบิด + การวัดความเร็ว

6 หน่วยปรับสภาพสำหรับน้ำมันและ / หรือของเหลวหล่อเย็น

7 แท่นชุดเจาะ

8 ระบบควบคุมแท่นชุดเจาะ

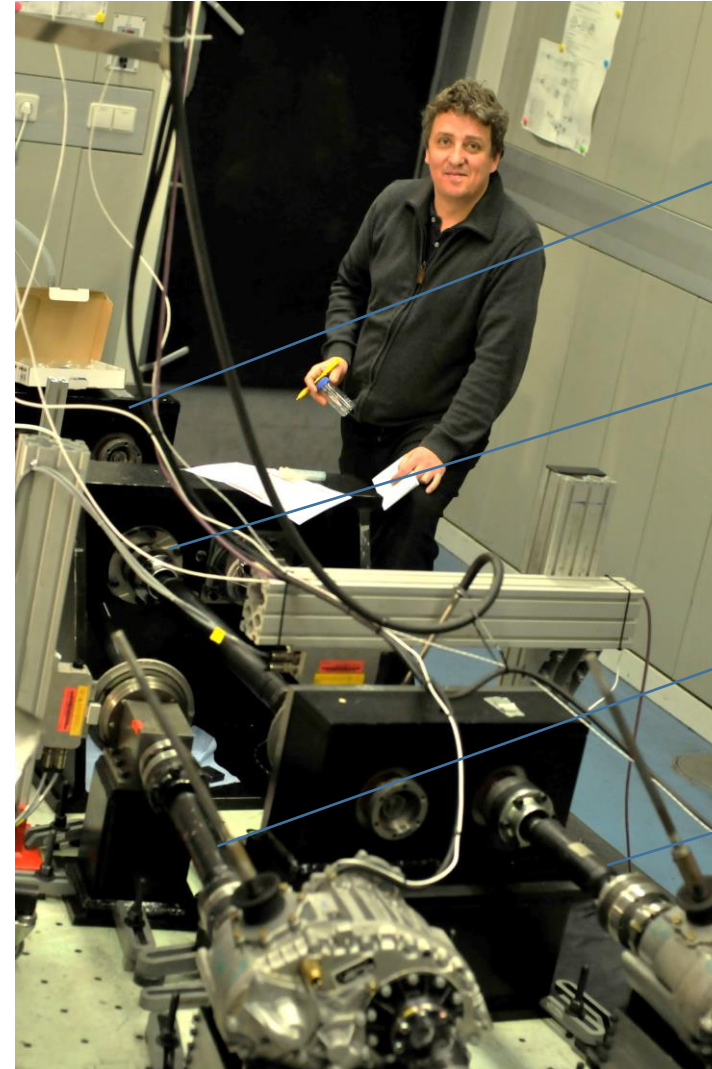
เค้าโครง 3-M – สำหรับกระปุกเกียร์ขับเคลื่อนเพลา



- Axle drive gearbox
 - AWD centre differential gearbox
- 1 หน่วยภายใต้การทดสอบ (UUT)
 - 2 ECU ของ UUT (opt)
 - 3 el. เครื่อง (เช่นการควบคุมแรงบิด)
 - 4 เครื่อง el. 2x (เช่นการควบคุมความเร็ว)
 - 5 แรงบิด + การวัดความเร็ว
 - 6 หน่วยปรับสภาพสำหรับน้ำมันและของเหลวหล่อเย็น
 - 7 แท่นชุดเจาะ
 - 8 ระบบควบคุมแท่นชุดเจาะ

แท่นทดสอบการส่ง 3-M

- การจัดเรียงสำหรับกระปุกเกียร์เฟืองท้ายตรงกลาง
- 1 .. เพลาอินพุต
- 2 .. เพลาส่งออกด้านหน้า
- 3 .. มี่
- 4 .. เพลาส่งออกด้านหลัง
-



4

3

1

2



การทดสอบระบบขับเคลื่อนยานพาหนะ

ประโยชน์: เพื่ออินเทอร์เน็ตเฟสที่เรียบง่าย



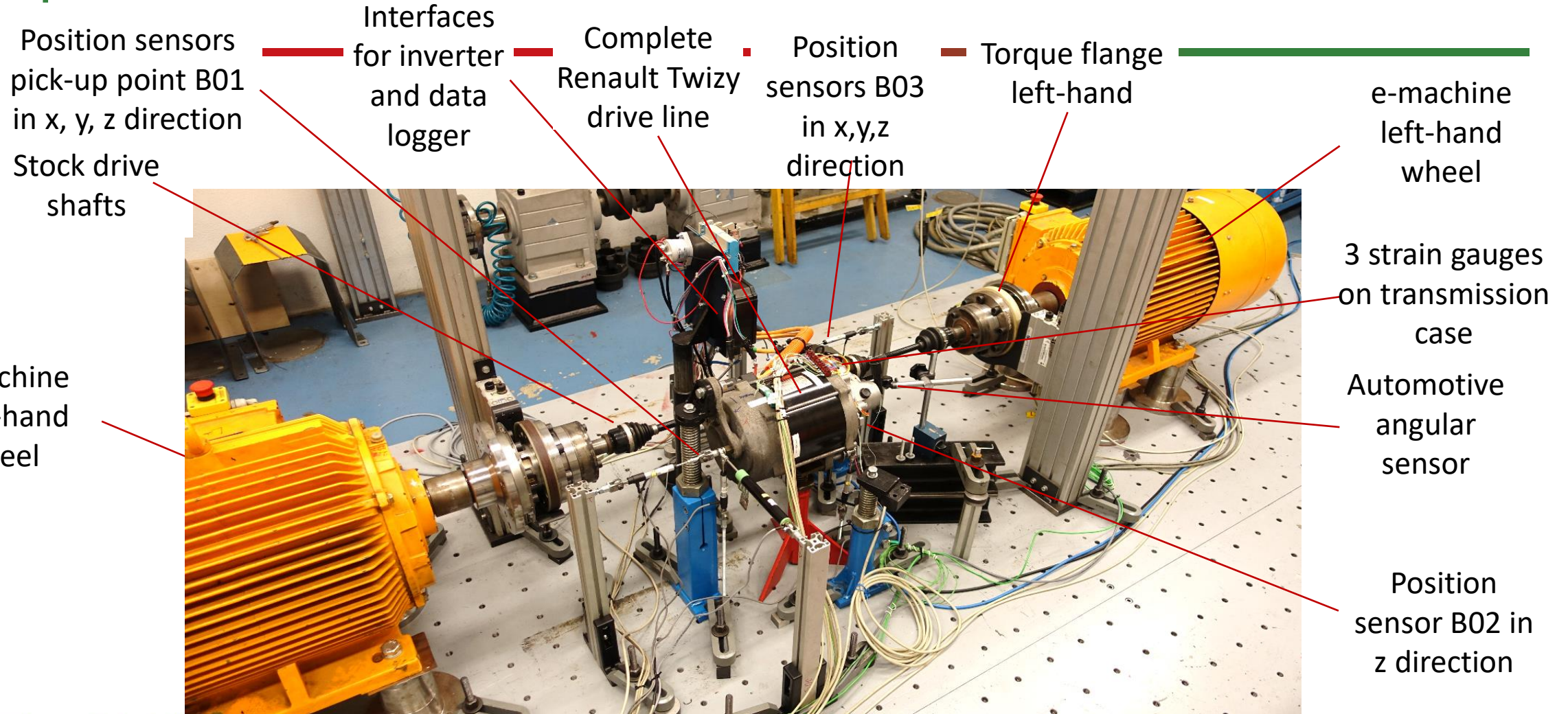
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

see also <https://www.avl.com/racing>
[<https://www.avl.com/de/-/vehicle-in-the-loop-test-system>]

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

โมดูลขับเคลื่อนด้านหลังที่ทดสอบ

จุดประสงค์: 6 DOF การเคลื่อนที่ของหน่วยเนื่องจากแรงบิด





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

การสูญเสียการหมุนและพลังงาน

K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

คำอธิบายประสิทธิภาพ

วิธีการง่าย ๆ

$$P_{out} = \eta \cdot P_{in}$$

- ไม่มีโหลดไม่มีการสูญเสีย.
- เรามี "Spin Loss" เช่นกันเมื่อถ่ายโอนพลังงานไม่ มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับพลังงานสูงสุด.
- วิธีการที่มีประสิทธิภาพนั้น เพียงพอที่พลังงานสูง เมื่อการสูญเสียที่ไม่ขึ้นอยู่กับโหลดมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับการสูญเสียที่ขึ้นอยู่กับโหลด.

P .. พลังงานที่อินเทอร์เฟซของระบบย่อย,

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$.. ประสิทธิภาพ,

M .. แรงบิดที่ถ่ายโอน,

n ... ความเร็ว, T.. อุณหภูมิ

ปัญหา.

- WLTC มีเฟสพลังงานต่ำมากมาย การสูญเสียคงที่เล็กน้อย กลายเป็นสิ่งสำคัญ.
- พวกเขาอยู่ในจุดสนใจของการพัฒนาระบบขับเคลื่อนในปัจจุบัน.

วิธีการแก้ปัญหานั้นแน่นอน

$$P_{Loss} = f(M, n, T),$$

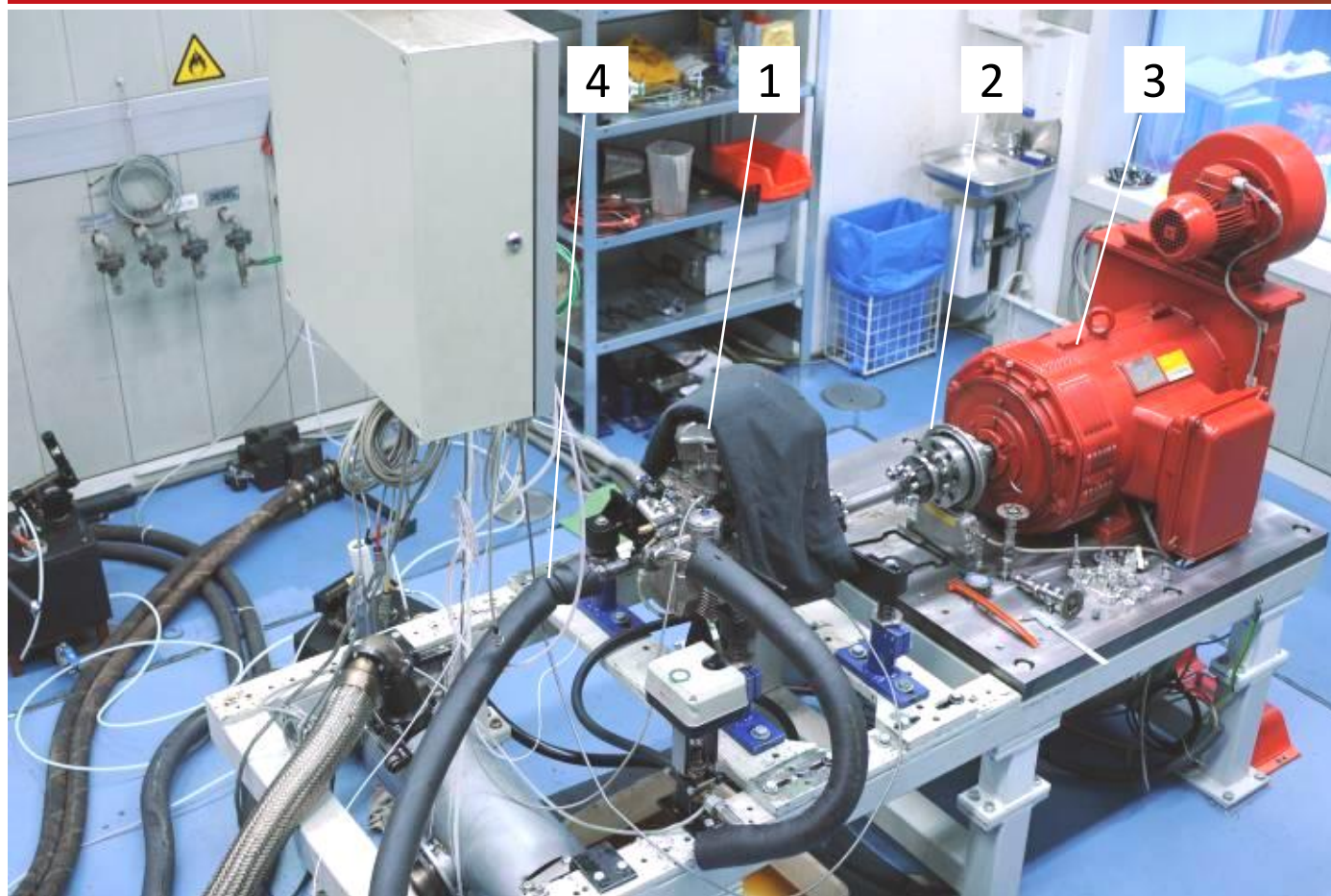
$$P_{out} = P_{in} - P_{Loss}$$

วิธีการ: การสูญเสียการหมุน

$$P_{Loss} = f_1(n, T) + f_2(M)$$

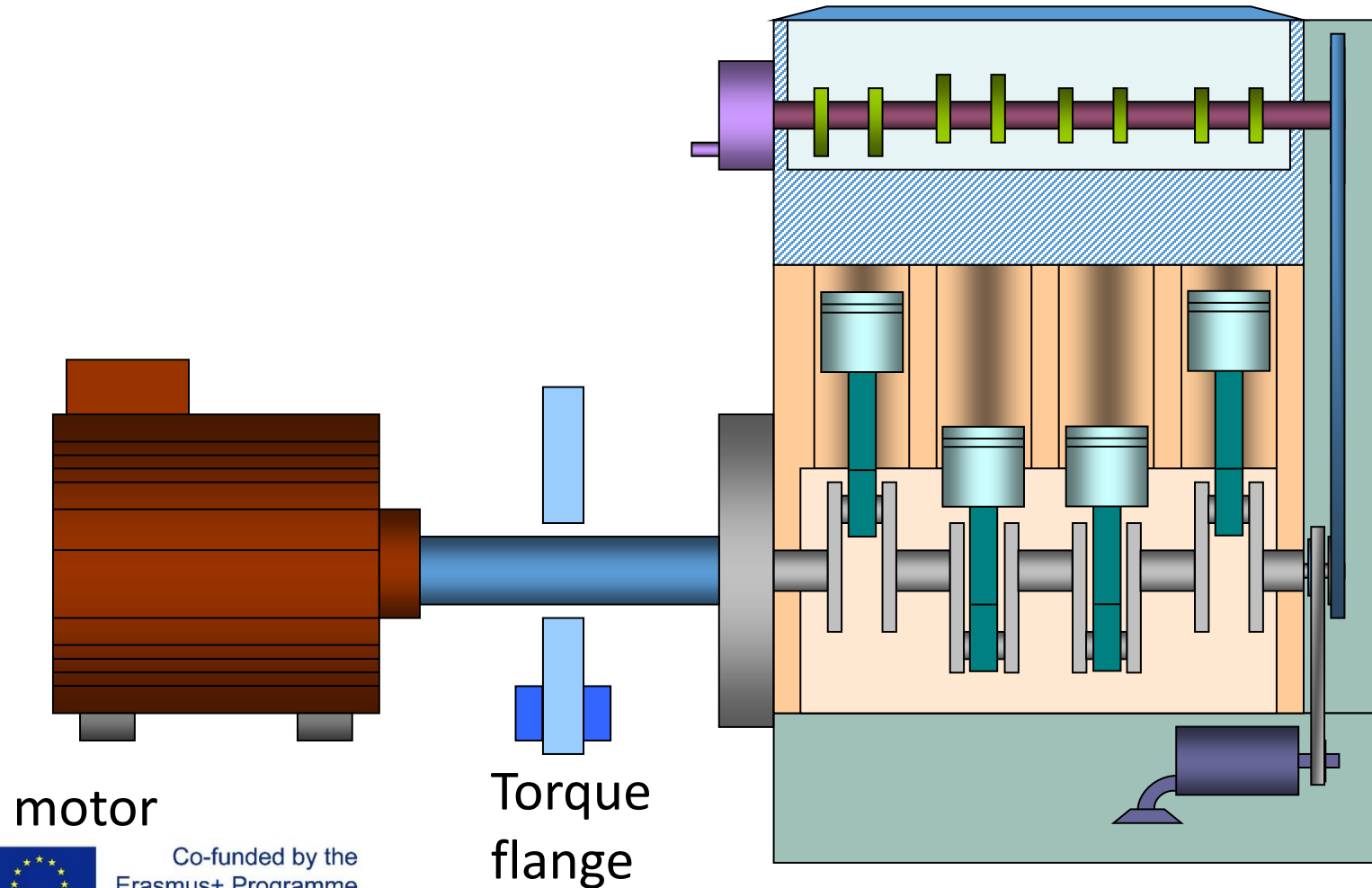
$$= f_1(n, T) + (1 - \eta) \cdot P_{in}$$

การวัดการสูญเสียการหมุน



- 1 อุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างการทดสอบ
กระปุกเกียร์
- 2 อุปกรณ์วัดแรงบิดที่ละเอียด
(2-10 Nm at gearboxes)
- 3 มอเตอร์ทดสอบ
(speed control)
- 4 การปรับสภาพน้ำมันหล่อลื่น
และ อุณหภูมิอากาศที่อยู่รอบๆ

สาเหตุ — ผลกระทบ — การวิเคราะห์ การทดสอบสตริปดาวน



Strip-down method

motor

Torque
flange

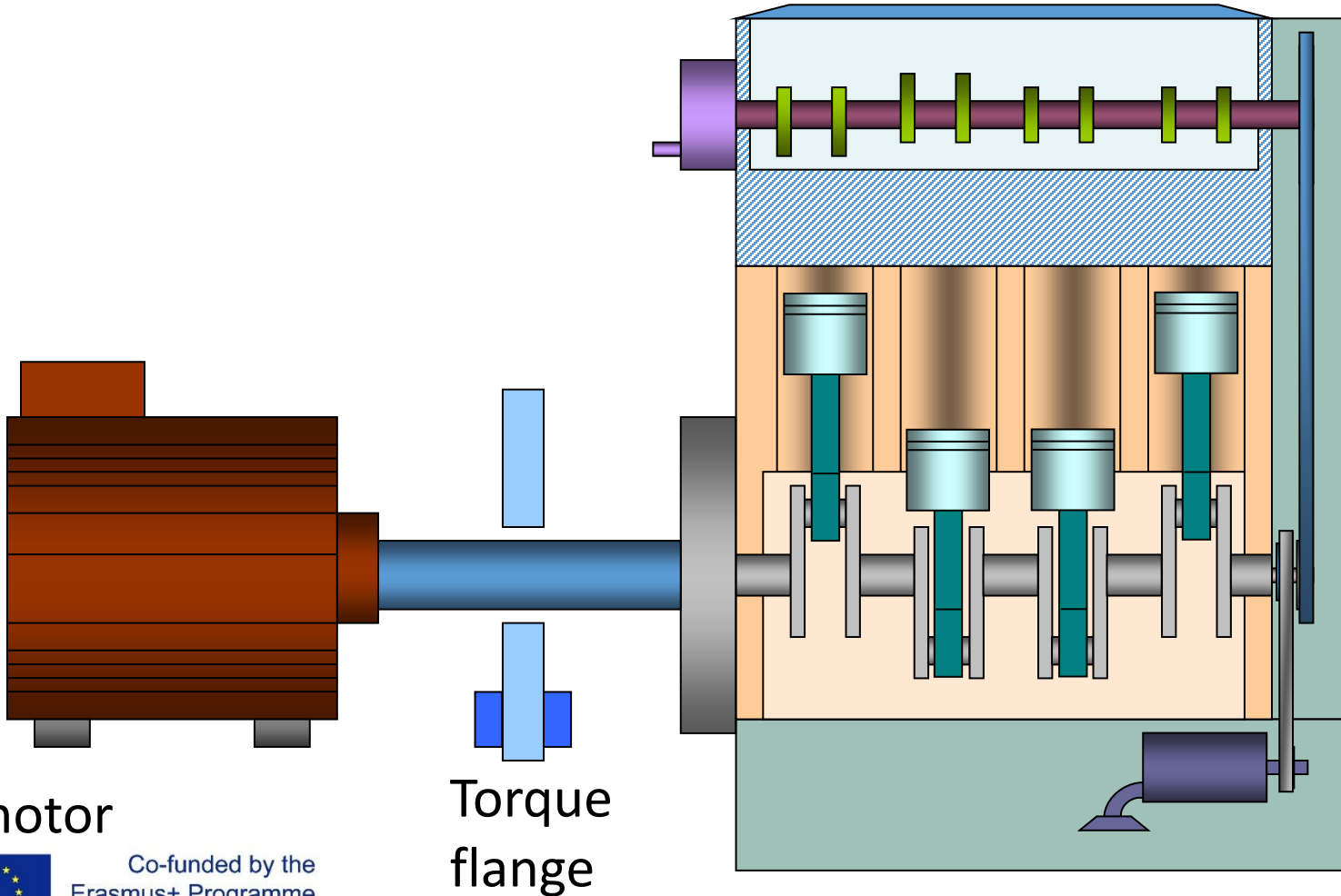


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

[M. Trzesniowski]

สาเหตุ — ผลกระทบ — การวิเคราะห์

การทดสอบสตริปดาว์น 2



motor

Torque
flange

[M. Trzesniowski]

มุ่งเน้นไปที่

- สถานะอุณหภูมิที่ทำซ้ำได้
 - กล้อง + เครื่องทำความร้อน/เย็น
 - การปรับสภาพของของเหลวทั้งหมด.
- การวัดแรงบิดที่แม่นยำและทำซ้ำได้
 - ออฟเซต-ดริฟท์
 - ปรับการสั่นสะเทือนของแรงบิดให้เรียบหลีกเลี่ยง!
- อิทธิพลของการประกอบที่ทำซ้ำได้

ผลการทดสอบการสูญเสียการหมุน

1. Test matrix

Engine: XYZ

Filename \ Part	Crankshaft	Pistons & conrods	Oil pump	Cylinder head / valvetrain	Vacuum pump	Alternator	Power steering pump	A/C pulley	Idler pulley and tensioner	Oil level (l)	Oil temp (°C)	Valve lift (mm)
-----000001	●	●	●	●	●					4	90°	9.6
-----000002	●	●	●	●	●					3	35	9.6
-----000003	●	●	●	●	●					3	90	9.6
-----J-000004	●	●	●	●	●					4	90	9.6
-----7-000005	●	●	●	●	●					2	90	9.6
-----000006	●	●	●	●	●					1	90	9.6
-----000007	●	●	●	●	●					3	120	9.6
-----000008	●	●	●	●	●					3	140	9.6
-----000009	●	●	○		○					1	90	
-----J-000010	●	●	○		○					2	90	
-----J-000011	●	●	○		○					3	90	
-----J-000012	●	●	○		○					4	90	
-----000013	●	●			○					1	35	

- อาร์เรย์ของการทดสอบ
- แรงบิด / การสูญเสียพลังงานในแต่ละสถานะ
- ความแตกต่างระหว่างสองสถานะ แอสเซมบลีคือการมีส่วนร่วมของส่วนประกอบ

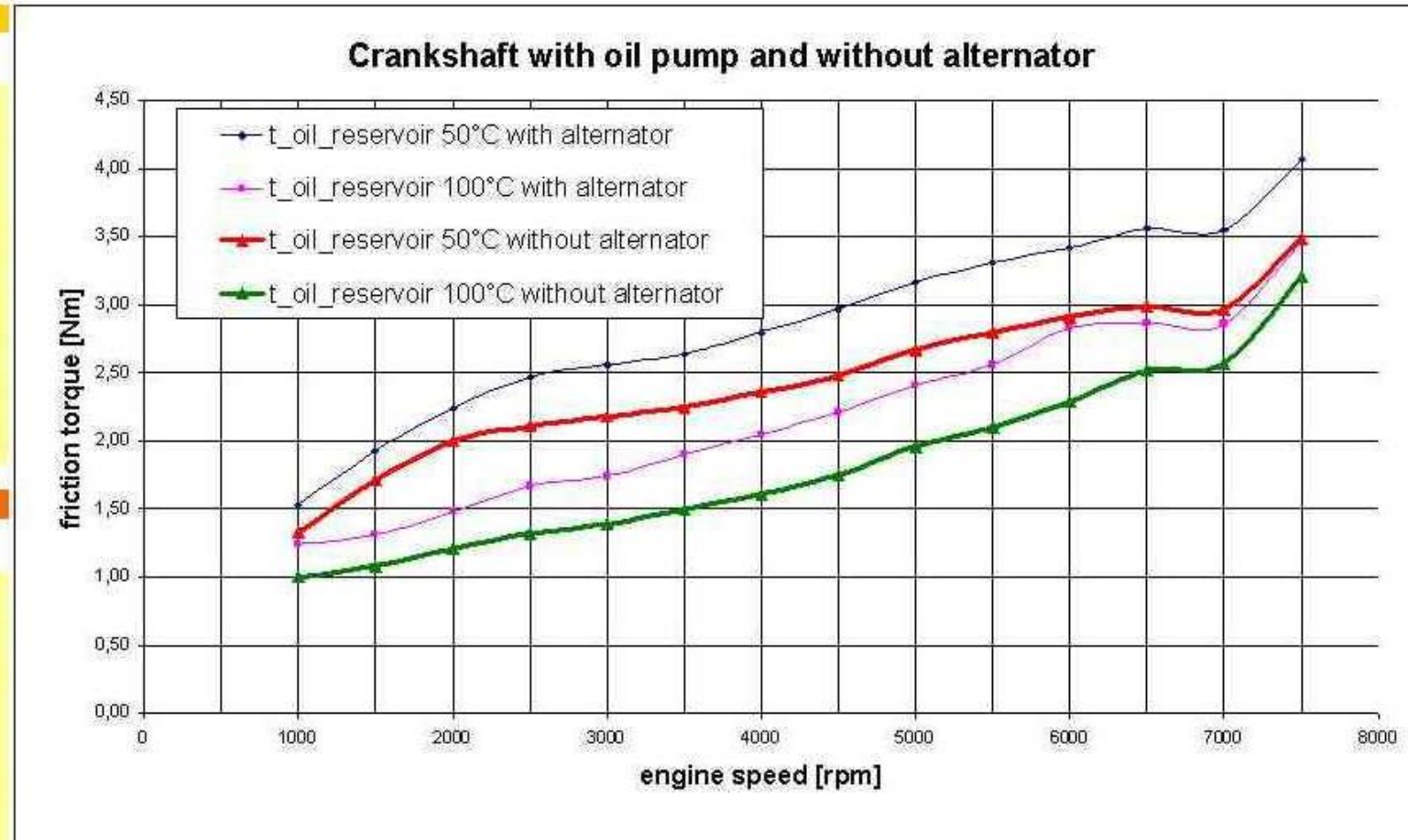
แต่จำไว้ว่า: ความสูญเสียคือ $P(n, T)$

→ การทดสอบอัตโนมัติ
ขั้นตอนเป็นสิ่งที่จำเป็น

Losses of an ICE at an assembly state

t_oil_reservoir 50°C		
n	Md	Md
1000	1,53	1,33
1500	1,93	1,71
2000	2,24	2,00
2500	2,47	2,11
3000	2,56	2,18
3500	2,64	2,25
4000	2,80	2,36
4500	2,97	2,48
5000	3,17	2,67
5500	3,31	2,80
6000	3,42	2,91
6500	3,56	2,99
7000	3,55	2,97
7500	4,07	3,49

t_oil_reservoir 100°C		
n	Md	Md
1000	1,24	1
1500	1,31	1,08
2000	1,48	1,21
2500	1,67	1,32
3000	1,74	1,39
3500	1,9	1,5
4000	2,05	1,61
4500	2,21	1,75
5000	2,41	1,96
5500	2,56	2,1
6000	2,83	2,29
6500	2,87	2,52
7000	2,86	2,57
7500	3,47	3,21



Md Crankshaft with oil pump and alternator
Md Crankshaft with oil pump and without alternator

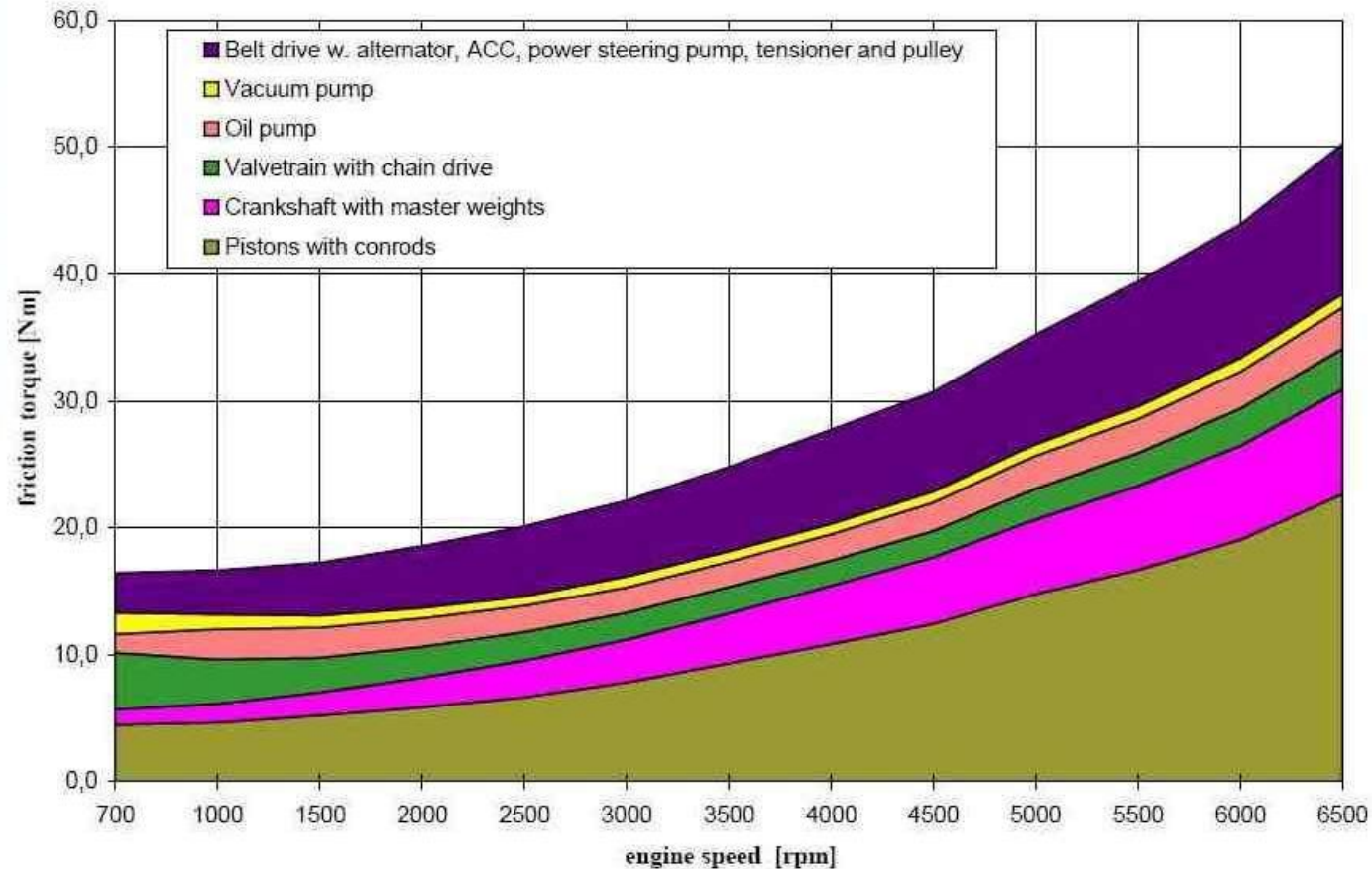


การสูญเสียของ ICE

n.KW U/min	Md Nm	Md Nm	Md Nm
	Vacuum pump	Pistons with conrods	Crankshaft with master weights
700	1,7	4,5	1,2
1000	1,2	4,6	1,5
1500	1,0	5,2	1,9
2000	0,9	5,9	2,3
2500	0,8	6,6	2,9
3000	0,8	7,8	3,4
3500	0,8	9,3	3,9
4000	0,8	10,8	4,6
4500	0,8	12,4	5,2
5000	0,9	14,8	6,6
5500	1,0	16,7	6,6
6000	1,1	19,1	7,4
6500	1,1	22,6	8,3

n.KW U/min	Md Nm	Md Nm	Md Nm
	Valvetrain with chain drive	Oil pump	Belt drive w. alternator, ACC, power steering pump, tensioner
700	4,5	1,5	3,2
1000	3,5	2,4	3,5
1500	2,7	2,4	4,2
2000	2,4	2,3	4,9
2500	2,3	2,1	5,5
3000	2,2	2,0	6,0
3500	2,1	2,0	6,7
4000	2,0	2,1	7,4
4500	2,1	2,3	7,9
5000	2,4	2,6	8,7
5500	2,6	2,7	9,9
6000	2,9	2,9	10,6
6500	3,2	3,3	11,8

Apportion of friction losses



ตัวอย่าง: แรงบิด แรงเสียดทานรวมที่ระดับน้ำมัน 90°C และ 0.5 ลิตรที่ 3.0l 6 สูบ มอเตอร์ SI



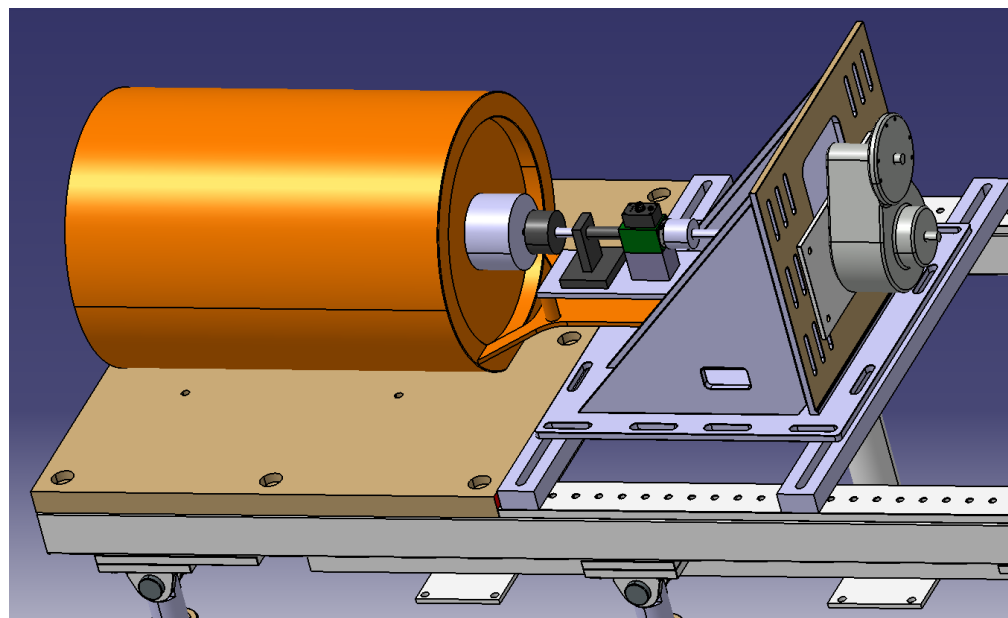
แรงเสียดทานในกระปุกเกียร์

สำคัญที่สุด ที่ความเร็วปานกลาง

- ตลับลูกปืนที่โหลดไว้ล่วงหน้า
- ซีลเพลา
- บันป่วน

ด้วยความเร็วสูง (> 20.000 RPM)

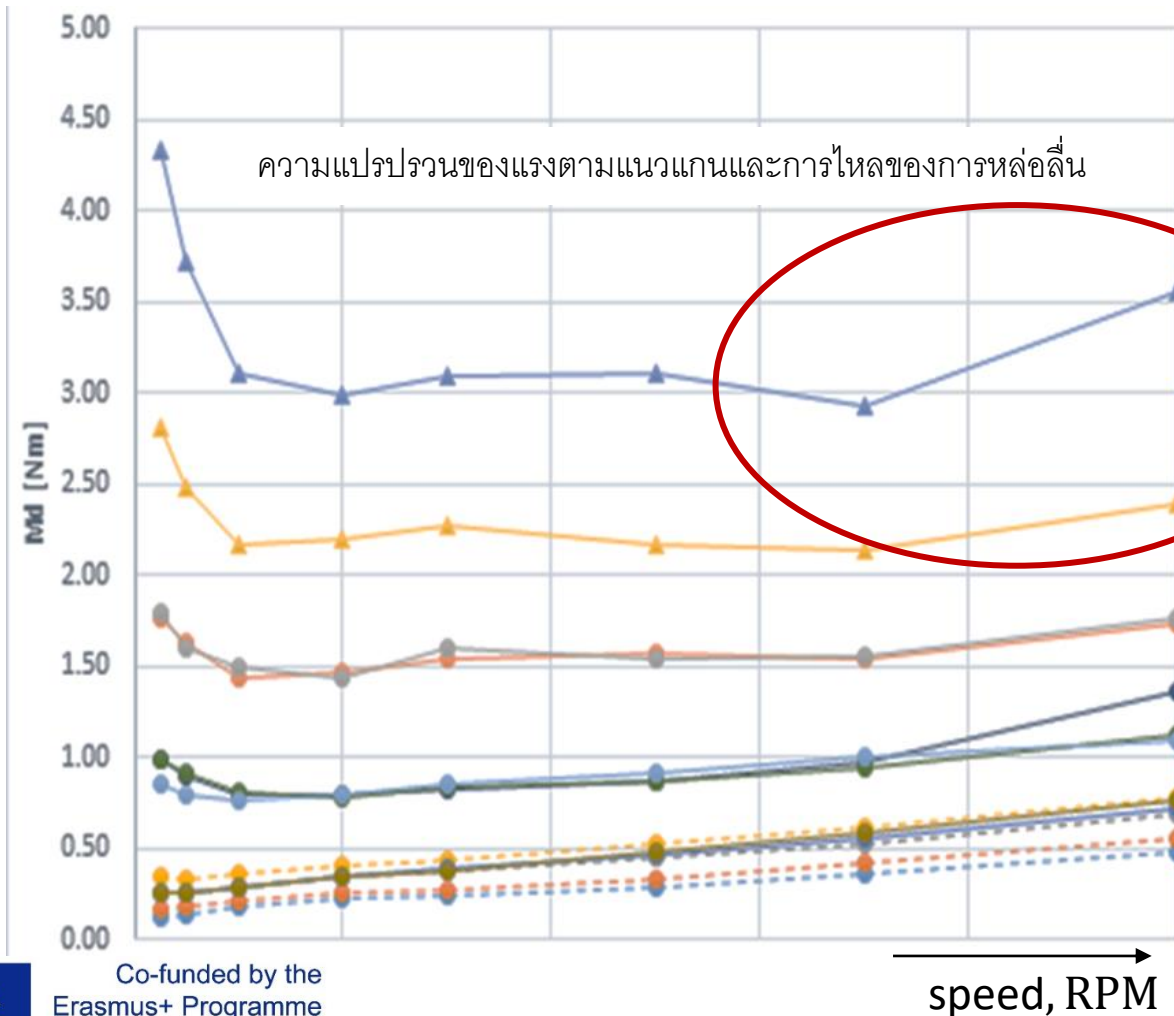
- แบร็งและการหล่อลื่น



Test Setup for Gearbox Spin Loss Tests (Housing for temperature conditioning removed)

[K. Laber, 2018]

ตัวอย่าง: การสูญเสียตลับลูกปืนเม็ดเข้มตามแนวแกน 2 อันที่ 80 °C



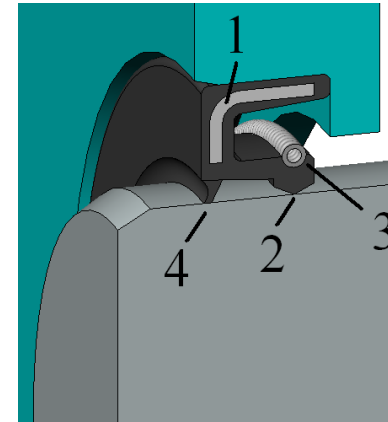
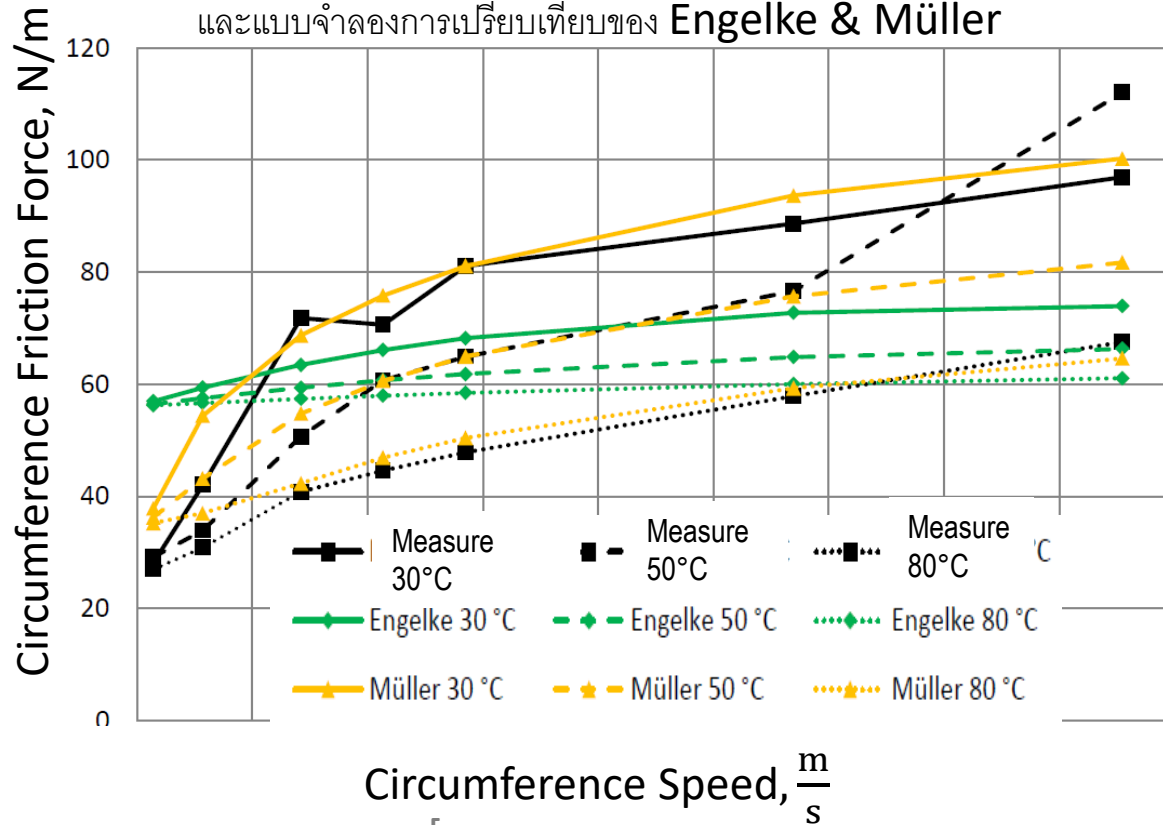
- P_{loss} KW เพิ่มขึ้น
- $M_{Loss} = f(F_{ax}, n, T, Lub.)$

อินพุตพลังงานสูง
ยากที่จะมีคุณสมบัติสถานะคงที่

ตัวอย่าง ซีลเพลาเรเดียล

ผลลัพธ์สำหรับอุณหภูมิที่อยู่ที่แตกต่างกัน

และแบบจำลองการเปรียบเทียบของ Engelke & Müller



- 1 .. steel brace
- 2 .. sealing lip
- 3 .. spring
- 4 .. dust lip

[<https://de.wikipedia.org/wiki/Wellendichtring>]

- การสูญเสียเป็นสิ่งสำคัญ
- ขึ้นอยู่กับความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นที่ริมฝีปากปิดผนึก
 - ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ริมปากปิดผนึก
 - ขึ้นอยู่กับการนำความร้อน
 - ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของขั้นตอนการทดสอบ

[Hofer S.: Reibmoment von Radialwellendichtringen, Bachelors Thesis, FHJ 2017]

[ENGELKE, Tobias: Einfluss der Elastomer-Schmierstoff-Kombination auf das Betriebsverhalten von Radialwellendichtringen. Hannover, Gottfried Wilhelm Leibniz Univ., Diss., 2011]

[MÜLLER, Heinz Konrad: Abdichtung bewegter Maschinenteile : Funktion, Gestaltung, Berechnung, Anwendung. Waiblingen : Medienverlag Müller, 1990]

การเชื่อมต่อกับโครงการของนักเรียน

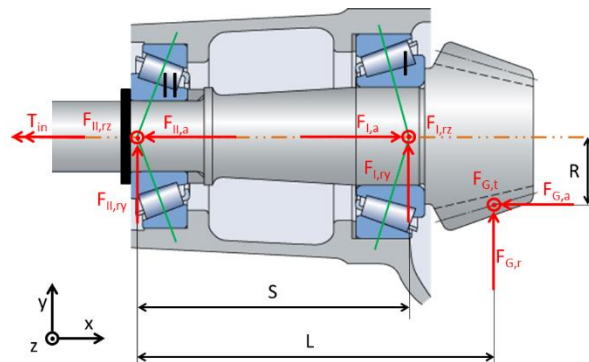
"โครงการวิศวกรรม" – ประสิทธิภาพของกระปุกเกียร์

Objectives

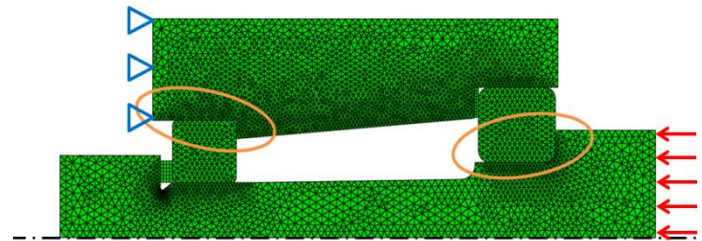
- ประเมินการการสูญเสียสำหรับรอบการขับขึ้น
- เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้

Tasks

- กำหนดโหลดไปยังส่วนประกอบ
- ประเมินการการสูญเสีย
- นำหนักพวกเขาในรอบการขับขึ้น.

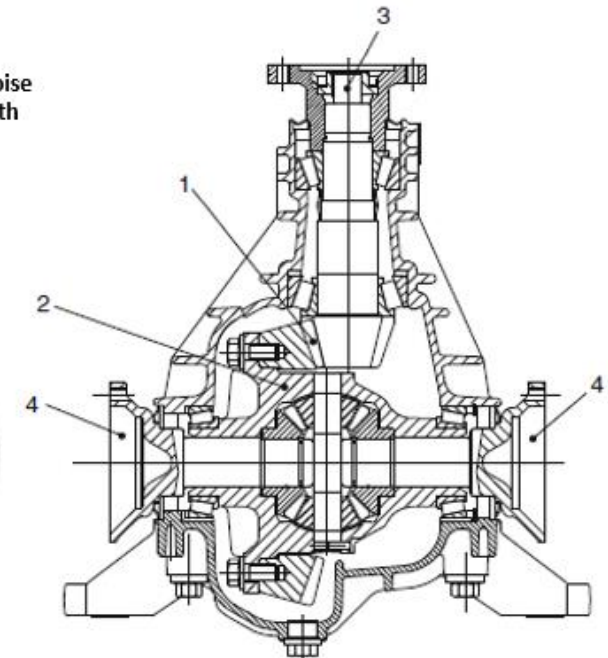


Loads at gears



FEM-Model to determine bearing pre load

- 1 Bevel gear set with noise optimized Hypoid teeth
- 2 Differential
- 3 Input
- 4 Output

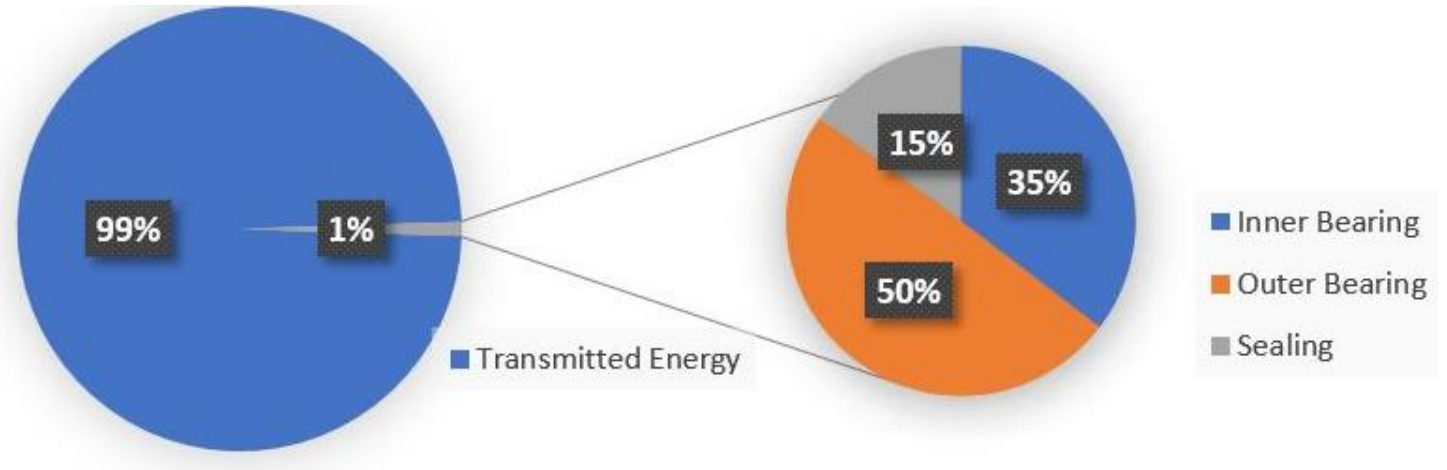
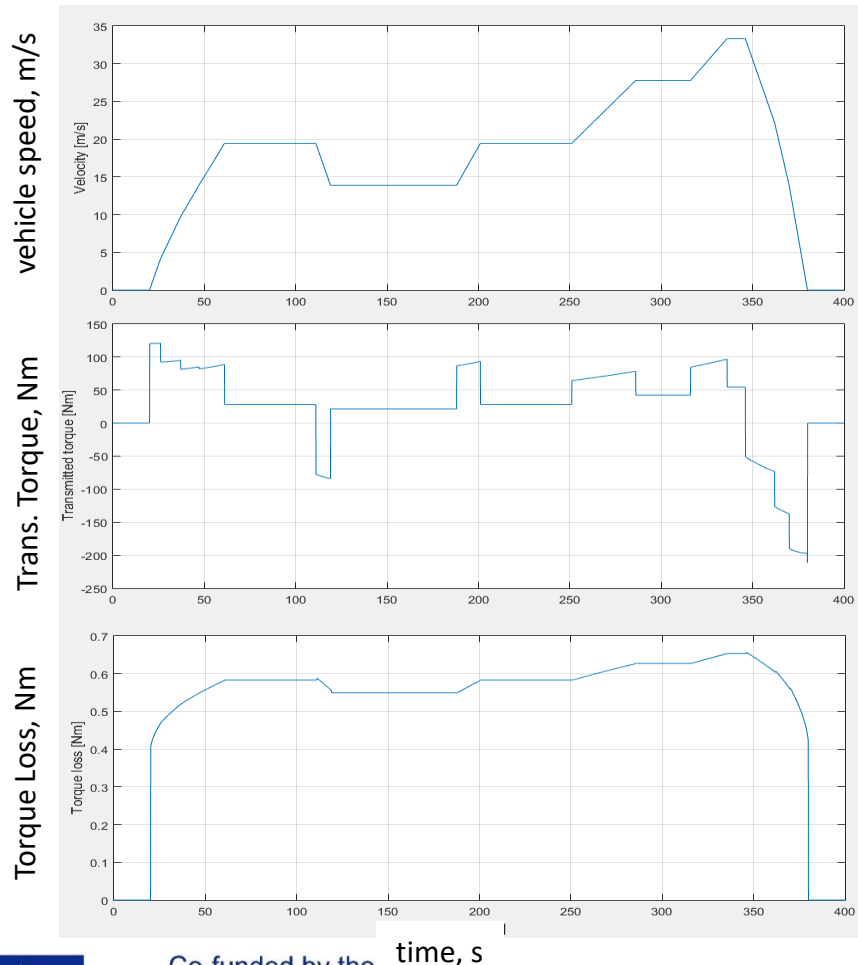


Rear differential gear box

[Platzer P., Raffelsberger C., Steinhäusler P.: Engineering Project Thesis, Poster at A3PS Conference, Vienna 2017]

การเชื่อมต่อกับโครงการของนักเรียน

"โครงการวิศวกรรม" – ประสิทธิภาพของกระปุกเกียร์



[Platzer P., Raffelsberger C., Steinhäusler P.:
Engineering Project Thesis, Poster at A3PS
Conference, Vienna 2017]



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

ประสิทธิภาพ

K. Reisinger

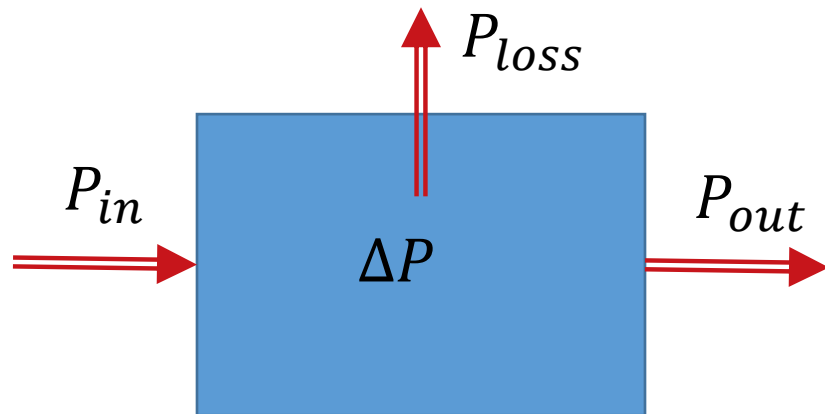


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

วิธีหาความแตกต่างของกำลัง

การสูญเสียพลังงานจากความพยายามด้านพลังงานและผลประโยชน์ด้านพลังงาน



P_{in} .. power effort

P_{out} .. power benefit

ΔP .. power stored in E_{kin}, E_{pot}, \dots

P_{loss} .. losses (typ. thermal)

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out} - \Delta P$$

Steady State $\Delta P = 0$

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$$

เช่น ไตรฟ์ไฟฟ้า

Efficiency $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$, $\eta \cong 96\%$ ในความเร็วและแรงบิดที่กำหนด

$$P_{in} = 1\,000\text{ W}, P_{out} = 960\text{ W}$$

- Accuracy 0.5% at 2 kW, $\pm 1\%$ at 1 kW
- Measured

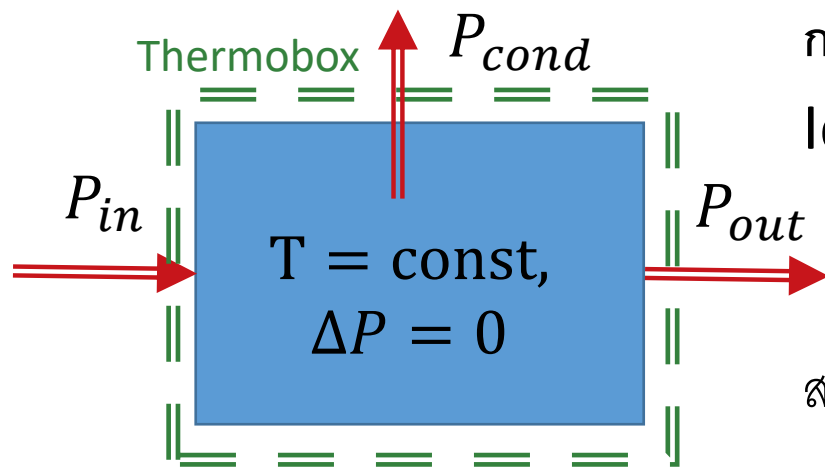
$$P_{in} = \begin{pmatrix} 1\,010 \\ 990 \end{pmatrix} \text{ W}, P_{out} = \begin{pmatrix} 970 \\ 950 \end{pmatrix} \text{ W}$$

$$P_{loss} = \begin{pmatrix} 60 \\ 20 \end{pmatrix} \text{ W} = 40 \pm 20 \text{ W} = 40 \text{ W} \pm 50\%$$

$$\eta = \begin{pmatrix} 0.98 \\ 0.94 \end{pmatrix}$$

- การวัดที่แม่นยำโดยเฉพาะที่พลังงานต่ำ
- พิจารณาพลังงานที่เก็บไว้ในระบบ

วิธีการวัดความร้อน



การสูญเสียพลังงานโดยใช้การไหลของความร้อนปรับอากาศ

Idea: การสูญเสียจะเปลี่ยนเป็นความร้อน

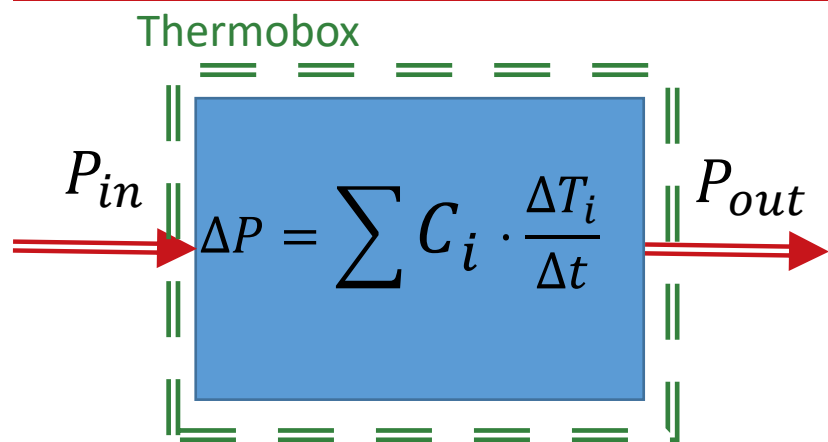
$$P_{cond} = P_{loss} = P_{in} - P_{out} - \Delta P$$

สถานะคงที่: $\Delta P = 0$

- การปรับสภาพน้ำมันกล่องเกียร์
 - การกระจายน้ำมันที่ผิดปกติ
- กระจุกเกียร์ใส่ในของเหลวหล่อเย็น
 - การกระจายอุณหภูมิที่ผิดปกติ

Homann/Eckstein, (ika RWTH Aachen): อิทธิพลสูงเกินไปของสถานะอุณหภูมิที่ผิดปกติ.

วิธีการวัดความร้อนแบบสั้น



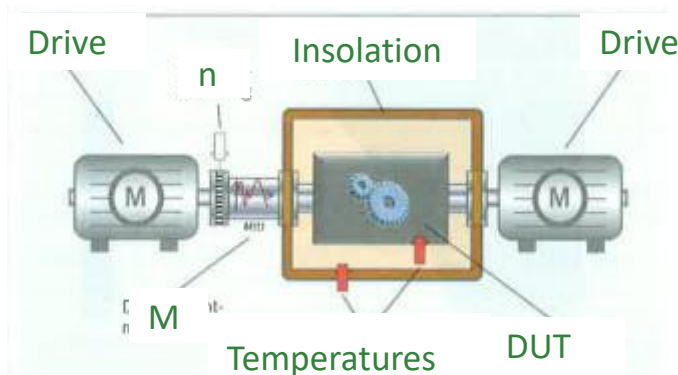
การสูญเสียพลังงานโดยใช้ความจุความร้อน

Idea: การสูญเสียจะถูกเปลี่ยนเป็นการอุ่นเครื่อง

Adiabatic Box:

$$P_{\text{cond}} = 0, P_{\text{in}} - P_{\text{out}} - \Delta P = 0$$

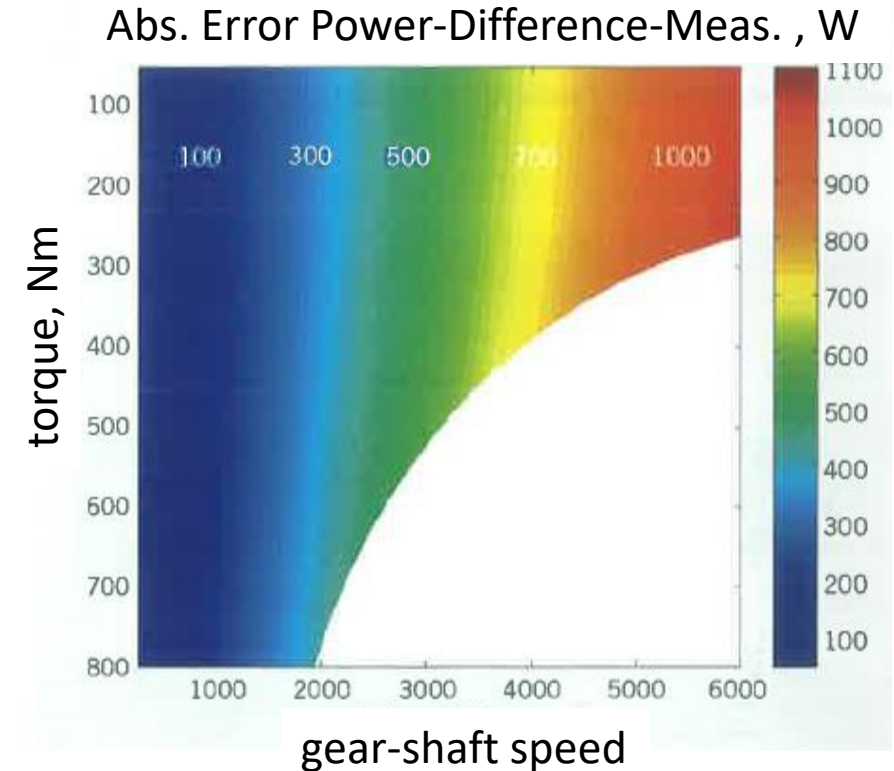
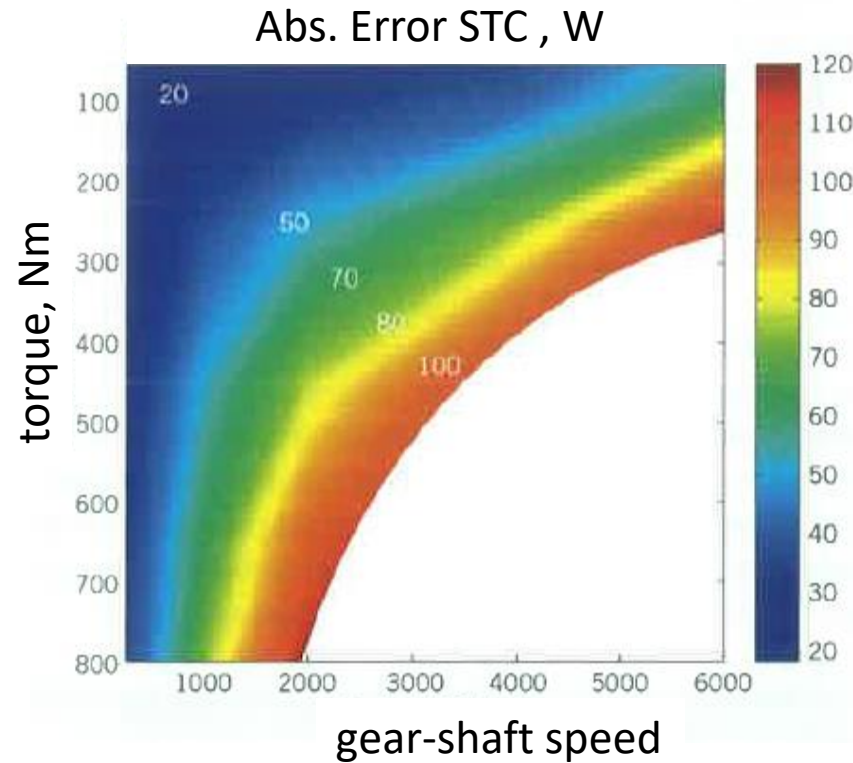
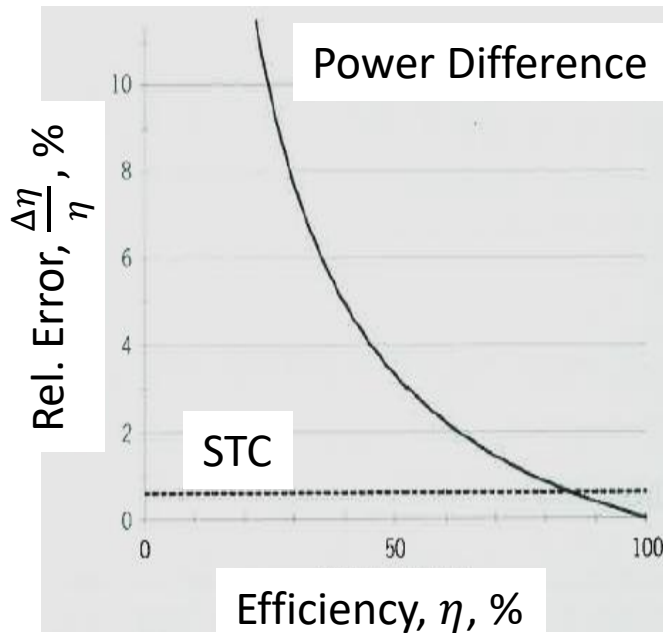
$$P_{\text{Loss}} = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \sum C_i \cdot \frac{\Delta T_i}{\Delta t}$$



- กำหนดความจุความร้อนของแต่ละส่วน.
- วัดอุณหภูมิ T_i
- กระบวนการทดสอบ
 - ความร้อนถึงอุณหภูมิสม่ำเสมอ
 - แรงความเร็วโดยแรงเครื่องทั้งสองแบบซิงโครนัส
 - สร้างแรงบิด
 - วัดความแตกต่างของเวลาและอุณหภูมิของชิ้นส่วนที่มีอุณหภูมิต่างกัน

[Homann J., Eckstein L.: Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgradbestimmung von Getrieben, ATZ 11/2014, 116. Jahrgang, P. 68-73]

วิธีการวัดความร้อนแบบสั้น (STC)



Homann/Eckstein say: good results, especially at low power

[Homann J., Eckstein L.: Kalorimetrisches Verfahren zur Wirkungsgradbestimmung von Getrieben, ATZ 11/2014, 116. Jahrgang, P. 68-73]



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

การวัดพลังงานไฟฟ้า

T. Lechner



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

• Motivation

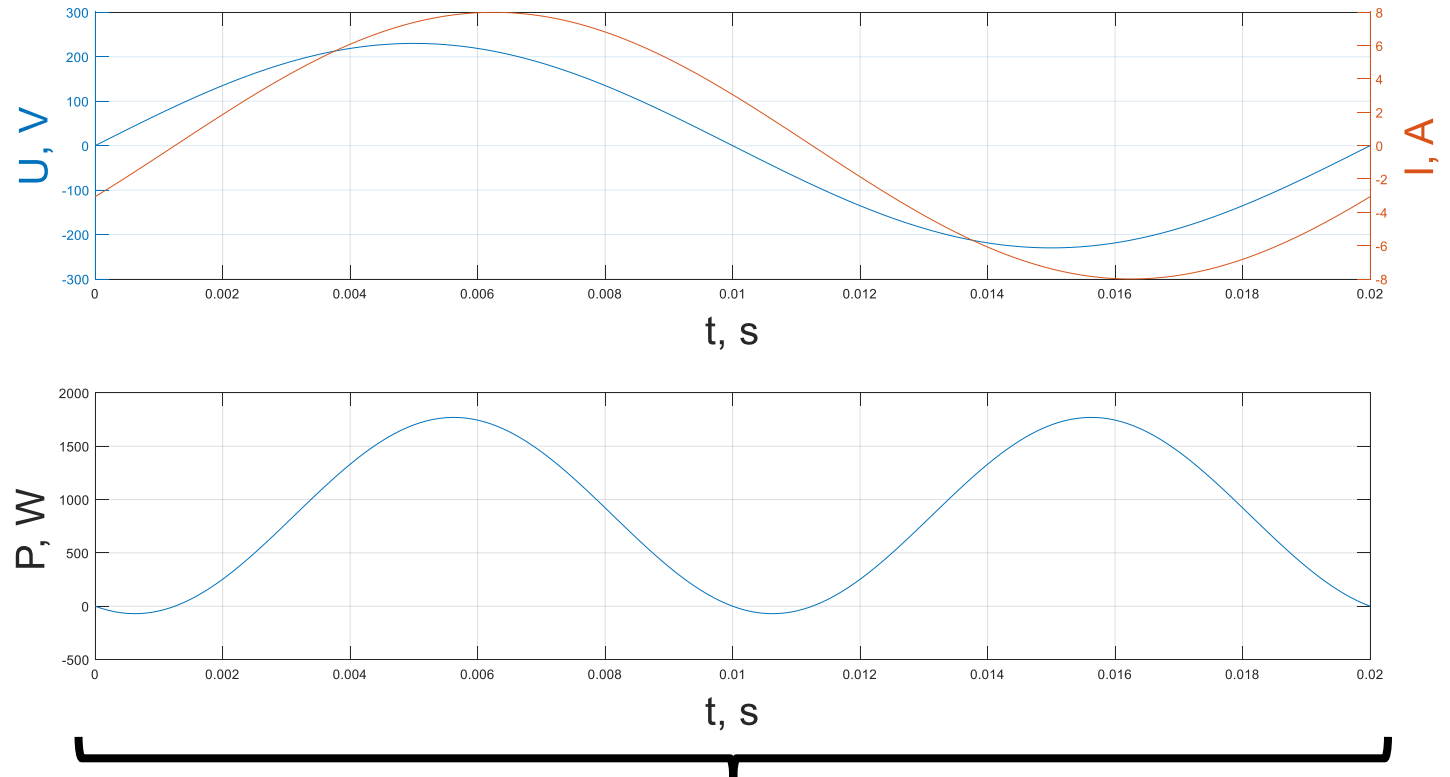
- สำหรับรถยนต์ที่มีเครื่องยนต์สันดาป สามารถวัดอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซไอเสีย
- ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเป็นตัววัดพลังงานที่ใช้
- เนื่องจากระบบส่งกำลังมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จึงต้องตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า
- ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวัดกำลังไฟฟ้าที่แม่นยำ
- สำหรับการพัฒนาระบบขับเคลื่อน จะต้องวัดประสิทธิภาพของส่วนประกอบที่ใช้แล้ว

การวัดพลังงานไฟฟ้า



• Introduction

- ง่ายต่อการวัดในกรณีของ:
 - เปลี่ยนกระแสตรงหรือแรงดันไฟฟ้า
 - สลับปริมาณที่มีรูปร่างไซน์ที่สมบูรณ์แบบ

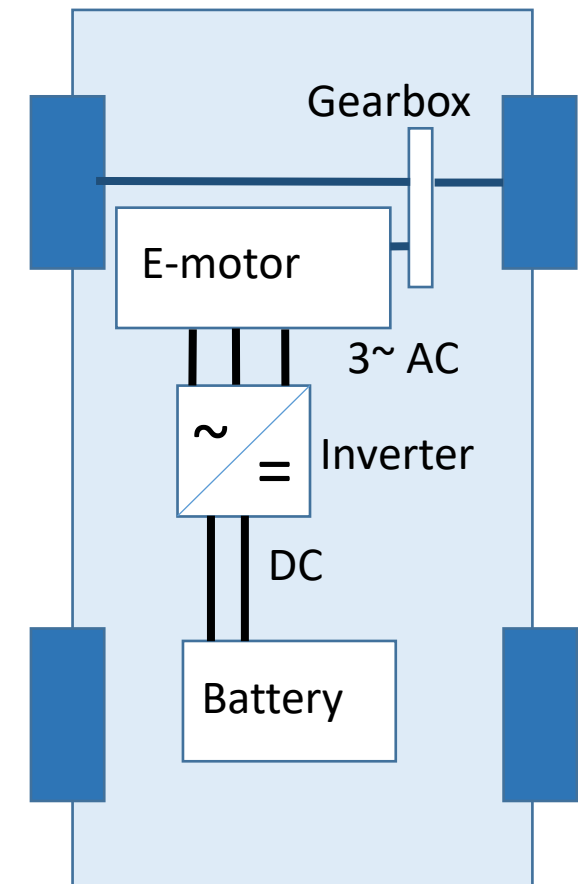


พลังที่แอกทีฟ รีแอกทีฟ ที่ชัดเจนนั้นทำได้ง่าย

คำนวณจากค่าที่มีประสิทธิภาพ

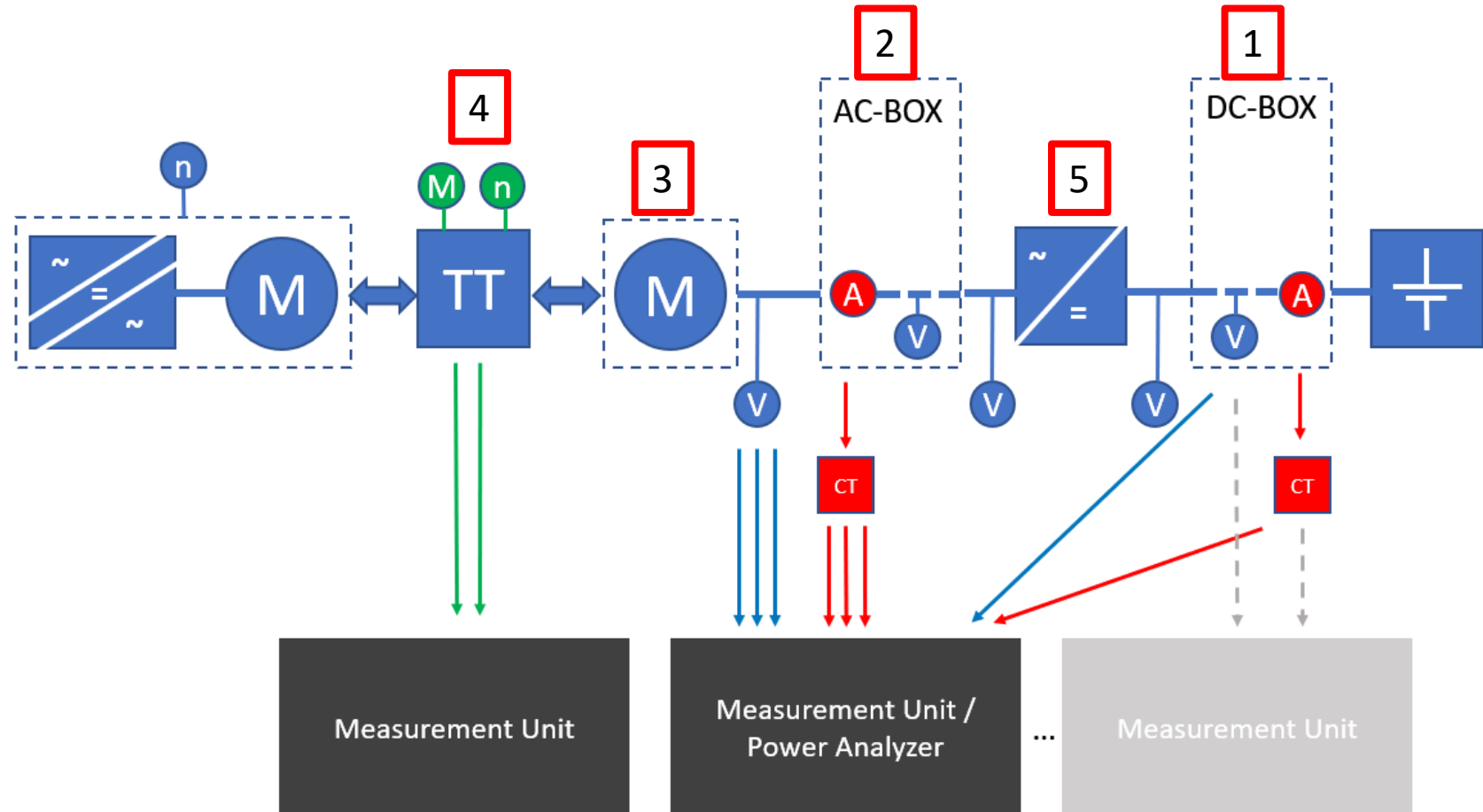
การวัดพลังงานไฟฟ้า

- สำหรับการพัฒนาระบบขับเคลื่อนและกำหนดประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์จะต้องวัดพลังงานของ DC และด้าน AC.
- Inverter:
 - ถ่ายโอนกระแสตรงเป็นกระแสสลับ 3 เฟส
 - เป้าหมายคือการสร้างกระแส เฟสไซน์ที่ 120 องศา
 - แรงดันไฟฟ้าพัลซึ่งสร้างสิ่งนี้ด้วยความช่วยเหลือของตัวเหนี่ยวนำของ E-motor
 - → แรงดันไฟฟ้าไม่ใช่ไซน์ กระแสเป็นเพียงไซน์สโดยประมาณเท่านั้น



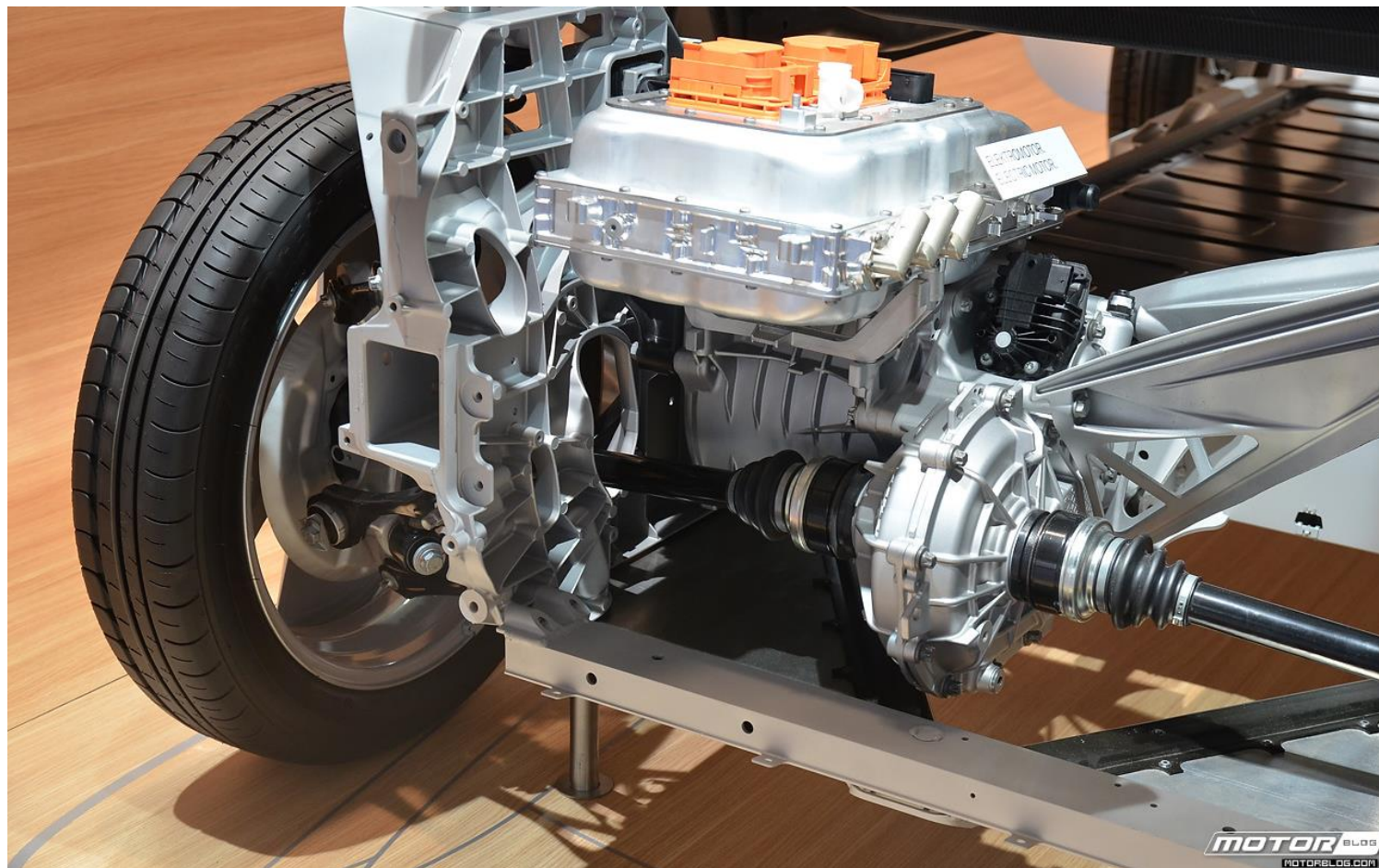
การกำหนดค่าการทดสอบ, [1]

- 1) กำลังไฟฟ้า กระแสตรง
- 2) กำลังไฟฟ้า กระแสสลับ
- 3) อิมพีแดนซ์
- 4) พลังงานกล
- 5) Inverter



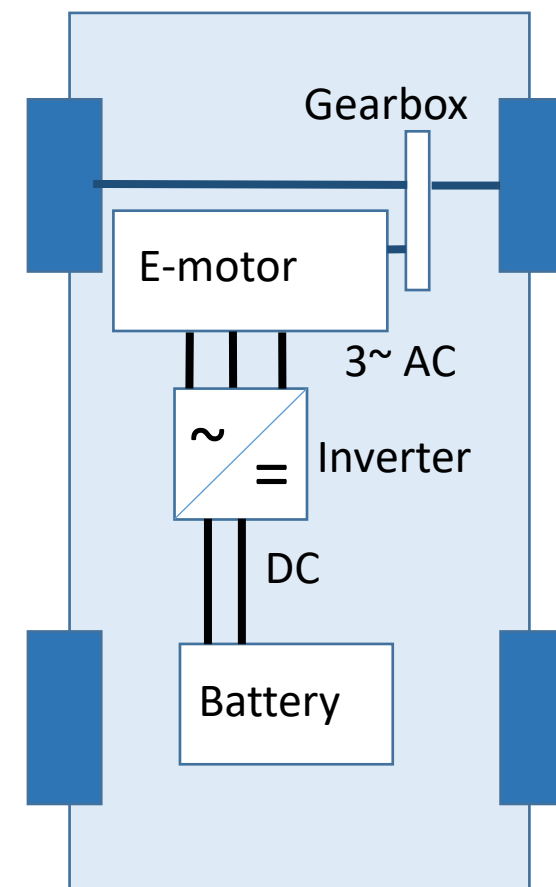
BMW i3 section model, [4]

โครงสร้างท่อหุ้มสูง → ยาก
ที่จะเชื่อมต่อโพรบสำหรับ
การวัดแรงดันไฟฟ้าและ
กระแสไฟฟ้า.



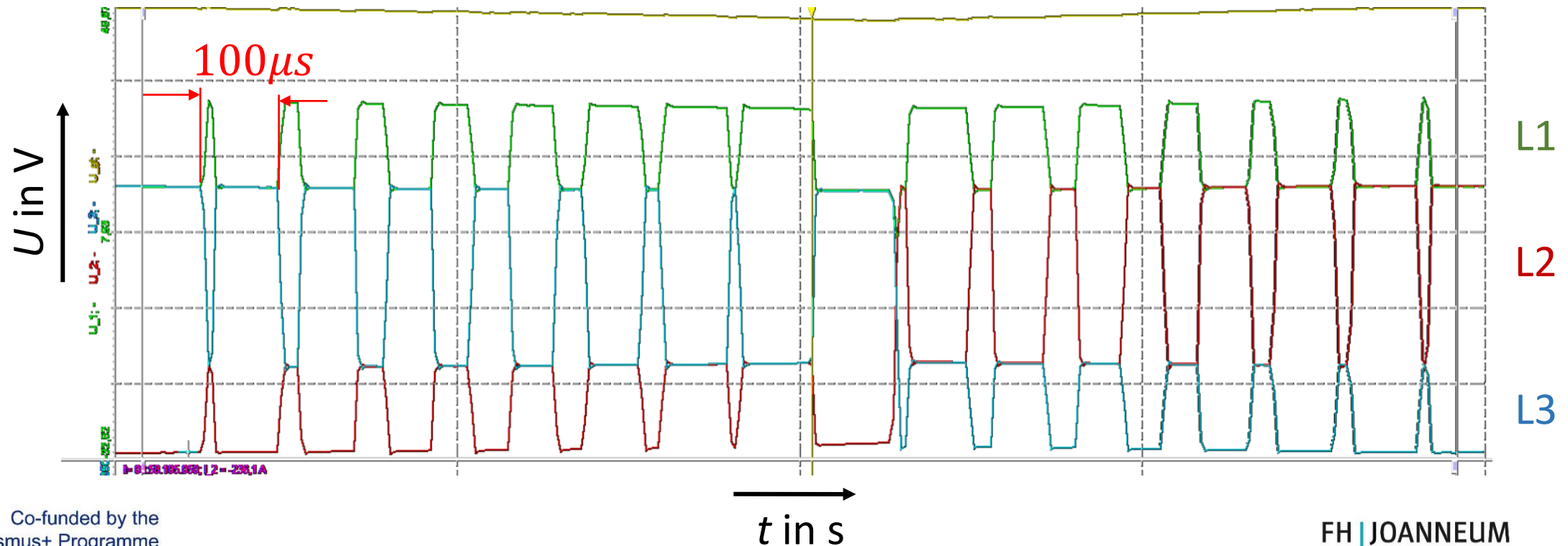
การวัดพลังงานไฟฟ้า

- ต้องตั้งค่าความถี่การสลับของตัวแปลงความถี่เป็นค่าเพื่อลดหรือป้องกันเสียงรบกวนที่ได้ยิน.
 - การสลับความถี่ $> 10 \text{ kHz}$
 - สำหรับการวัดกำลังไฟฟ้าที่แม่นยำ: จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่มีอัตราตัวอย่างสูง
- ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์สูงมาก.
 - สำหรับการวัดกำลังที่แม่นยำ: วัดกระแสและวัดแรงดันไฟฟ้า อย่างแม่นยำ.

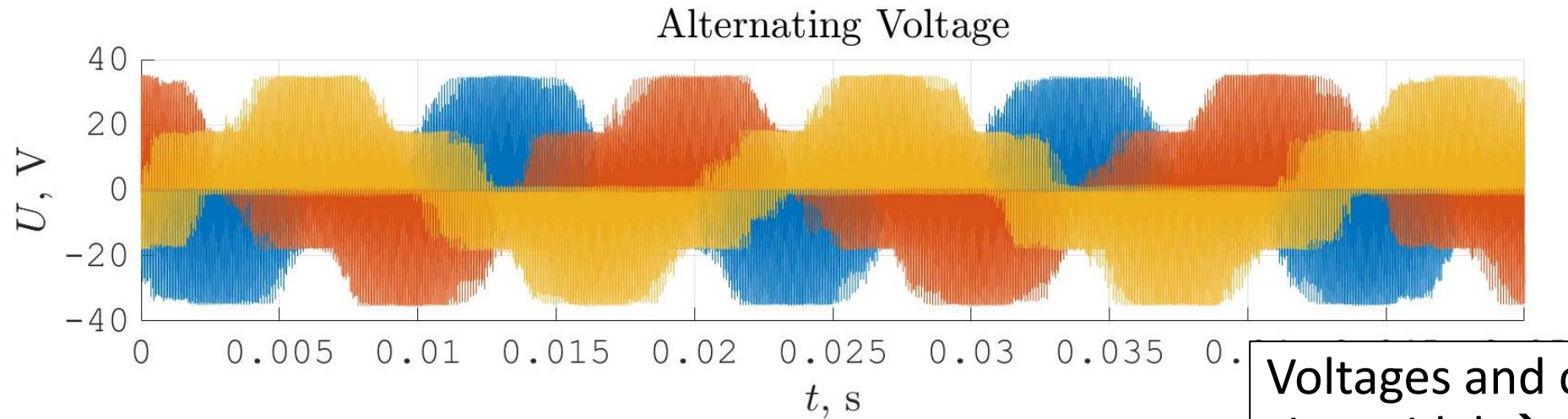


DAQ-System, sample rate

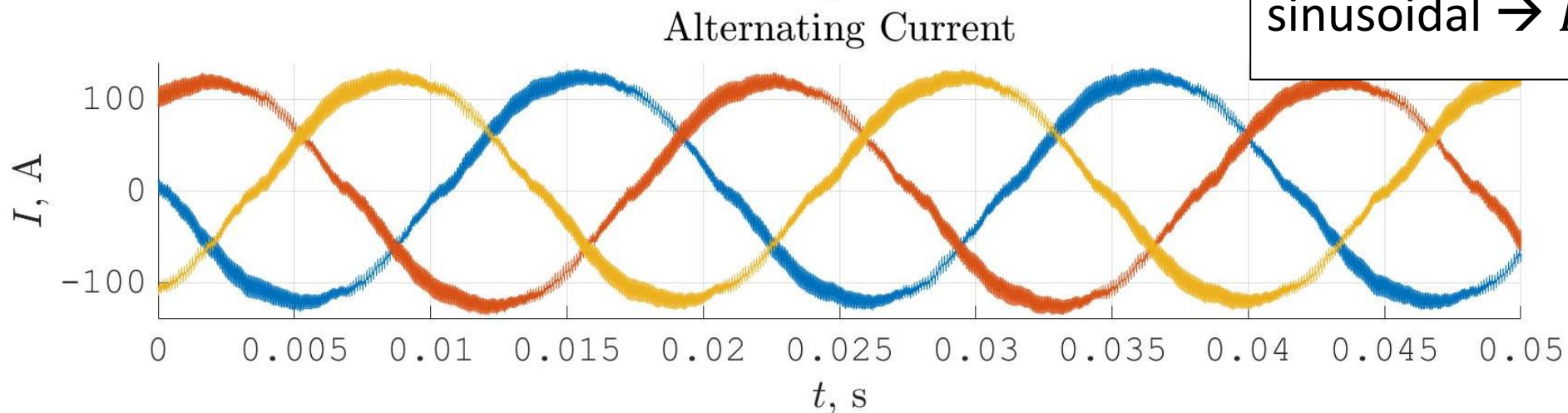
- ความถี่ของตัวอย่างใดที่จำเป็นต้องใช้ fs?
 - อินเวอร์เตอร์แรงดันไฟฟ้าพัลซิ่ง:



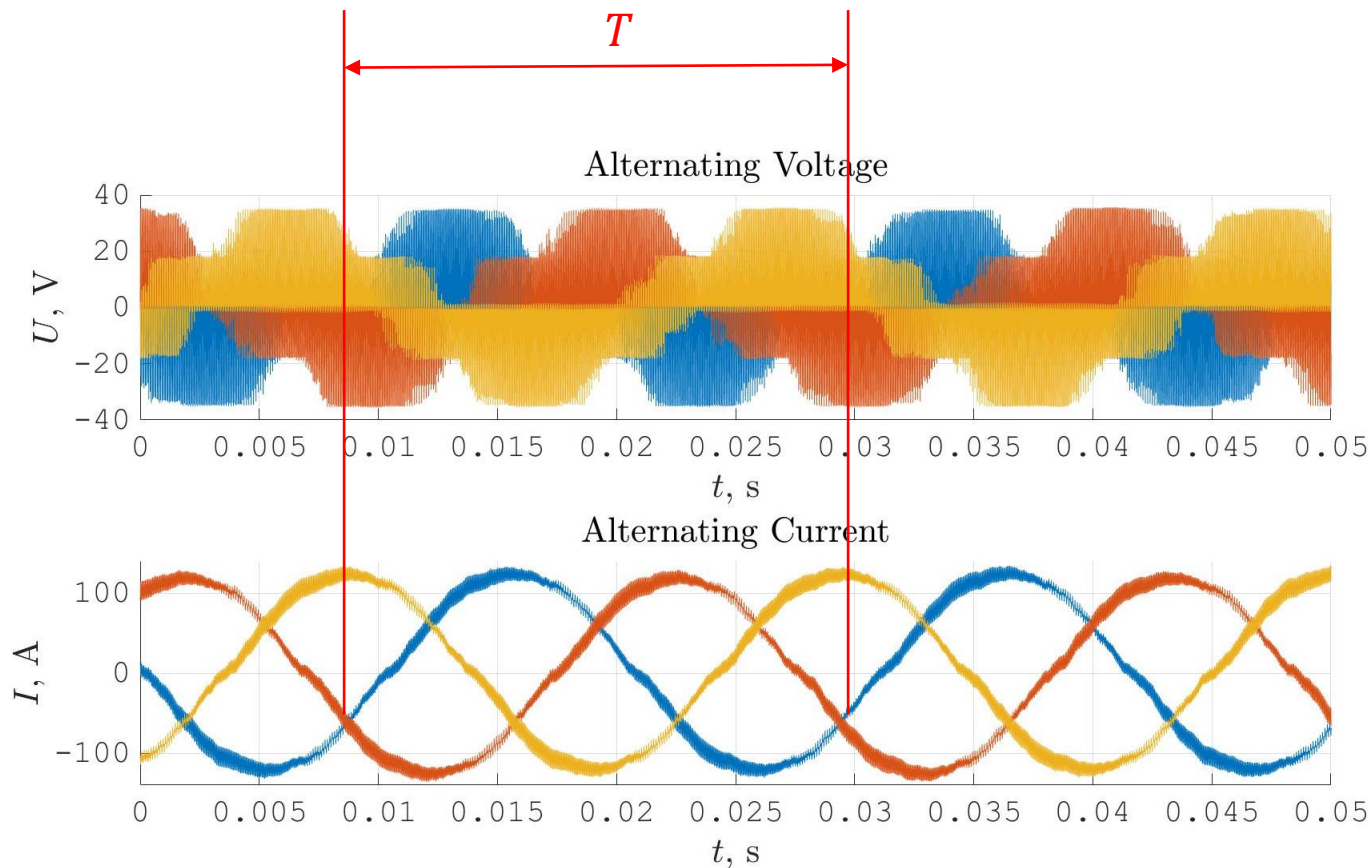
ผลของการวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า



Voltages and currents are not sinusoidal $\rightarrow P \neq U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$



การคำนวณพลังงานที่ใช้งานอยู่



ค่าพลังงานปัจจุบัน

$$p(t) = u(t) \cdot i(t)$$

กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน P ต่อเฟส L_j

$$P_{L_j} = \int_{t_1}^{t_1+n \cdot T} p_j(t) dt$$

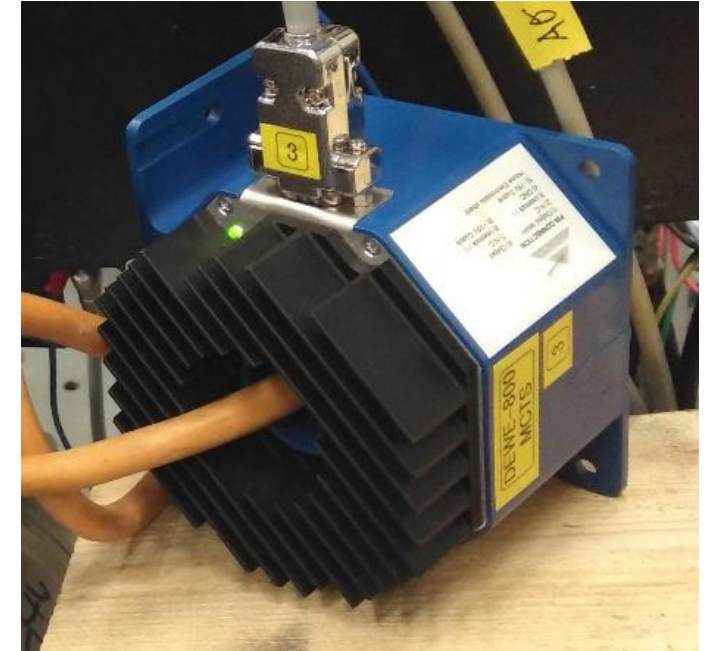
พลังงานที่ใช้งาน

$$P = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

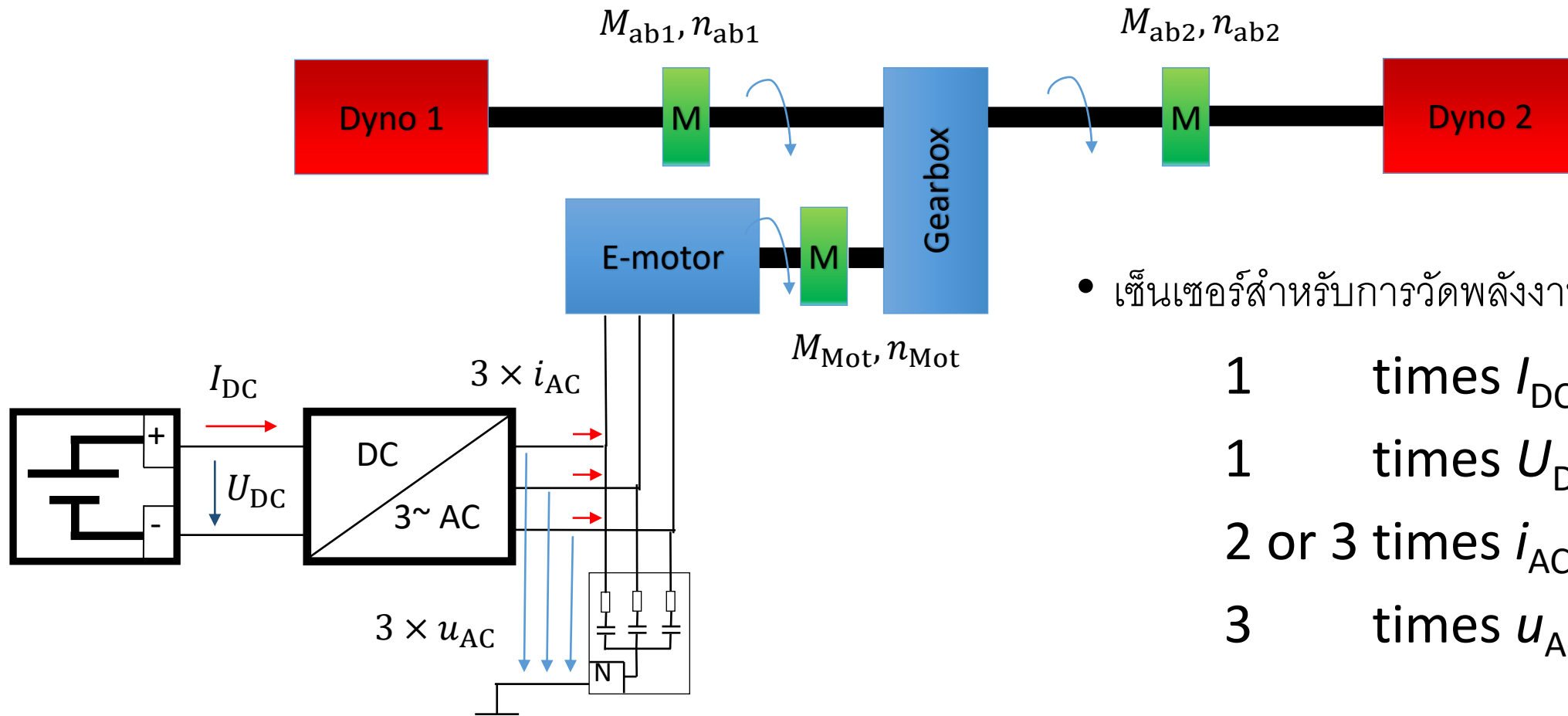
→ ค้นหาช่วงเวลา!

DAQ-ระบบ ความแม่นยำ

- การสูญเสียอินเวอร์เตอร์ทั่วไป: 3 %
 - ตัวอย่าง: 0.1 % ความแม่นยำสำหรับการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า
→ ระดับสูงสุด 0.2 % ข้อผิดพลาดสำหรับกำลังไฟฟ้าเข้า P_{in} และ กำลัง
ขับ P_{out} .
 - การสูญเสียกำลัง $P_v = P_{out} - P_{in}$
 P_v fluctuates around +/- 0.4% of P_{in} . This are +/-
13% of P_v !
- การวัดปัจจุบัน:
 - ทางอ้อมที่วัดผ่านสนามแม่เหล็กที่ครอบคลุมตัวนำไฟฟ้า
 - เซนเซอร์: ตัวแปลงสัญญาณฟลักซ์เป็นศูนย์, ข้อผิดพลาดออกจาก:
 - เซิงเส้น 0.001%, ค่าเบี่ยงเบนออฟเซต 0.004 %



การตั้งค่าเทียบทดสอบที่เป็นแบบอย่าง

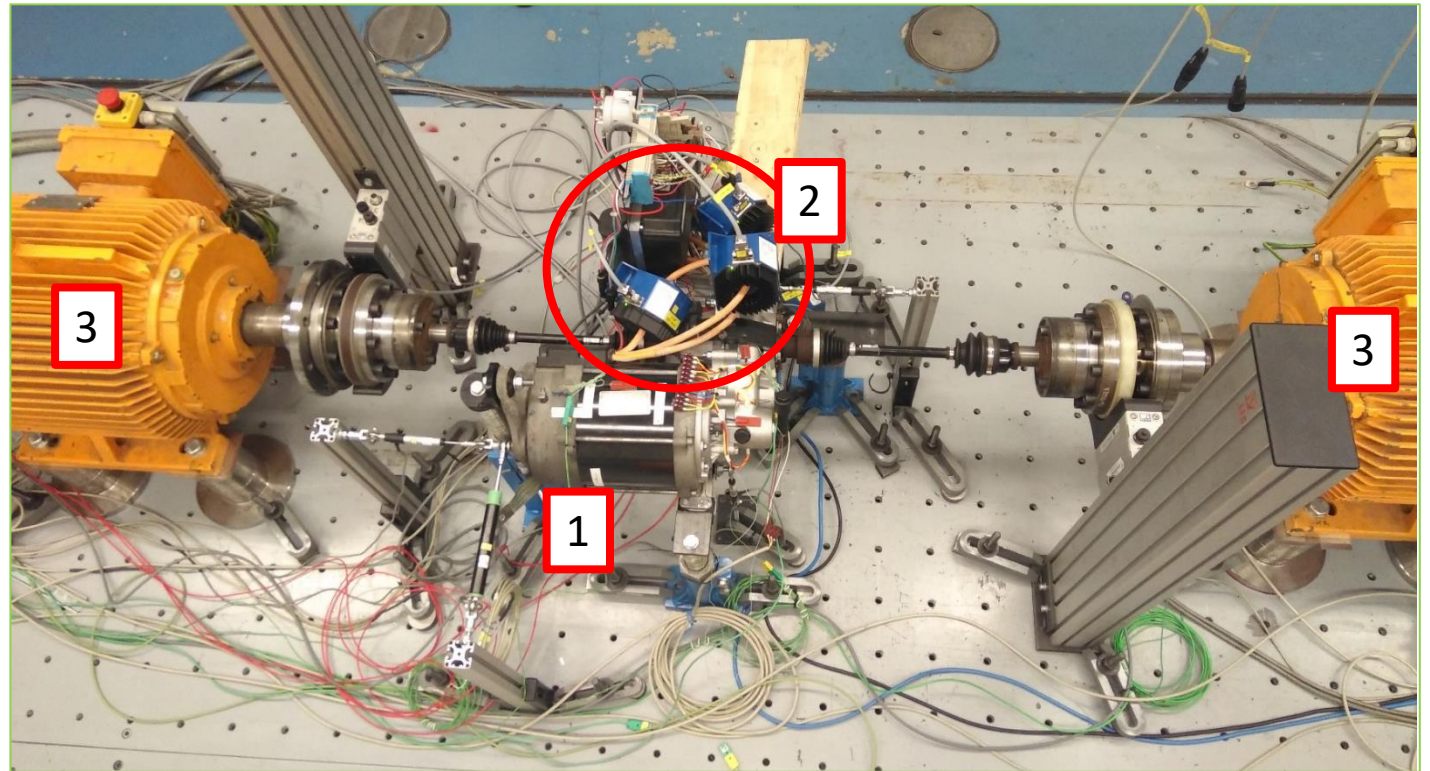


- เซ็นเซอร์สำหรับการวัดพลังงานไฟฟ้า:

1 times I_{DC}
 1 times U_{DC}
 2 or 3 times i_{AC}
 3 times u_{AC}

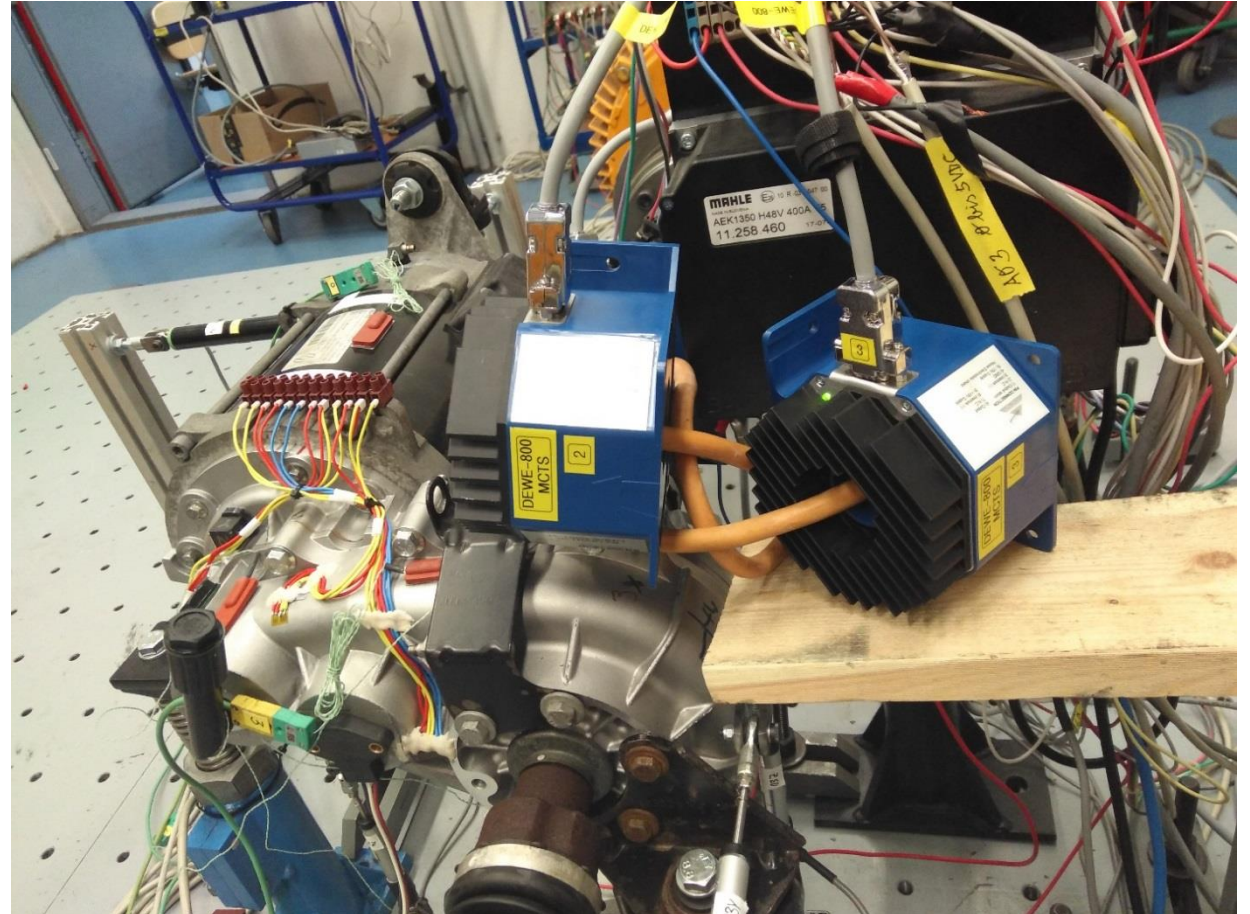
การตั้งค่าที่เป็นแบบอย่างที่ทดสอบ

- 1 – อุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างการทดสอบ (DUT)
- 2 – ตัวแปลงสัญญาณปัจจุบันสำหรับ AC
- 3 – ไดนาโมมิเตอร์ 1 และ 2



ตัวแปลงสัญญาณฟลักซ์เป็นสัญญาณ, [2]

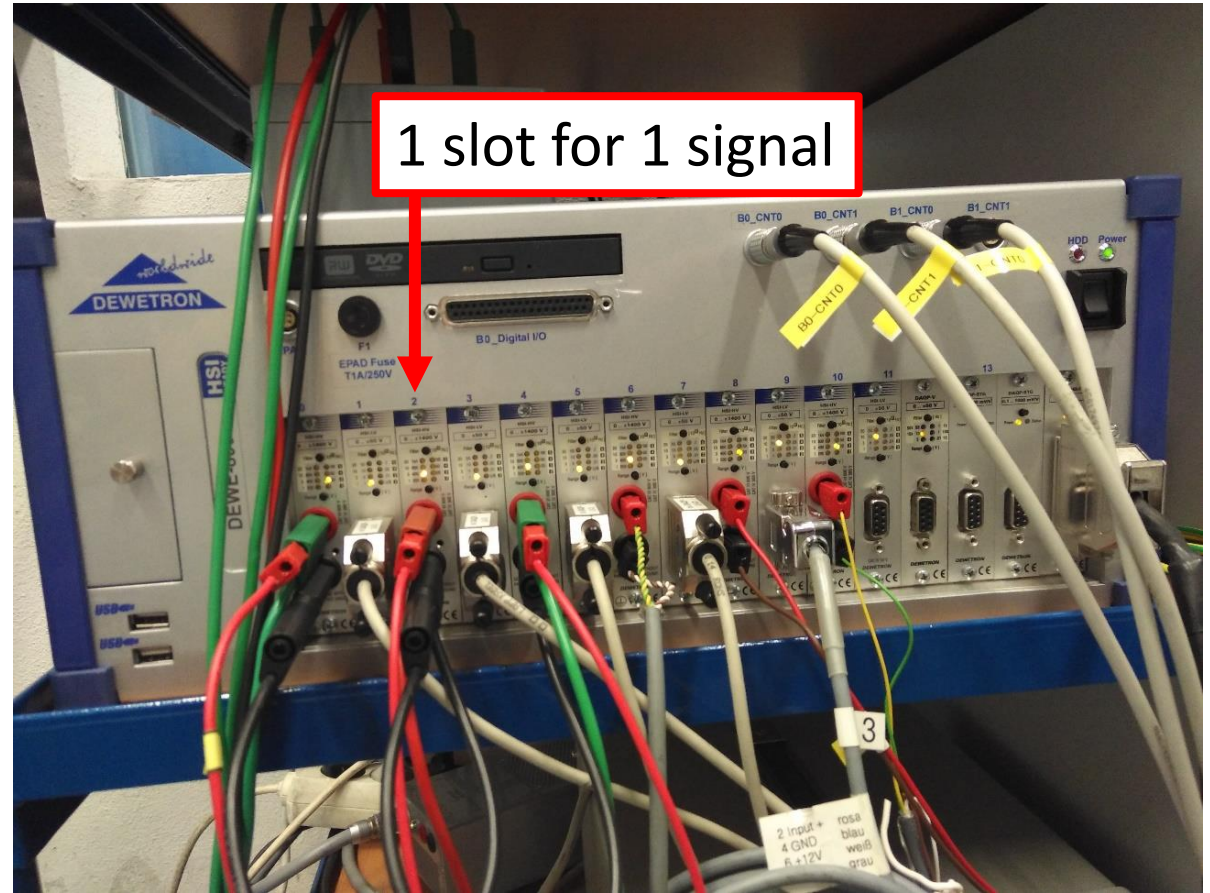
- ตัวแปลงสัญญาณกระแสซีโรฟลักซ์
- แบบ: PM-MCTS 1000
 - Input: กระแส
 - Output: แรงดันไฟฟ้า
 - Range:
 - DC, พีคสูงสุดถึง 1000A
 - RMS ไชน์สได้ถึง 700A



ระบบเก็บข้อมูล

- Voltage measurement

- การเชื่อมต่อโดยตรงที่เป็นไปได้
- ไม่จำเป็นต้องใช้โพรบดิฟเฟอเรนเชียล
- เพื่อลดข้อผิดพลาด



DAQ-ระบบ, ซอฟต์แวร์

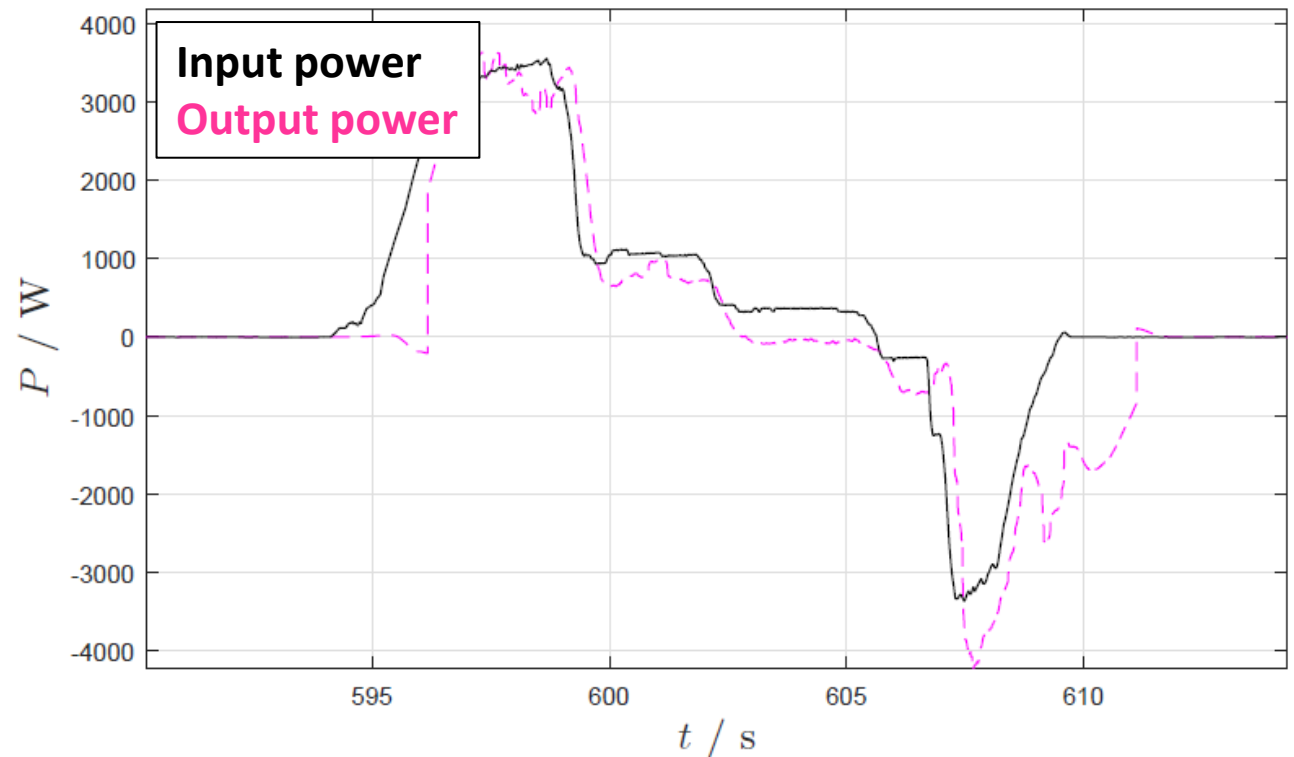
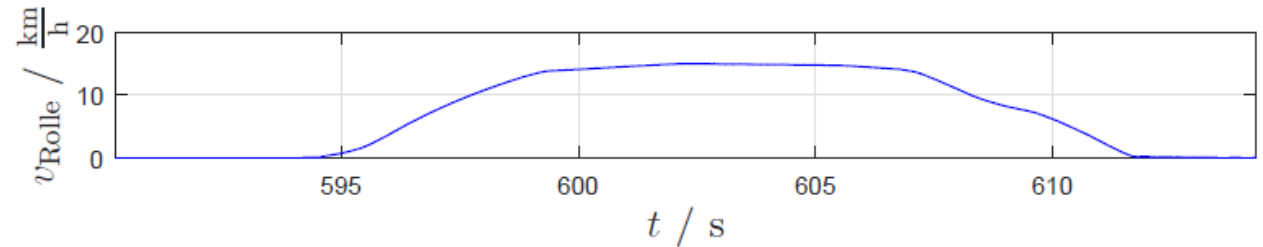


- ภาพรวมการตั้งค่า



ผลลัพธ์รถยนต์ไฮบริด, [3]

- ผลลัพธ์ที่แสดงซึ่งวัดที่ไดนาโมมิเตอร์แชสซี
- กำลังไฟฟ้าเข้าและกำลังขับเคลื่อนที่วัดได้ขึ้นอยู่กับความเร็วของรถ.



-
- [1] Wiedner, Christoph: *THE CHALLENGES OF ANALYZING THE EFFICIENCY OF ELECTRICAL POWER TRAINS*. DEWETRON GmbH, 2018
 - [2] 2020 01 27: <https://www.dewetron.com/products/daq-components-daq-sensors/current-transducers/>
 - [3] Patrick Moser: Leistungflussmessung in einem Hybridfahrzeug (Bachelor Thesis), October 2016
 - [4] 2020 01 28: <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektroauto>





Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

ความท้าทายเมื่อทดสอบระบบเมคคาทรอนิกส์

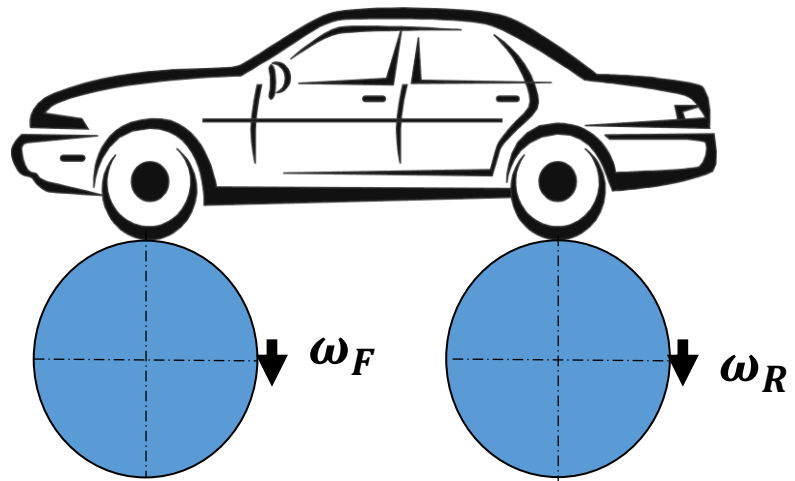
K.Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

ตัวอย่าง: แซสซี โดโน



- ลูกกลิ้งด้านหน้าและด้านหลังขับเคลื่อนแยกกันโดย **AC-Motor** ที่ควบคุมความเร็ว.
 - front roller turns $v_F = r_r \cdot \omega_F = v_{Req} \pm 5\%$
 - rear roller makes $v_R = v_{Req} \pm 5\%$
 - Speed difference $\Delta v = \pm 0.1 \cdot v_{Req}$
- เกิดอะไรขึ้นในรถ **2WD**?
 - แทบไม่มีอะไรเลย → ตกลงสำหรับการทดสอบ
- เกิดอะไรขึ้นในรถ **4WD** ที่ล็อกคอยู่?
 - เกือบไม่มีอะไรความเร็วจะถูกชิงโครไนซ์โดยรถยนต์ → **OK**
- เกิดอะไรขึ้นในรถ **4WD** ที่ควบคุมได้?
 - **AWD-ECU** รับรู้การสั่นไถลสูงเกินไปบางครั้งทางด้านหน้าบางครั้งทางด้านหลัง
 - **AWD-คลัตช์** เปิด/ปิดเป็นระยะๆ
 - การสั่นสะเทือนที่น่าตื่นเต้นในตัวเอง.

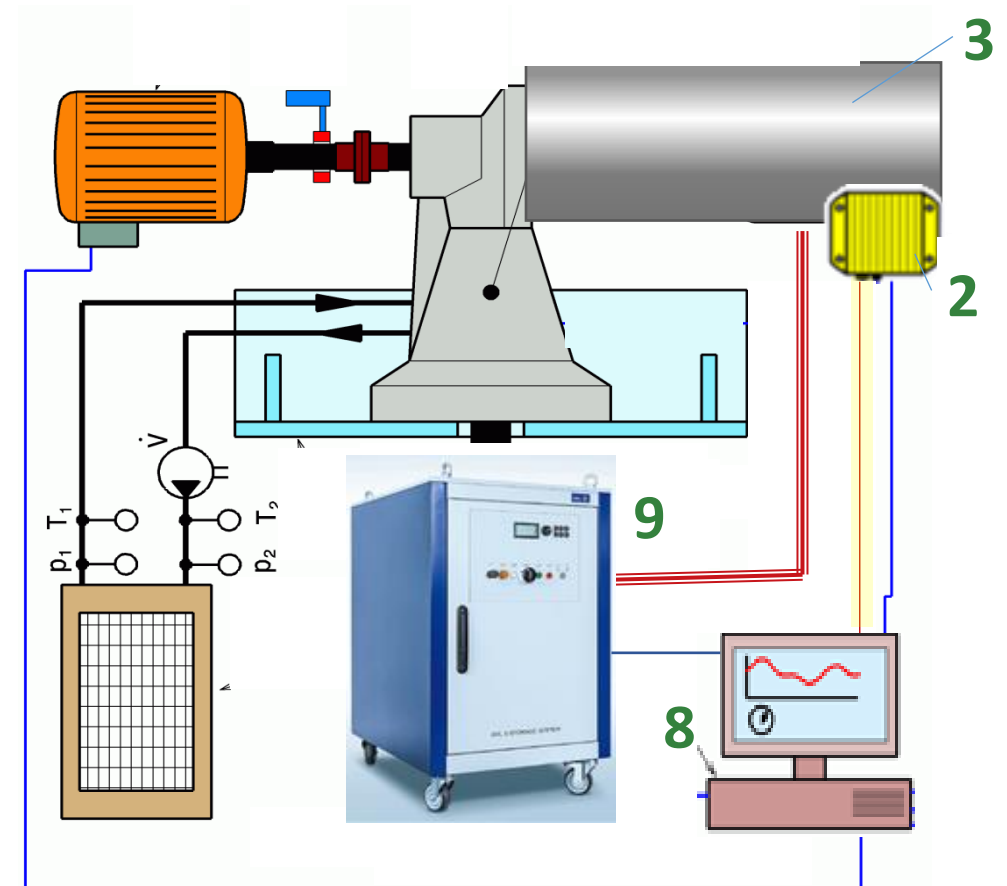
ตัวควบคุมจำเป็นต้องชิงโครไนซ์ลูกกลิ้งด้านหน้า / ด้านหลัง

ข้อกำหนดสำหรับการทดสอบระบบฝังตัว

- อินเทอร์เฟซทั้งหมดจะต้องจำลองอย่างถูกต้องตามที่ต้องการ.
- **Mechanic interfaces.**
 - ความเร็วมักจะแตกต่างกันความเร็ว (= ลื่นไถลล้อ) จะต้องพอดีกับรุ่นในระบบฝังตัวภายใต้การทดสอบ (DUT)
 - ความแม่นยำขึ้นอยู่กับความไวของ DUT.
- อินเทอร์เฟซไฟฟ้า
 - อุปกรณ์เซ็นเซอร์
 - สัญญาณไฟฟ้า
- **Bus-Interface (CAN)**
 - สัญญาณควบคุมเช่นเดียวกับในรถ
 - การจำลองบัสที่เหลือเพื่อให้พอใจในการทำงาน
- **ECU internal**
 - ตั้งค่าเป็นโหมดทดสอบ
 - เตรียมพร้อมสำหรับการควบคุมระยะไกล
 - อ่านสัญญาณ

Simulate Electrical Signals at Test Bench

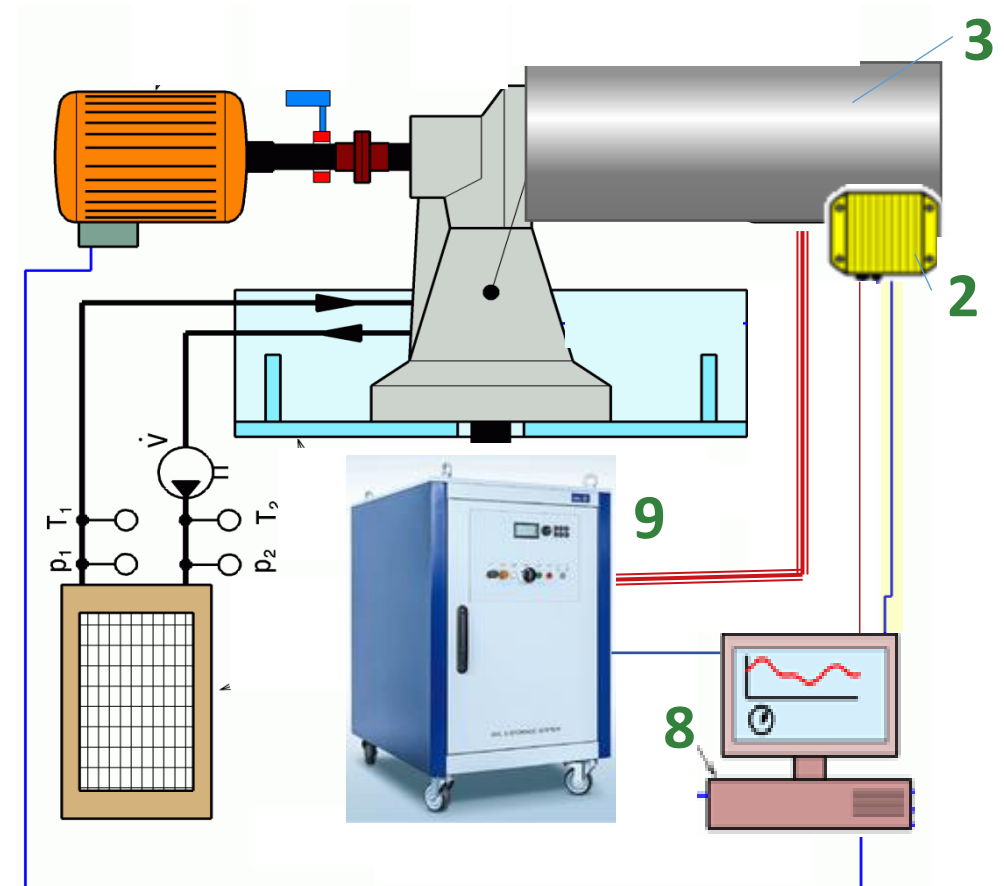
- Invoke DUT's start-up;
- provide sensor signals
 - e.g. Ignition On (Term15), brake light switch, sensor signals, ...
- provide electrical signals
 - test bench relays
 - test bench replay (time dependent tables) + D/A interface
 - real time simulation + D/A interface



3 .. DUT, 2 .. DUT's ECU
8 .. test bench control
9 .. battery emulator

จำลองสัญญาณ BUS ที่โต๊ะทดสอบ

- อินเตอร์เฟซสำหรับการควบคุม
- ให้สัญญาณเซ็นเซอร์ที่ถูกต้องและการตอบรับในการทำงาน
 - เช่น การป้องกันการโจรกรรม
 - เซ็นเซอร์ภายนอก
- การจำลองบัสที่เหลือ - เล่นซ้ำ
 - ติดตั้ง ECU
 - เล่นซ้ำสัญญาณบัสที่บันทึกไว้โดยใช้ CANoe
 - ทดสอบการเล่นซ้ำ (ตารางที่ขึ้นต่อกันตามเวลา)
- สัญญาณควบคุมเช่นเดียวกับในรถ
 - ขึ้นอยู่กับแนวคิดการทดสอบและรุ่นที่ทำงานใน ECU ของ DUT
 - ทดสอบซ้ำ (ตารางขึ้นอยู่กับเวลา)
 - ฮาร์ดแวร์ในการจำลองดูป



3 .. DUT, 2 .. DUT's ECU
 8 .. test bench control
 9 .. battery emulator

RT-ฮาร์ดแวร์สำหรับทดสอบ

- จำลองสัญญาณเหมือนในรถแบบเรียลไทม์
 - ขึ้นอยู่กับค่าที่ร้องขอจาก **testbench**
 - ขึ้นอยู่กับสัญญาณที่วัดได้จาก **Testbench** และ **DUT**
 - ใช้รุ่นที่เป็นตัวแทนของชิ้นส่วนของรถซึ่งไม่มีอยู่
 - จะเข้ากันได้กับ **Matlab / Simulink**.

- เช่น ฮาร์ดแวร์ในรูป
 - ทดสอบระบบอัตโนมัติ: พีซี
 - ความเป็นจริง: ECU + ซอฟต์แวร์
 - การวัด: สัญญาณเอาต์พุต ECU
 - การจำลองสถานการณ์: ทั้งหมดยกเว้น ECU
 - เอาต์พุตไปยัง ECU: สัญญาณอินพุต ECU.



PC with Control System & Data Logger



RT-Simulator

DUT

ยานพาหนะในรูป

- การทดสอบอัตโนมัติ: ทดสอบการควบคุม.
- **Reality**
ยานพาหนะ ยกเว้นยางรถยนต์
อัตราเร่งอัตราการหันเห
- **Measuring.**
แรงบิดล้อ
- การลอกเลียนแบบ
 - ยางลื่น, ถนน, ความต้านทาน
 - การเร่งความเร็วของล้อความเร็ว
 - การเคลื่อนไหวของร่างกาย
- เอาร์ทพุทเพื่อทดสอบ.
ความเร็วล้อ, เบรก/ค้ำหุ่นยนต์, หุ่นยนต์พวงมาลัย.
- สัญญาณบายพาสในยานพาหนะ-CAN.
อัตราเร่งอัตราการหันเห (ถ้าจำเป็น)



[<https://www.avl.com/de/-/vehicle-in-the-loop-test-system>]



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

SHED Chamber

J. Brenner, T. Lechner, K. Reisinger



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

แนะนำ



- ต้องวัดการปล่อยมลพิษทั้งหมดของยานพาหนะ
 - สำหรับการปล่อยก๊าซไอเสีย → เซสซีไดนาโมมิเตอร์.
- สำหรับการปล่อยมลพิษแบบระเหยบนยานพาหนะ.
 - ระบบถังและส่วนประกอบ
 - เช่นเดียวกับพลาสติกยืดหยุ่นและชิ้นส่วนยาง .

→ SHED Chamber.
- เป้าหมายคือ, เพื่อวัดการปล่อยไฮโดรคาร์บอนที่ปล่อยออกมา (HC).
 - ยานพาหนะทั้งคัน
 - ชิ้นส่วนของยานพาหนะเช่นระบบเชื้อเพลิงและส่วนประกอบสำหรับการขนส่งเชื้อเพลิง.
- เซ็นเซอร์ที่ใช้: เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ → ใน ... เครื่องตรวจจับไอออกไนเซชันเปลวไฟ.

แผนผัง SHED

Sealed Housing for Evaporative emission Determination

1 Computer

ควบคุมโปรแกรมไฟล์อุณหภูมิการเก็บข้อมูล

2 ถังลมปริมาตร (4 m³) เมมเบรนเพื่อปรับ

ความดันอากาศให้เท่ากัน

3 พัดลมล้าง

4 พัดลมผสม + โบลเวอร์การพาความร้อน

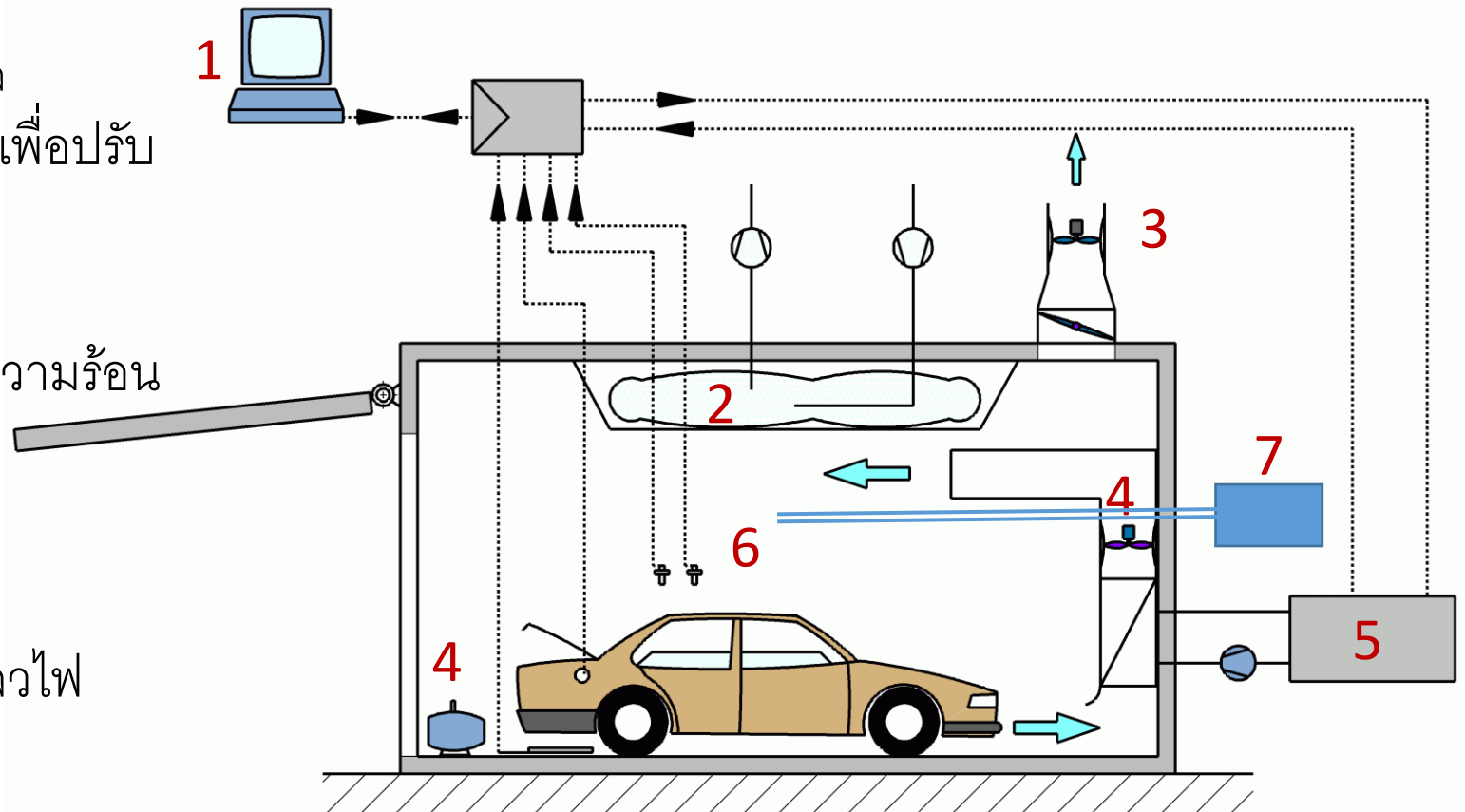
อากาศที่กำหนดไว้

5 ระบบทำความร้อน

6 เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความดัน

7 เครื่องตรวจจับไอออกไนเซชันเปลวไฟ

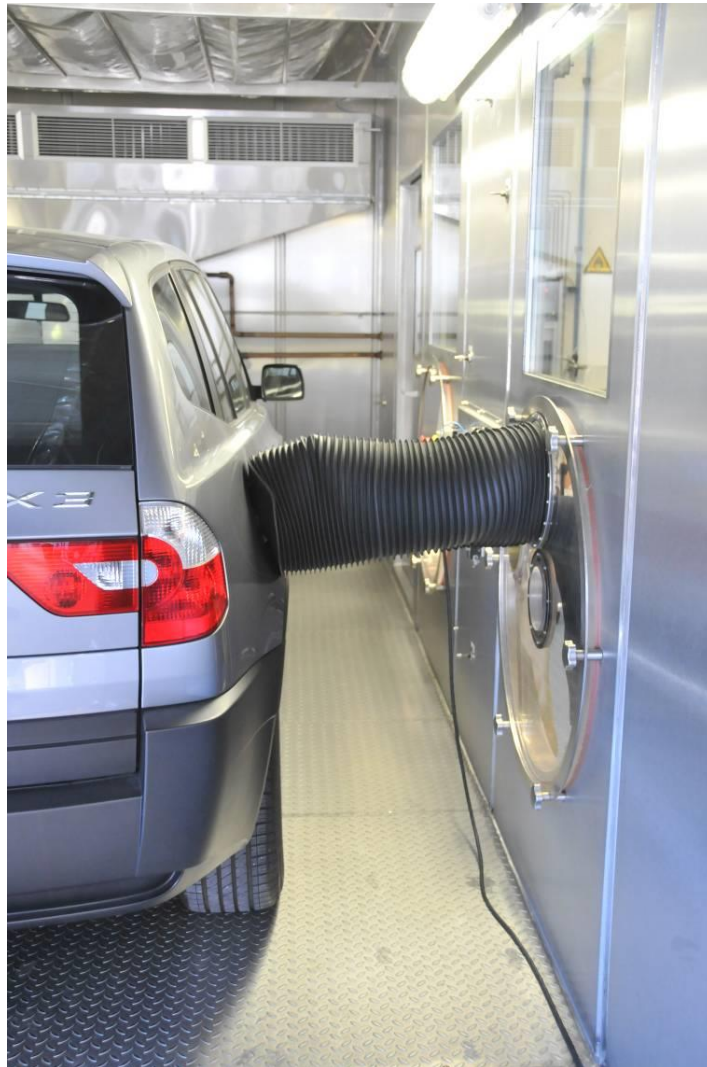
FID



SHED



การเติมเชื้อเพลิงบนเครื่อง



[Trzesniowski]



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

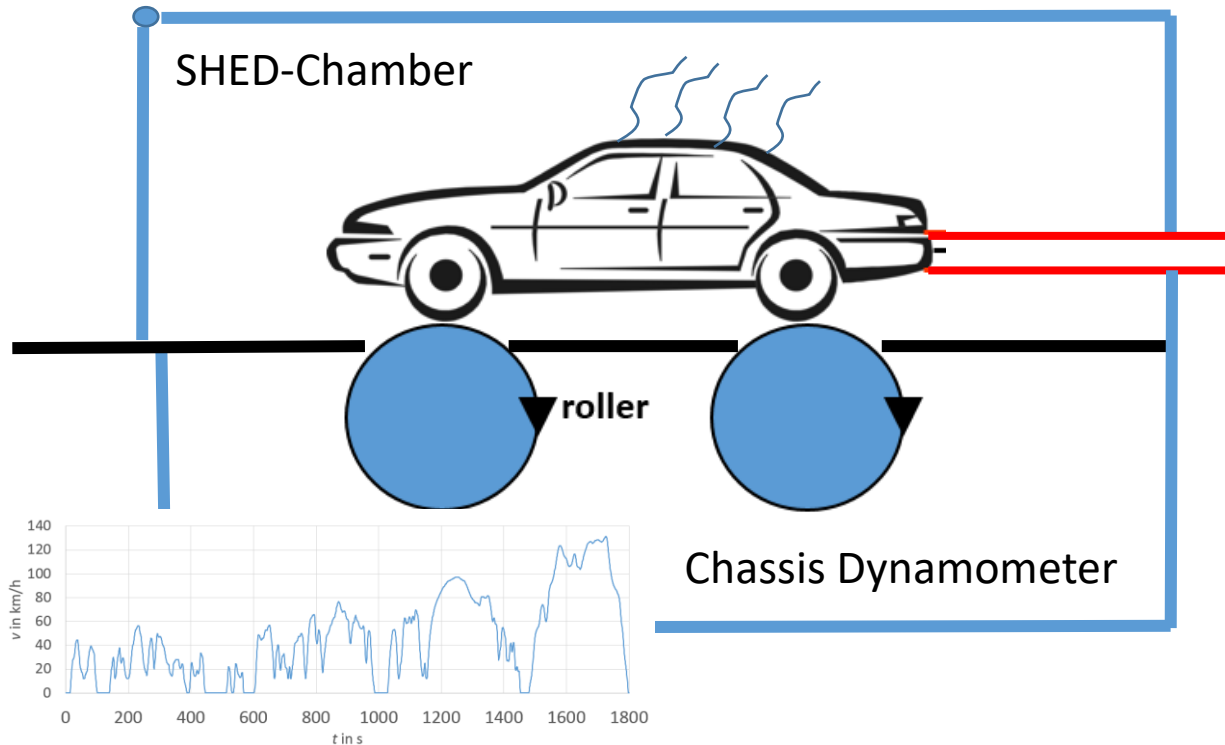
ข้อมูลทางเทคนิคของ FHJ SHED



- Measuring Chamber.
 - ช่วงอุณหภูมิใช้งาน: 18°C to 45°C
 - ปริมาณห้องทดสอบ: 70 m³
 - การชดเชยปริมาณโดย Tedlar-bag
 - สำหรับการทดสอบการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง: พอร์ตตัวแปร
- Analysis System
 - ช่วงการวัด: 10, 52, 100 และ 250 ppm (C₁)
- Test bed control system
 - พายัพอร์นาโตจากผู้ผลิต Kristel, Seibt & Co GmbH.

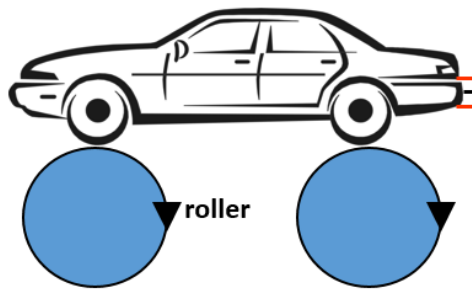
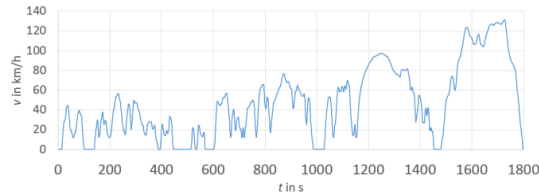


การสูญเสียการวิ่ง



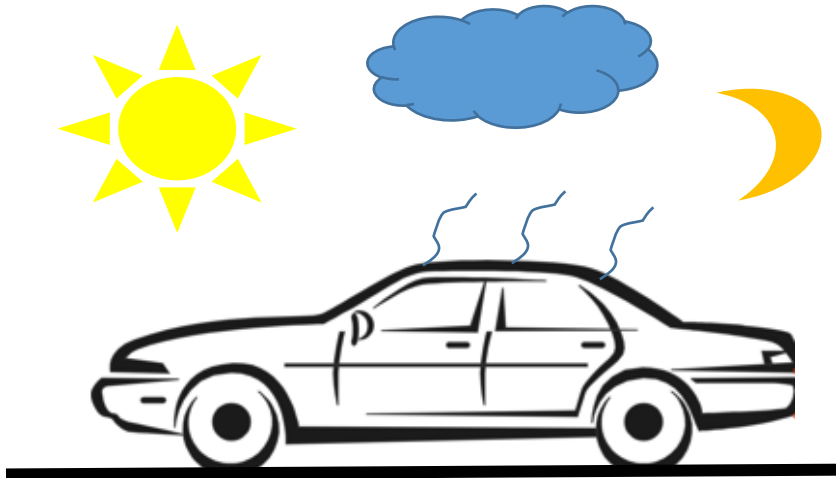
- เพื่อวัดการปล่อยมลพิษการระเหยของรถยนต์ที่ขับ
 - ต้องการการผสมผสานจากไดนาโมมิเตอร์แชสซีและห้อง SHED
 - ไม่ครอบคลุมโดยพอร์ตโฟลิโอของ FHJ

การทดสอบการเข้ร้อน



- เพื่อวัดการปล่อยการระเหย **THC** ของรถยนต์หลังจากที่ขับแล้ว
 - ต้องการไดนาโมมิเตอร์แชสซีและห้อง **SHED** เพิ่มเติม
 - จำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงที่ผ่านการรับรอง
 - ต้องเตรียมถังคาร์บอน
 - ห้อง **SHED** ต้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศ
 - การปล่อย **THC** จะถูกวัดหลังจากการประทับเวลาที่แตกต่างกัน

การทดสอบรายวัน



- เพื่อจำลองสถานการณ์ที่จอดรถทั่วไป
 - เพื่อวัดการปล่อย **THC** ที่ระเหยได้ในขณะที่รถจอดอยู่
 - อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างวัน
 - ระยะเวลาการวัด: 24, 48 หรือ 72 ชั่วโมง

On-board Refuelling Vapour Recovery (ORVR)-Test

- เป้าหมายคือการวัดการปล่อยมลพิษระเหยของ **THC** ในขณะที่เติมเชื้อเพลิงให้กับยานพาหนะ
- จำเป็นต้องมีระบบที่มีท่อน้ำมันเชื้อเพลิงรวมถึงการปรับสภาพและการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง
- การปล่อยมลพิษจากคอปิลเลอร์หรือขั้วต่อโดยรอบสำหรับถังคาร์บอนคือการวัด

การสอบเทียบระบบ SHED

Calibration of FID

- อากาศบริสุทธิ์สำหรับการสอบเทียบจุดศูนย์
- ก๊าซทดสอบที่สอบเทียบแล้ว 4 ชนิด ส่วนผสมของ โพรเพนและอากาศบริสุทธิ์สำหรับช่วงการวัดที่แตกต่างกัน



Propane injection for Shed chamber calibration

Calibration of SHED chamber

- ในการพิสูจน์คุณภาพการวัดระบบการวัดจะต้องได้รับการสอบเทียบ การทดสอบการฉีดโพรเพน
- โพรเพน 0.5 กรัม -1.0 กรัมที่ฉีดเข้าไปในโรงเก็บของ (66 ม.³)
- ระบบการวัดต้องหา 98%.

คำถาม.....



feel free to contact for

- Mechatronics, Efficiency

Dr. Karl Reisinger, karl.Reisinger@fh-Joanneum.at

- Testing, Measurement, Calibration:

DI(FH) Thomas Lechner, thomas.lechner@fh-Joanneum.at

- SHED Chamber:

Jürgen Brenner, juergen.brenner@fh-Joanneum.at



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase
Student's Employability and Regional Development

การวัดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยมลพิษ - แซสซีไดนาโมมิเตอร์

T. Lechner



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP

เนื้อหา

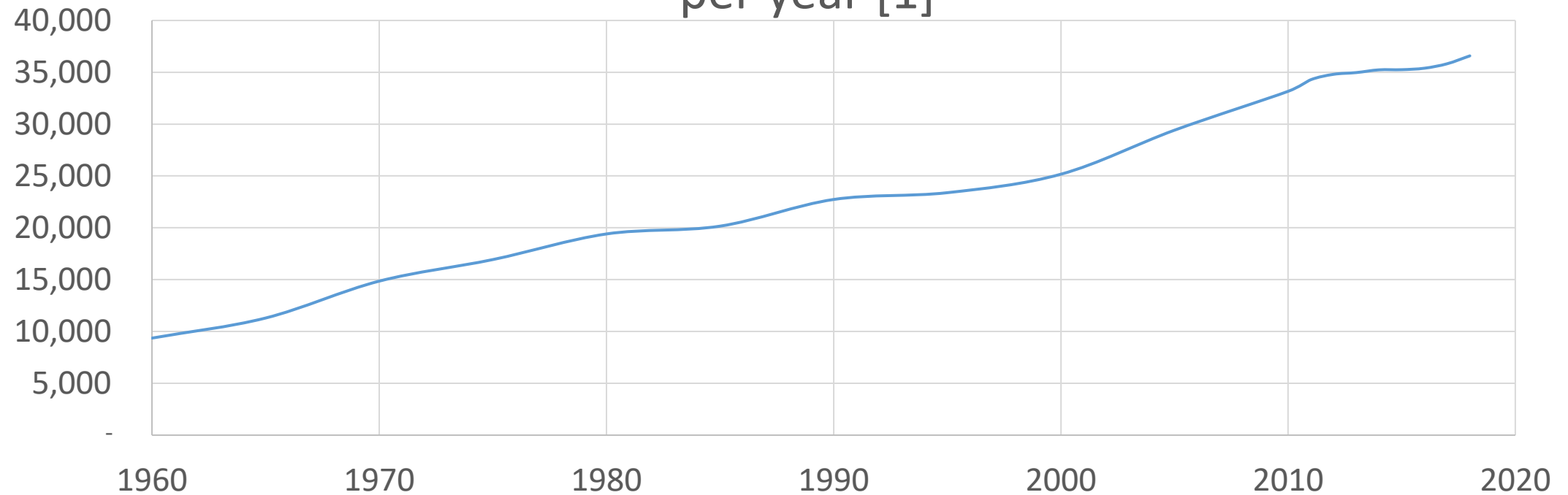


- บทนำ
- ไคโนไมมิเตอร์แซสซี
- รอบการขับเคลื่อน
- การวัดก๊าซไอเสีย
 - สารประกอบที่เป็นก๊าซ
 - อนุภาคเขม่า



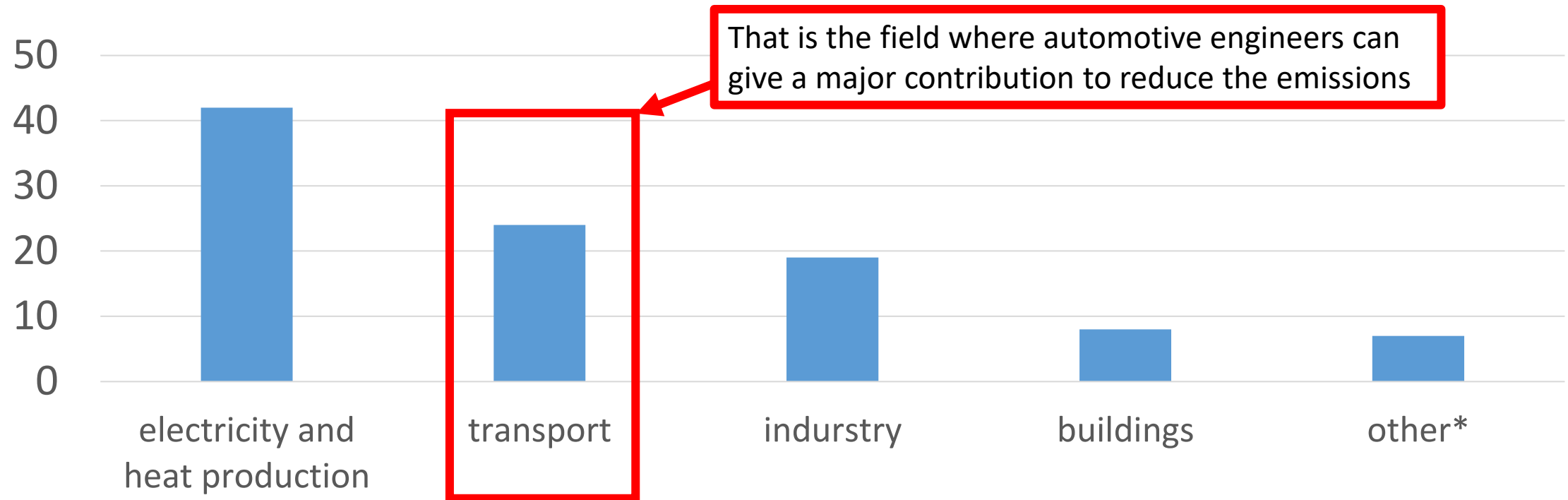
การปล่อย CO2 ทั่วโลก - แนวโน้ม

Global CO₂-Emissions from 1960 to 2018 in million tons per year [1]



การปล่อย CO2 ทั่วโลกตามภาคส่วน

CO2, sector share of global emissions in 2016 in % [3]



เป้าหมายการปล่อย CO2 ของสหภาพยุโรป



- การมีส่วนร่วมของสหภาพยุโรปในการปกป้องสภาพภูมิอากาศ
 - ตั้งแต่ปี 2015 เป้าหมายที่ 130 กรัมของ **CO2** ต่อกิโลเมตรมีผลบังคับใช้กับการปล่อยรถยนต์นั่งส่วนบุคคลใหม่โดยเฉลี่ยทั่วทั้งสหภาพยุโรป.
 - ตั้งแต่ปี 2021 เป้าหมายการปล่อยมลพิษเฉลี่ยทั่วทั้งกองเรือของสหภาพยุโรปสำหรับรถยนต์ใหม่จะอยู่ที่ **95 g CO2 / km**
 - น้ำมัน: ~ 4.1 ลิตร/100 กม.
 - ดีเซล: ~ 3.6 ลิตร/100 กม.



การปล่อย CO2-fleet 2018



2018th CO2-fleet emission of selected OEM's [4]

OEM	CO2 Emission in g/100 km	delta to 95 g/100 km
Mercedes	139.6	44.5
Mazda	135.2	40.2
BMW	128.9	33.9
Kia	120.4	25.4
Peugeot	107.7	12.2
Toyota	99.9	4.9



based on NEDC



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

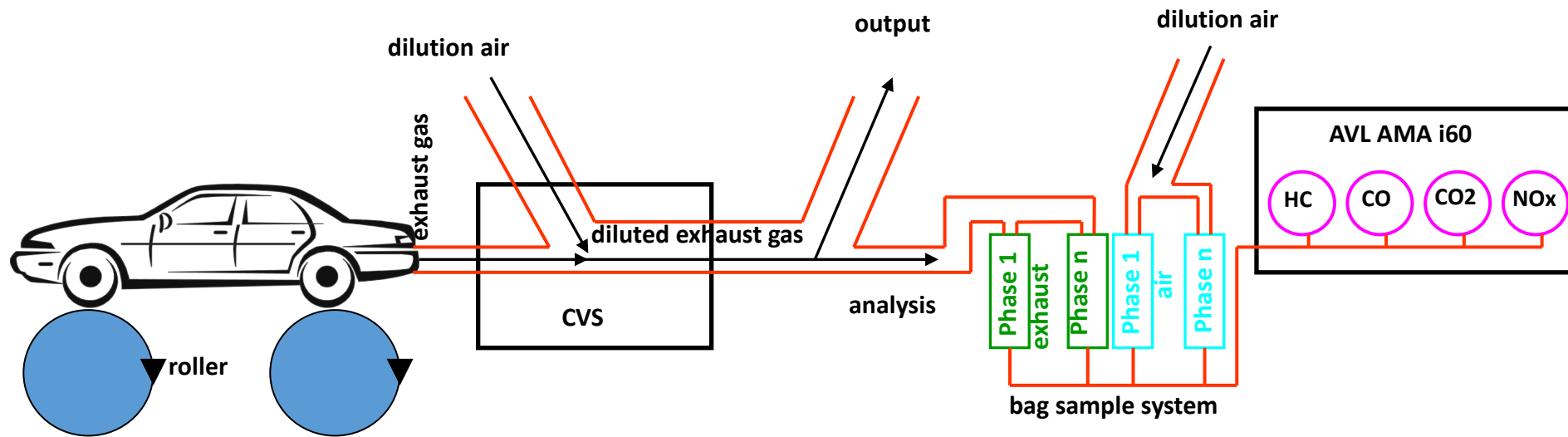
- EURO 6: รายชื่อมลพิษที่จะวัดและข้อ จำกัด ทางกฎหมาย [6]

Measured Value	Diesel	Petrol
CO ₂ , g/km	-	-
CO, g/km	0.5	1
THC, g/km	-	0.1
NMHC, g/km	-	0.068
NO _x , g/km	0.08	0.06
HC+NO _x , g/km	0.17	-
PM, g/km	0.0045	0.0045*
PN, #/km	$6 \cdot 10^{11}$	$6 \cdot 10^{11}$

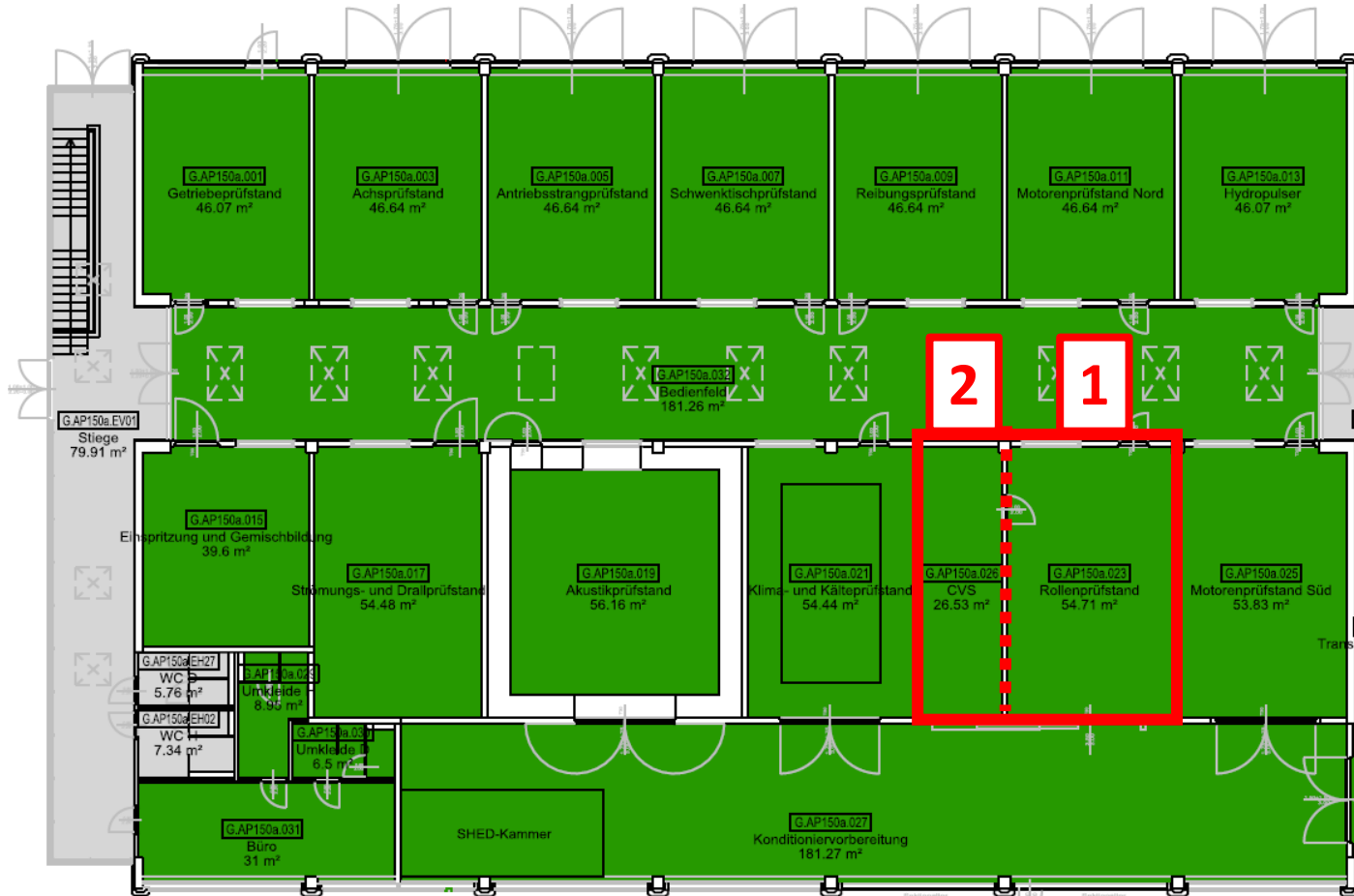
*) for direct injected engines

อุปกรณ์วัด

- อุปกรณ์สำหรับวัดค่าการปล่อยมลพิษ
→ ไดนาโมมิเตอร์แชสซี



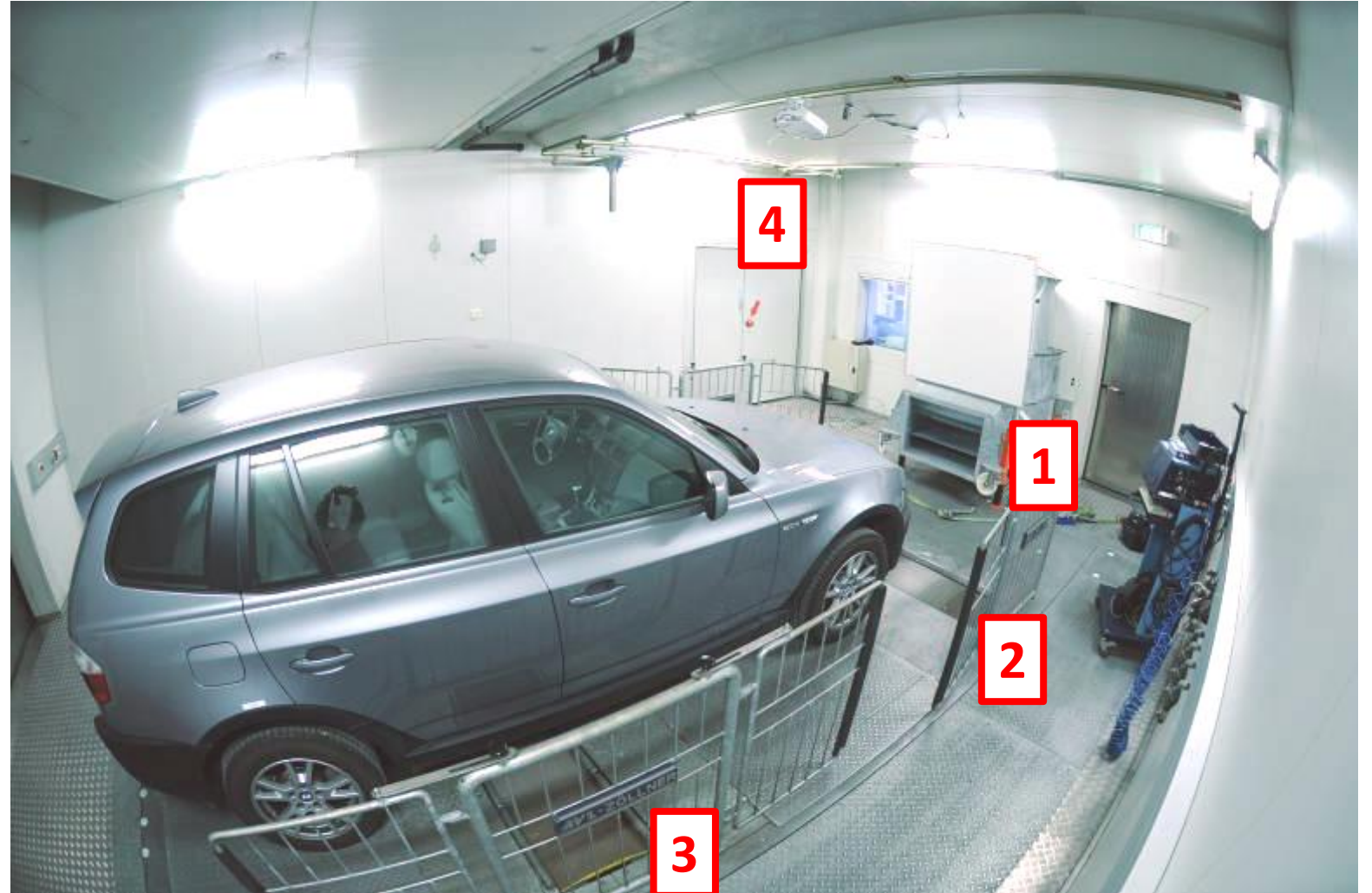
Floor plane



- 1 – เครื่องวัดไดนามิเตอร์
ของแชนซี 54.71 ตร.ม.
- 2 – อุปกรณ์วิเคราะห์ก๊าซไอ
เสีย 26.53 ตร.ม.

อุปกรณ์วัด – ภาพรวม

- 1 – พัดลมลม
- 2 – เพลาน้ำ
- 3 – เพลาล้อหลัง
- 4 – CVS และตัววิเคราะห์
อยู่เบื้องหลัง

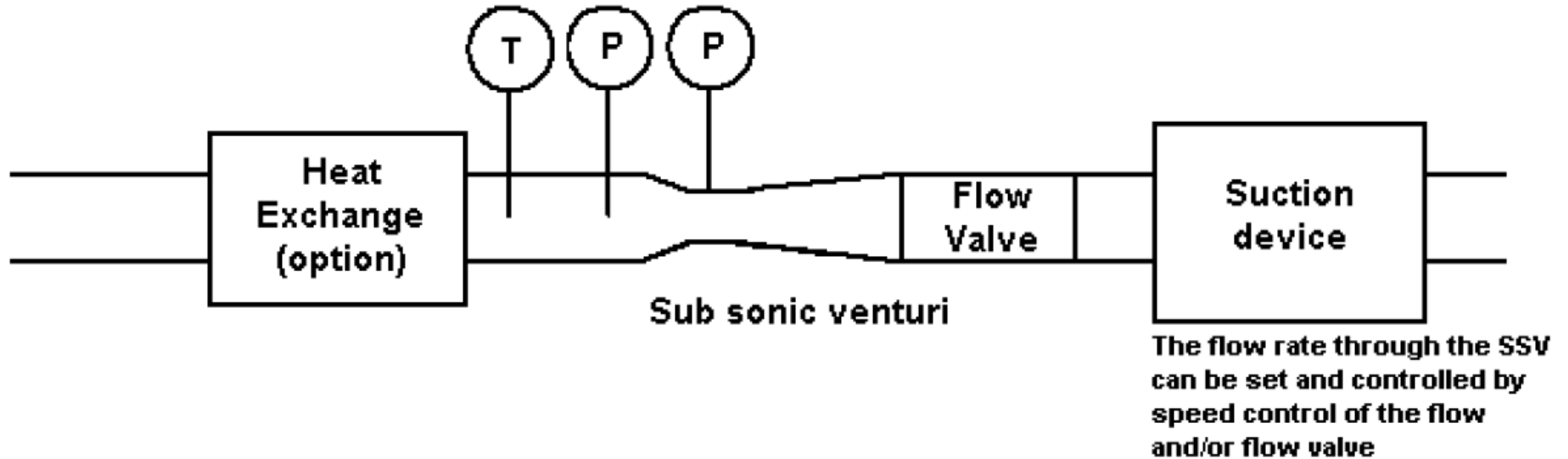


CVS - หัวฉีด Venturi

- ปริมาตรของก๊าซไอเสียเจือจาง (V_{mix}) คือค่าการวัดที่สำคัญ
- อุปกรณ์วัด → Critical Flow Venturi (CFV) → ใช้กันทั่วไป
- อัตราการไหลขึ้นอยู่กับ
 - ขนาดทางเรขาคณิต
 - คุณสมบัติและความดันสัมบูรณ์ที่ทางเข้า Venturi



SSV, การวัดแผนผัง



[5] Sub-Annex 5, § 3.3.6.3.2

เอกสารทางกฎหมาย



- Europe: หมายเลขข้อบังคับ. 2017/1151 [5]
- USA: 40 CFR ส่วนที่ 1066 พร้อมการอ้างอิงถึงตอนที่ 1065
- China คล้ายกับกฎหมายยุโรป (EURO 5 and EURO6)



รอบการขับขี่พื้นฐาน



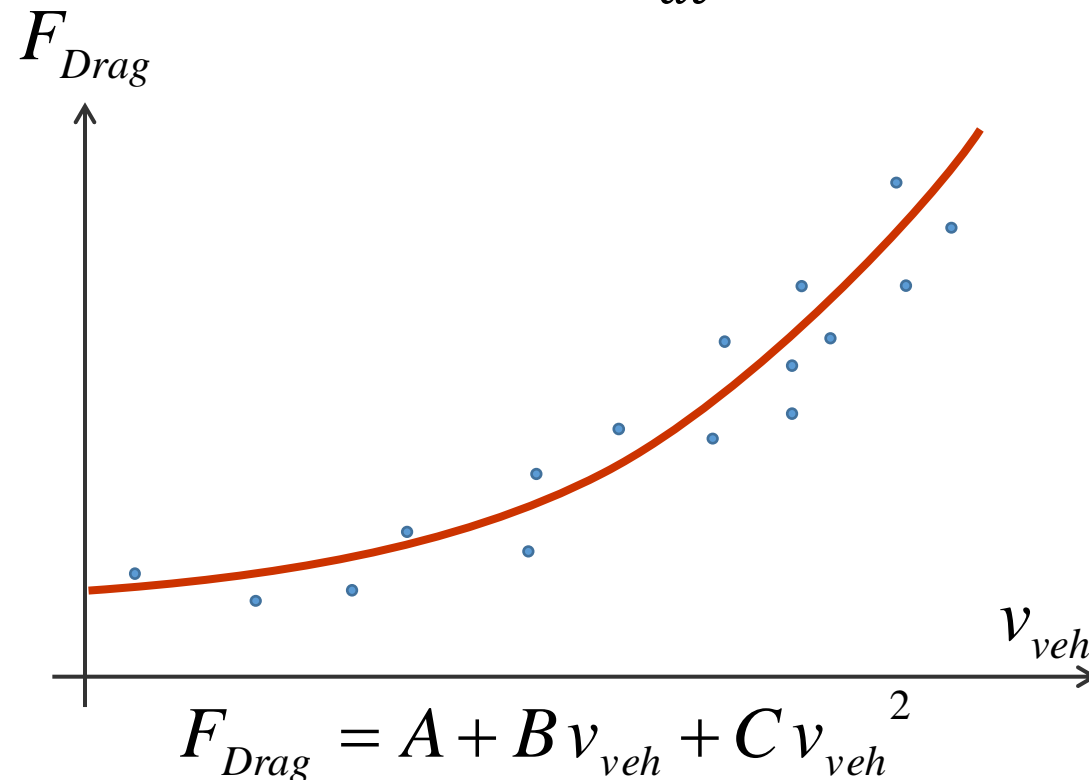
- เป้าหมายคือการวัดการปล่อยก๊าซไอเสียที่สมจริงและเทียบเคียงได้รวมถึงการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
 - ไดนาโมมิเตอร์แซสซีต้องจำลองสภาพการขับขี่จริง.
 - งานของระบบควบคุม
 - จำลองถนนเรียบไม่ได้รับอิทธิพลจากลม
 - ค่าความต้านทานการขับขี่เฉพาะของยานพาหนะ (โหลดถนน)
 - เส้นทางการขับขี่ต้องเป็นตัวแทนในชีวิตจริง
 - วงจรการขับขี่ที่มีการควบคุม → ความเร็วของยานพาหนะเมื่อเวลาผ่านไป
 - จะต้องแสดงถึงค่าเฉลี่ยของการขับขี่ยานพาหนะทั้งหมด



การวัดการลาก

- การทดสอบโคสต์ดาวน์ที่ถนนแนวนอนในการวัดเกียร์เป็นกลาง
 - ความต้านทานการหมุน
 - + ลากอากาศพลศาสตร์
 - + การสูญเสียในรถไฟไดรฟ์.
- วัดความเร็วเมื่อเวลาผ่านไป
- แยกความแตกต่างในแง่ของเวลาคำนวณการลาก
- พอดีกับสมการพาราโบลากำลังสอง.

$$(m_{veh} + m'_{rot}) \cdot \frac{dv}{dt} = F_R + F_{AD}$$



สมการการบรรทุกบนถนน,[5] อนุภาคผนวก 4

- ในการจำลองสภาพการขับขี่ที่สมจริงจะต้องตรวจจ้บภาระบนท้องถนนสำหรับยานพาหนะแต่ละคัน.
- สมการการบรรทุกถนน:

$$F = f_0 + f_1 \cdot v + f_2 \cdot v^2$$

F	longitudinal force in N
v	velocity in km/h
f_0	constant road load coefficient (rlc) → friction, rolling resistance
f_1	first order rlc → linearly depending on the velocity
f_2	second order rlc → mainly influenced by the air drag

ค่าสัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักถนน



- ต้องวัดค่าสัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักถนน
- ด้วยเหตุนี้วิธีการมอบอำนาจตามกฎหมาย
- วิธีโคสต์ดาวน์ (วิธีมาตรฐาน)
 - เร่งรถด้วยความเร็วสูงสุดที่สนามทดสอบ
 - (WLTP: 130 กม./ชม.)
 - ลงจากรถ
 - วัดความเร็วของรถในการประทับเวลาที่แม่นยำ
- วิธีอุโมงค์ลม
 - การรวมกันของอุโมงค์ลมและไดนาโมมิเตอร์แชสซี (สายพานแบน)



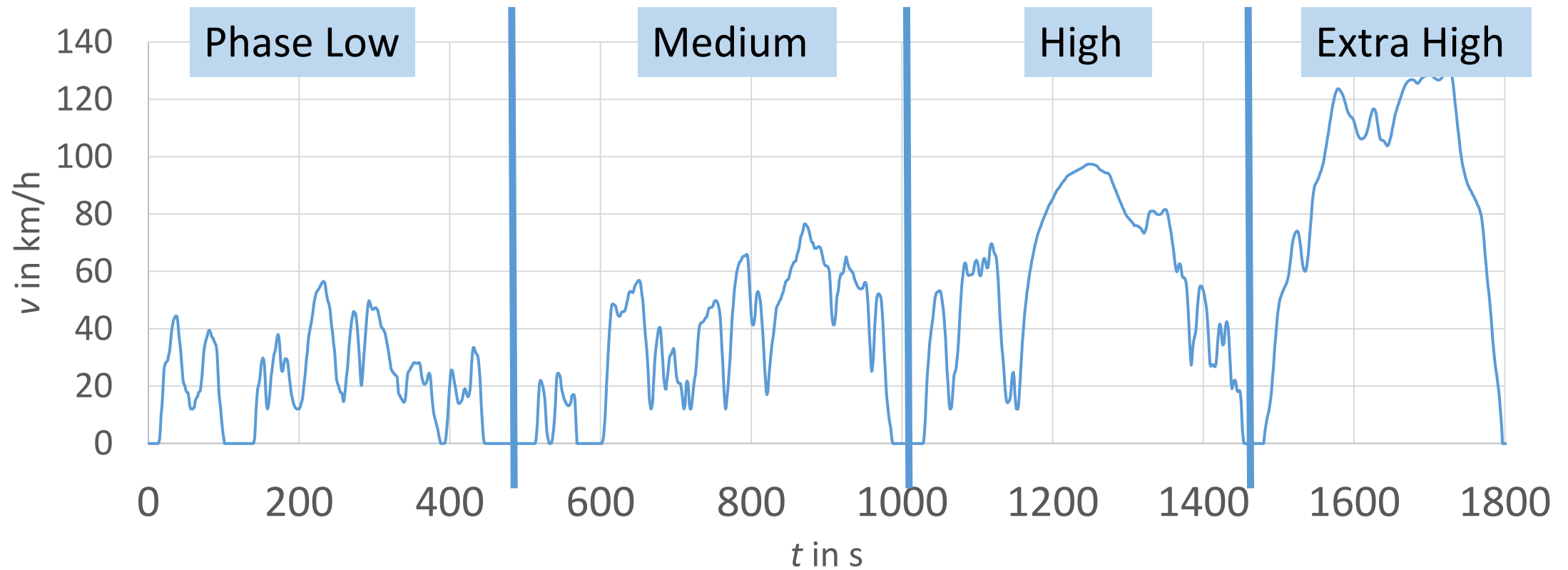
• Vehicle preconditioning

- เพื่อรับประกันผลลัพธ์ที่เทียบเคียงได้ยานพาหนะจะต้องตั้งค่าเป็นสถานะเริ่มต้นที่กำหนดไว้
- สำหรับสิ่งนี้ส่วนหนึ่งของวงจรการขับเคลื่อนที่เกี่ยวข้องควรขับเคลื่อน
- หลังจากขั้นตอนการปรับสภาพล่วงหน้ารถจะต้องเก็บไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิคงที่

• การวัดการปล่อยมลพิษ

- เนื่องจากวงจรการขับเคลื่อนที่สอดคล้องกับกฎหมาย
- มลพิษและการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงคำนวณจากค่าที่วัดได้.
- เอกสารผลลัพธ์ → รายงานผลการทดสอบสำหรับลูกค้า .

WLTC Class 3 – Worldwide harmonized Light vehicle Test Cycle

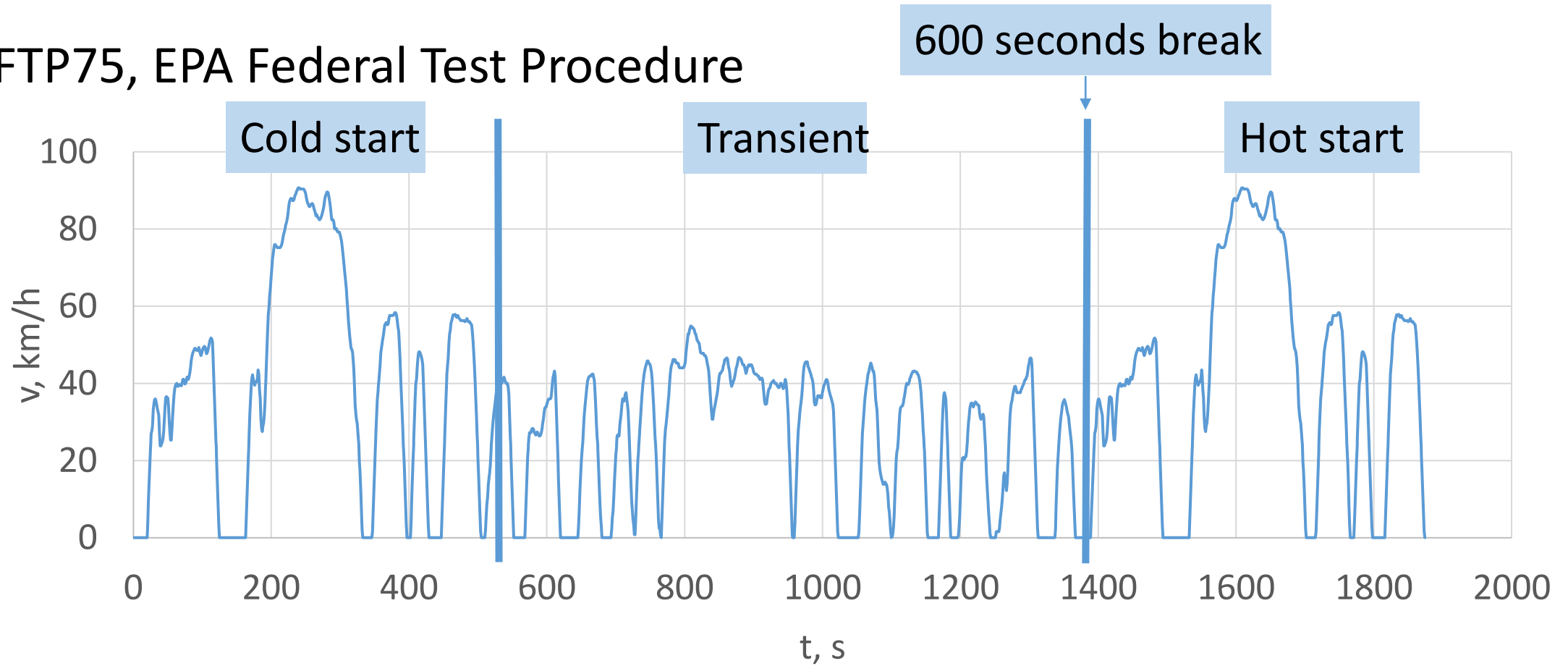


• WLTC Class 3

- ชั้น 3: พลังงานในการปั่นส่วนน้ำหนัก $>34 \text{ W / kg}$
- 4 เฟส 2x4 ถูกลงต่อเฟสเพื่อเก็บตัวอย่างก๊าซไอเสียเจือจางและอากาศเจือจาง
- ความเร็วสูงสุด 131 กม./ชม.
- ระยะที่ 1 และ 2: ในเมือง
- เฟส 3 (ชนบท) และเฟส 4 (มอเตอร์เวย์): ชานเมือง
- ระยะเวลาการทดสอบคือ 1800 วินาที

ขับรถรอบสหรัฐอเมริกา

FTP75, EPA Federal Test Procedure



ขั้นตอนการวัด

- การวัดไอเสียที่สมบูรณ์สามารถแบ่งส่วนได้ใน 4 ขั้นตอน
 - 1) งานเบื้องต้น
 - 2) การซ่อมรถที่ทดสอบ
 - 3) การปรับสภาพรถล่วงหน้า
 - 4) การดำเนินการวัด.
- ขั้นตอนที่แน่นอนอธิบายไว้ในรายละเอียดที่กฎหมายที่เกี่ยวข้อง
- สำหรับการวัดที่ถูกต้องผู้เข้าร่วมที่เกี่ยวข้องทุกคนจะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด!
- สไลด์ถัดไปแสดงขั้นตอนการวัดโดยทั่วไป.

ขั้นตอนการวัดขั้นตอนที่ 1



• Preliminary works

- การส่งมอบและการเข้าซื้อกิจการของยานพาหนะ
- ควบคุมรถโดยคำนึงถึงความสามารถในการวัด
- เติมน้ำมันเชื้อเพลิงให้รถด้วยน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผ่านการรับรอง
- องค์กรประกอบทางเคมีที่แน่นอนที่จำเป็นสำหรับการคำนวณ
- ติดตั้งอะแดปเตอร์เข้ากับท่อไอเสีย
- วิธีเชื่อมต่อกับพัดลมดูดอากาศ



ขั้นตอนการวัดขั้นตอนที่ 2



- ข้อมูลที่เที่ยงทดสอบ
 - ยานพาหนะจะต้องปรับความแม่นยำมากเพื่อป้องกันอิทธิพลจากแรงตรงข้าม
 - ความคุมแรงดันลมยาง
 - เชื่อมต่ออะแดปเตอร์ไอเสียเข้ากับระบบ **CVS**
 - ใส่แบตเตอรี่



ขั้นตอนการวัดขั้นตอนที่ 2



แกนหลังและด้านหน้าเป็นของรถที่โหลดตรงที่ปลายลูกกอล์ฟ.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

FH | JOANNEUM
University of Applied Sciences
K. Reisinger, T. Lechner

ขั้นตอนการวัดขั้นตอนที่ 2

รถได้รับการแก้ไขด้วยเข็มขัด
หรือทางเลือกที่มีบาร์



ขั้นตอนการวัด ขั้นตอนที่ 3



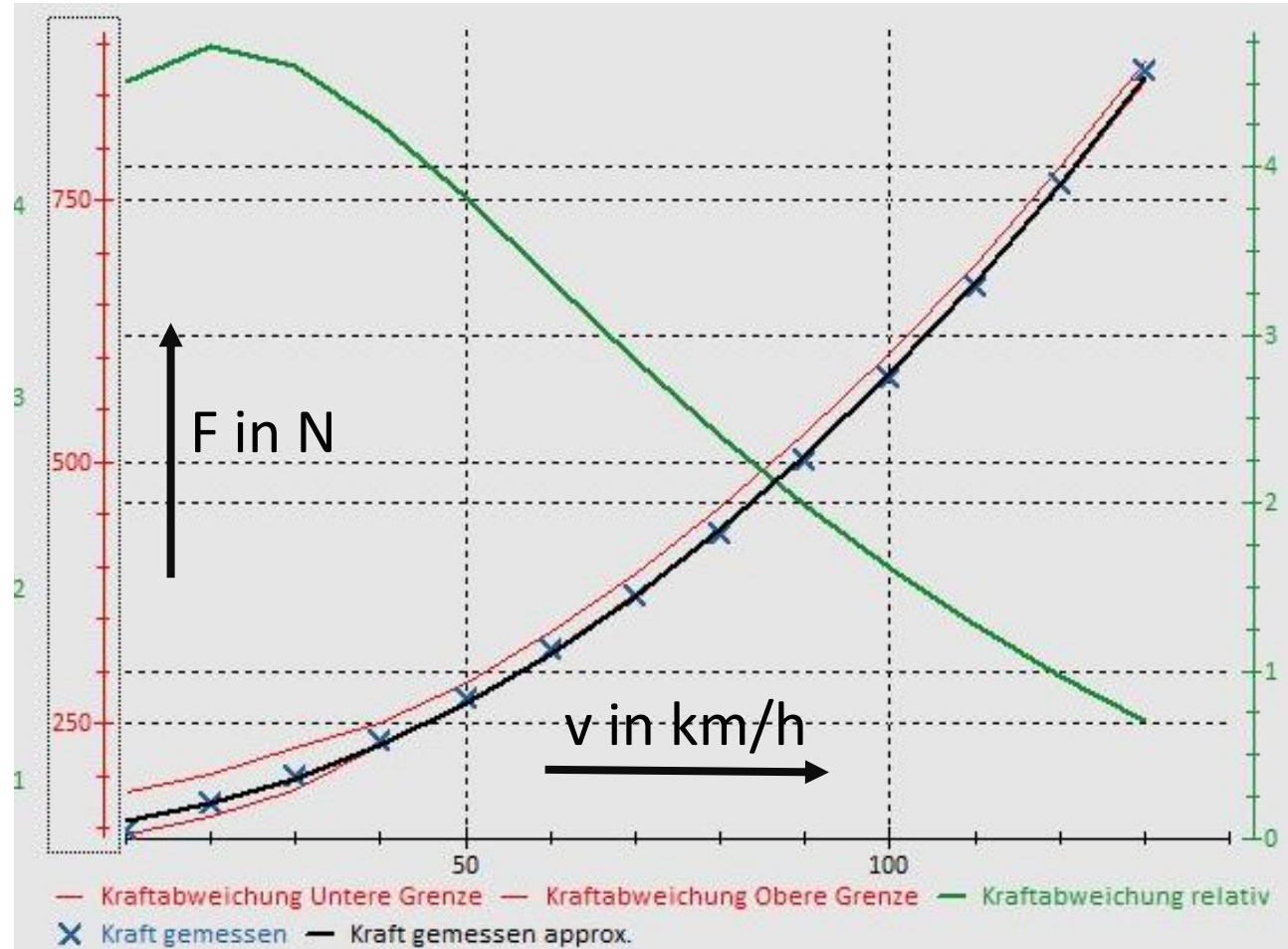
• Pre conditioning phase

- ระบบอุ่นเครื่อง
 - ตัวอย่าง: 1 WLTC ที่ไม่มีการวัดการปล่อยมลพิษ
- การปรับตัวของ **Road Load** เพื่อรับประกันว่าระบบควบคุมจำลอง "สภาพแวดล้อมที่แท้จริง"
 - เพื่อตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การรับน้ำหนักถนน:
 - 1) ลงที่ทดสอบ
 - 2) เปรียบเทียบผลการทดสอบเพียงทดสอบกับความต้านทานการขับขี่ที่วัดได้.
- เรียกใช้ล่วงหน้าเพื่อตั้งค่าระบบเป็นสถานะเอาต์พุตที่กำหนด.
 - ตัวอย่าง: 1 WLTC ที่ไม่มีการวัดการปล่อยมลพิษ.
- การปรับสภาพรถ.
 - ตัวอย่าง WLTC: จาก 6 ถึง 36 ชั่วโมงอุณหภูมิโดยรอบ → $23\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$



ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบโคสต์ดาวน์

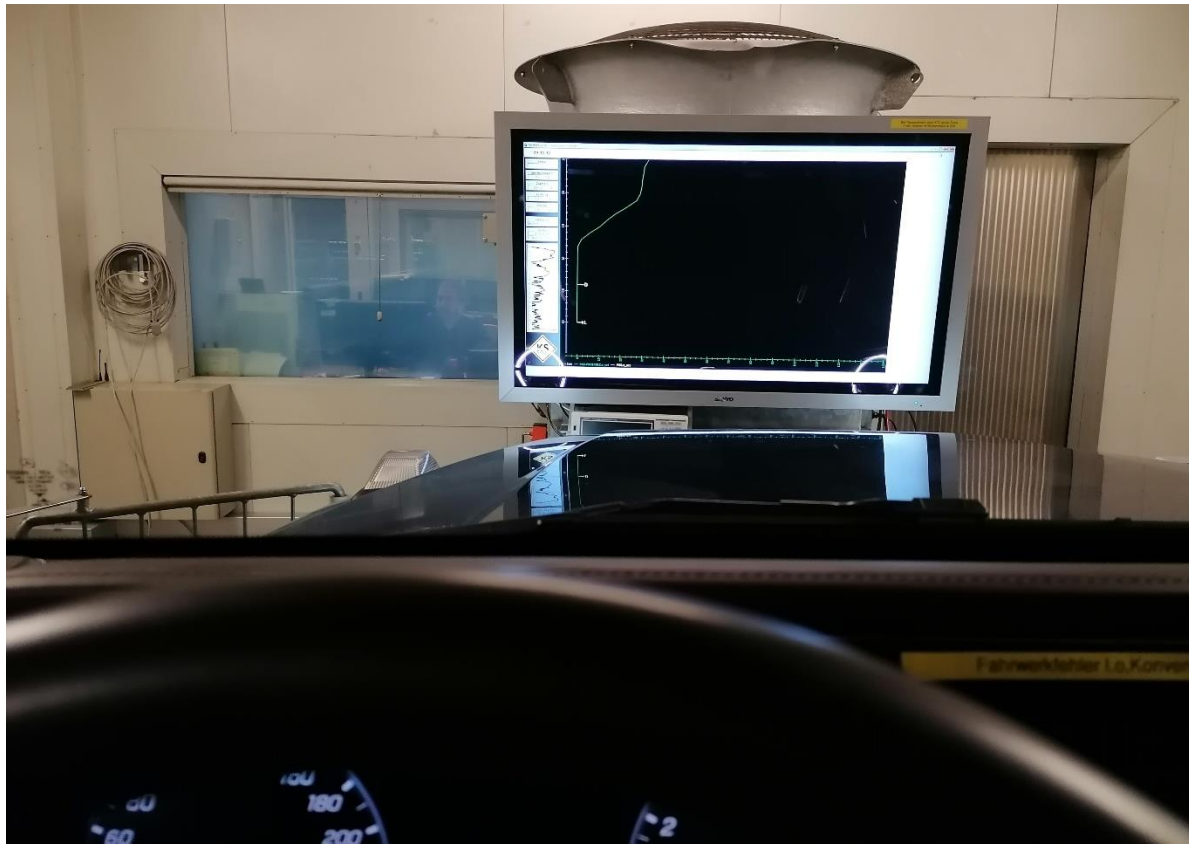
- **black:** ความเร็วขึ้นอยู่กับแรงวัดที่ทดสอบ.
- **red:** เส้นค่าที่ยอมรับได้ที่ต้องการ.
- **green:** การเบี่ยงเบนระหว่างค่าที่ต้องการและค่าที่วัดได้ใน %



Step 4, ready to measure

- การสอบเทียบและการปรับระบบการวัดหากจำเป็น
 - เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ → ด้วยก๊าซสอบเทียบ
- **Measuring the vehicle**
 - วงจรสำหรับ WLTP คือ WLTC
 - ในระหว่างการทดสอบก๊าซมลพิษบางชนิดจะถูกวัดด้วยความถี่การสุ่มตัวอย่าง 1 Hz
 - ตัวอย่างที่นำออกมาจากก๊าซไอเสียเจือจางจะถูกเก็บไว้ในถุงพิเศษ
 - หลังจากการทดสอบ (WLTC เสร็จสิ้น) ระบบการวัดจะต้องได้รับการสอบเทียบอีกครั้ง
 - ตัวอย่างที่ถ่ายจะได้รับการวิเคราะห์หลังจากการทดสอบเสร็จสิ้น.

ขั้นตอนที่ 4 การวัด



มุมมองไดรเวอร์



ระบบเก็บตัวอย่างถุง

วัดความเข้มข้นของก๊าซ

- สำหรับสารประกอบก๊าซ (C_i in ppm) → เครื่องวิเคราะห์ก๊าซ

$$M_i = \frac{V_{\text{mix}} \cdot Q_i \cdot k_H \cdot C_i \cdot 10^{-6}}{d}$$

- THC, CH₄ การตรวจจับไฮโดรคาร์บอนของเปลวไฟแบบให้ความร้อน (FID)
- CO and CO₂ เครื่องตรวจจับอินฟราเรด (IRD)
- NO and NO_x เครื่องตรวจจับความร้อน (CLD)

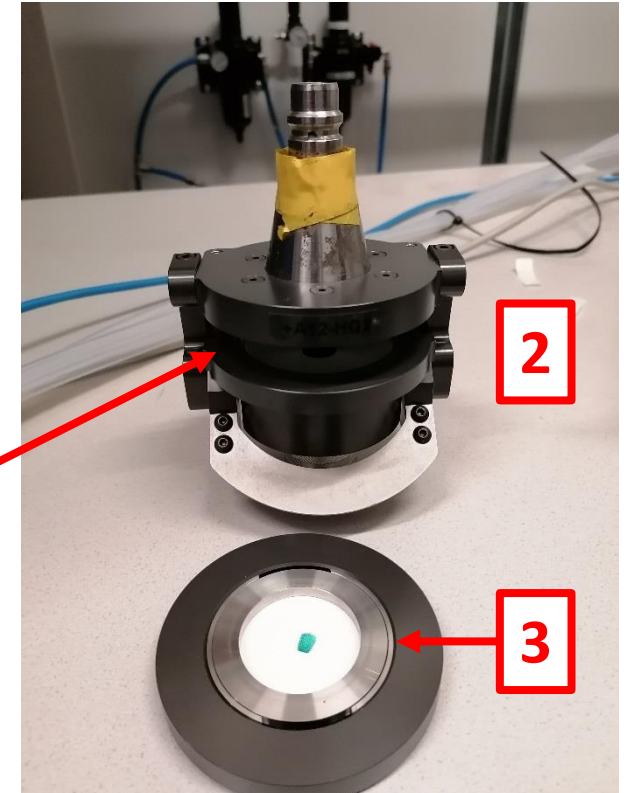
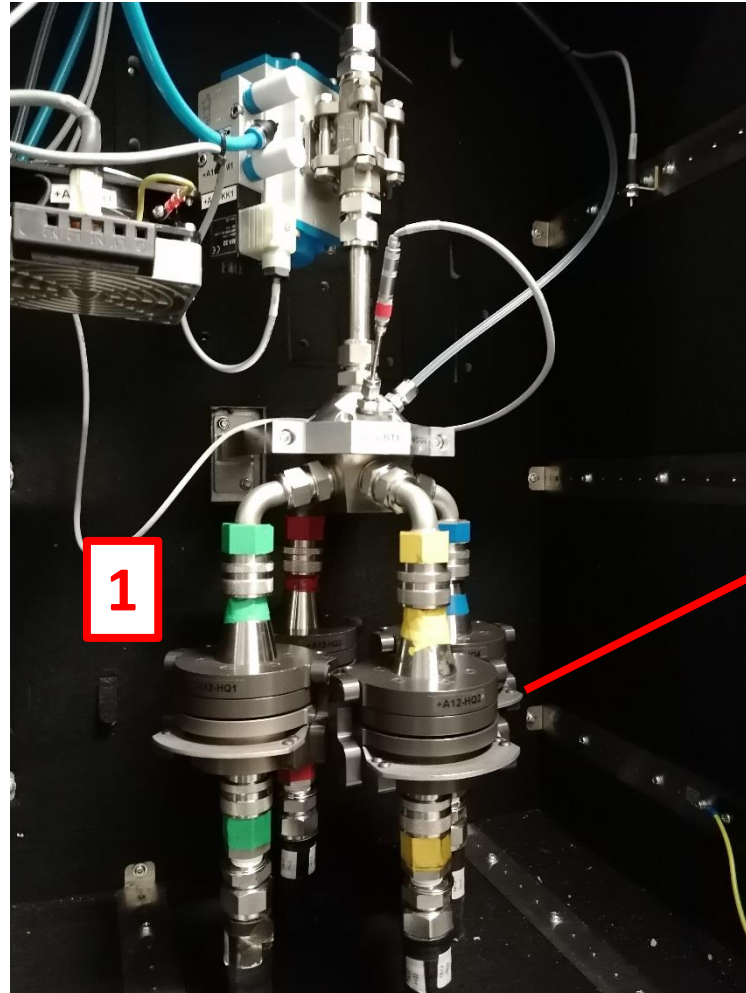
วัดอนุภาคเขม่า



- มวลอนุภาคเป็นกรัม/กิโลเมตร
 - ตัวอย่างที่นำออกมาจากการปล่อยไอเสียที่เจือจางจะถูกส่งผ่านแผ่นกรองพิเศษ
 - ต้องวัดน้ำหนักของแผ่นกรองก่อนและหลังการทดสอบ
 - ความแตกต่างของน้ำหนักระหว่างตัวกรองที่โหลดและตัวกรองที่ไม่ได้โหลดช่วยให้สามารถสรุปมวลอนุภาคที่ปล่อยออกมาได้
 - ปัญหา: ความแตกต่างของน้ำหนักอยู่ในช่วงไม่กี่ไมโครกรัมเท่านั้น
 - จำเป็นต้องมีเครื่องชั่งที่แม่นยำ สภาพอากาศโดยรอบในห้องตัวอย่างต้องคงที่.

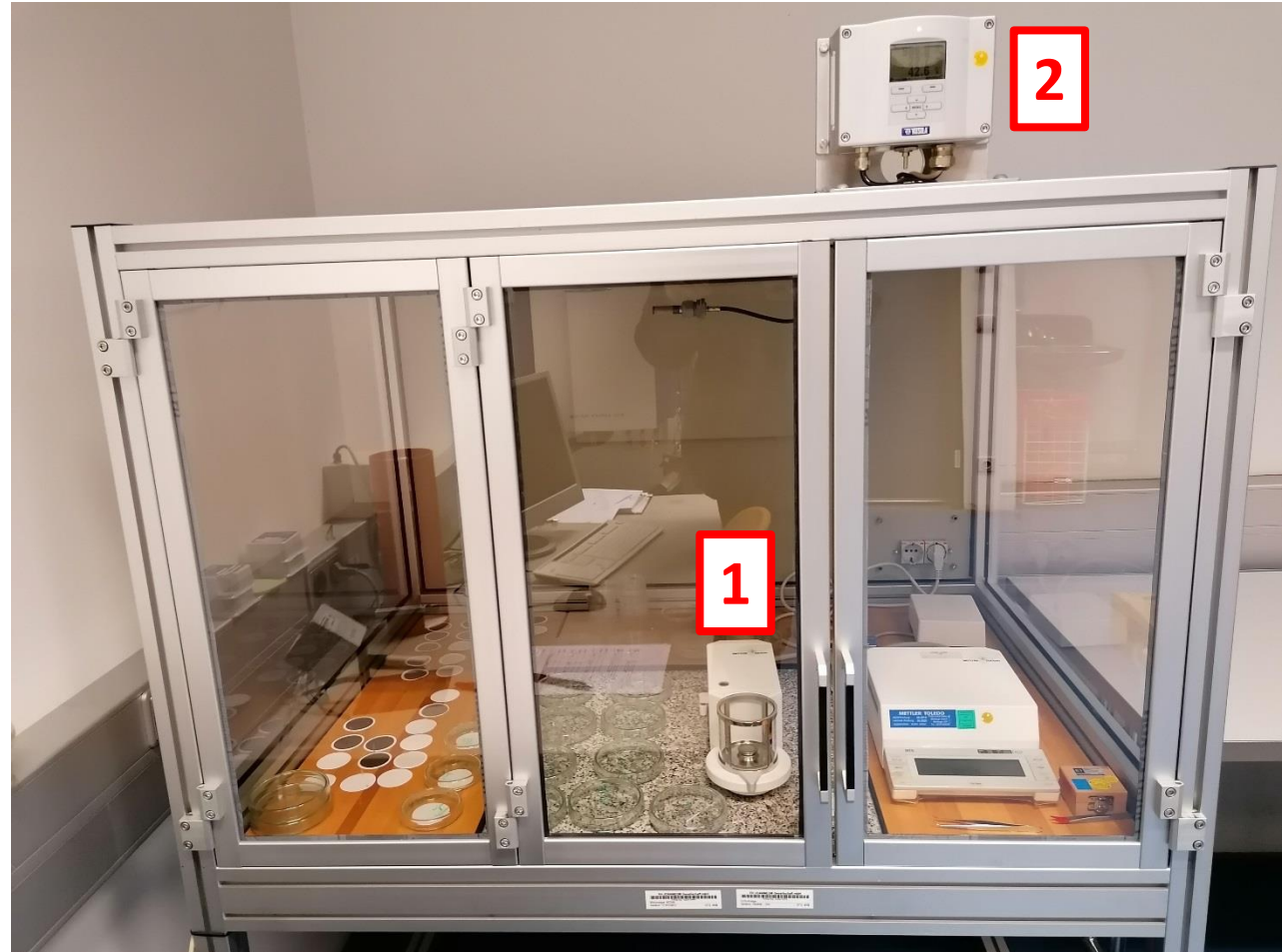
อุปกรณ์วัด, PSS

- 1) ใน PSS ติดตั้งที่ยึดตัวกรอง
- 2) ตัวยึดตัวกรองที่ถอดออกและเปิดออก
- 3) แผ่นกรอง



ห้องตัวอย่าง

- 1) เครื่องชั่งขนาดเล็ก
- 2) อุณหภูมิความชื้นและความดันโดยรอบ

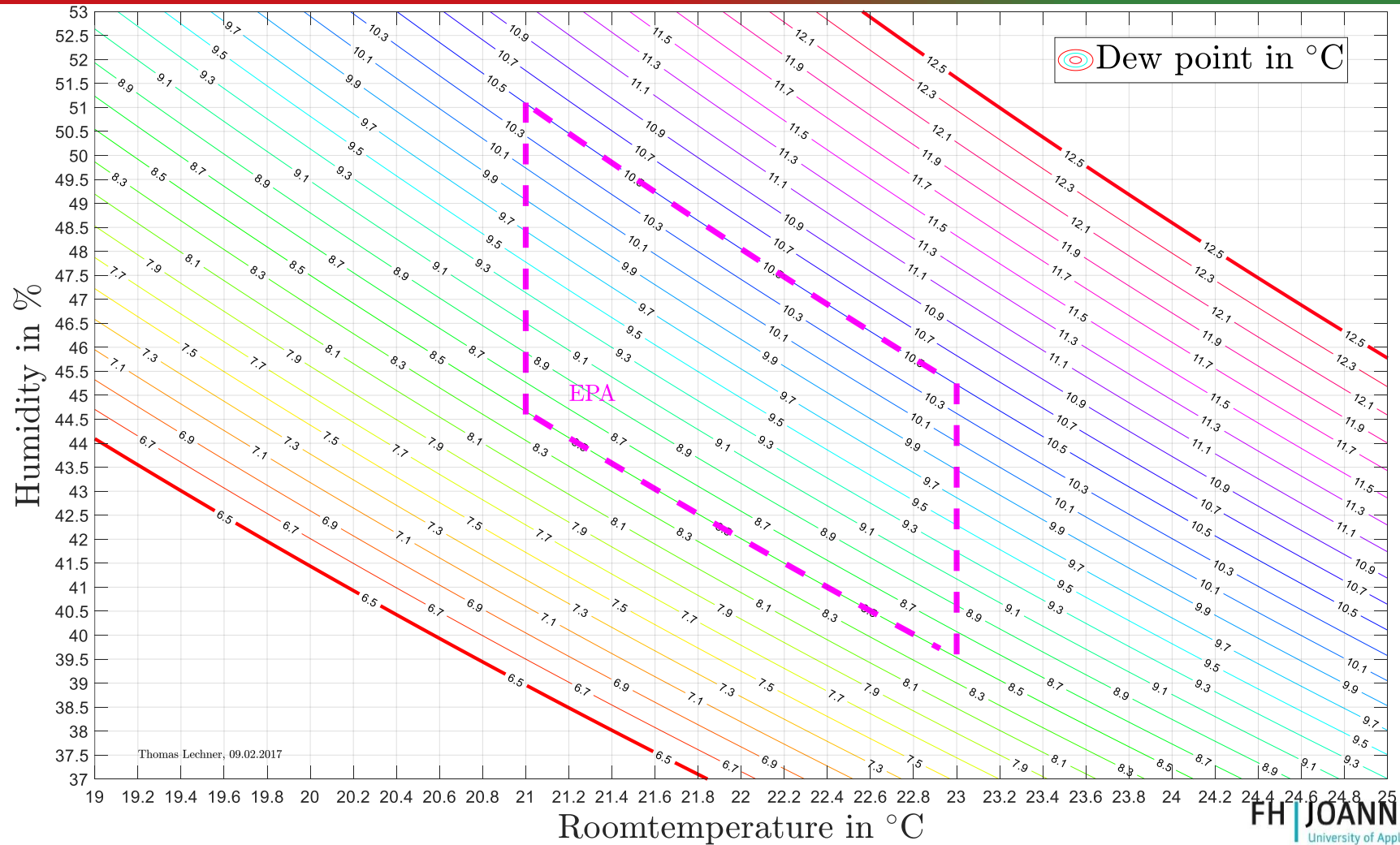


แผ่นกรองที่โหลด

แผ่นกรองที่โหลดต่างกัน



ห้องตัวอย่าง, ช่วงความอดทน



วัดอนุภาคเขม่า

- จำนวนอนุภาคใน #/km
 - อุปกรณ์วัด: ตัวนับอนุภาค



การบริโภคน้ำมันเชื้อเพลิง



- การคำนวณขึ้นอยู่กับความสมดุลของคาร์บอน
- การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงได้รับอิทธิพลจาก
 - การปล่อยมลพิษจำนวนมากของ **HC, CO** และ **CO2**
 - ความเข้มข้นที่วัดได้สูงสุดในก๊าซไอเสียมาจาก **CO2**
 - ความหนาแน่นของเชื้อเพลิงและความสม่ำเสมอ
 - เชื้อเพลิงที่ผ่านการรับรองเป็นสิ่งจำเป็น.



-
- [1] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/37187/umfrage/der-weltweite-co2-ausstoss-seit-1751/>
 - [2] <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>
 - [3] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/317683/umfrage/verkehrstraeger-anteil-co2-emissionen-fossile-brennstoffe/>
 - [4] <https://de.statista.com/infografik/15722/co2-ausstoss-von-pkw-marken/>
 - [5] Commission Regulation (EU) No. 2017/1151: *Type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles (Euro 5 and Euro 6)*, June 1, 2017
 - [6] <https://www.delphi.com/newsroom/press-release/delphi-technologies-launches-26th-worldwide-emissions-standards-book>



สถานที่ทดสอบการฝึกอบรมภาคปฏิบัติ



วางแผนแนวคิดสำหรับมหาวิทยาลัยของคุณ

งานกลุ่มสำหรับแต่ละมหาวิทยาลัยเตรียมพลิปชาร์ต

- การทดสอบใดที่อาจจำเป็นจากอุตสาหกรรม?
 - การทดสอบการทำงาน?
 - การทดสอบความทนทาน?
 - ความสลับซับซ้อน?
- นักเรียนจะมีส่วนร่วมในโครงการอุตสาหกรรมเหล่านี้ได้อย่างไร?
- การทดสอบเหมาะสมกับหลักสูตรอย่างไร?
- สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้กับการบรรยายได้หรือไม่?
- ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น

การนำเสนอโดยวิทยากรและการอภิปรายหลังเบรกกาแฟ.

การฝึกอบรมภาคปฏิบัติ



นำเสนอเครื่องมือที่คุณวางแผนจะซื้อและการฝึกอบรมที่ทำกับมัน
งานกลุ่มสำหรับแต่ละมหาวิทยาลัยเตรียมฟิลิปชาร์ต.

- แนวคิดของการฝึกอบรม?
 - เนื้อหาทางเทคนิค
 - ใครจะได้รับการฝึกฝน? - ความรู้ที่คาดหวังของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
 - หัวข้อที่ต้องฝึกอบรม
- ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น

การนำเสนอโดยวิทยากรและการอภิปราย.



Engineering Knowledge Transfer Units to Increase Student's Employability and Regional Development



<https://www.facebook.com/unitederasmus/>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.598710-EPP-1-2018-1-AT-EPPKA2-CBHE-JP