

# Témata bakalářských a diplomových prací @MechLab

Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně

2018

# Obsah prezentace

- 1. Stručné představení oboru Mechatronika
- 2. MechLab – představení laboratoře
- 3. Témata BP a DP
  - 3.1. Práce v uplynulých letech.
  - 3.2. Obecné poznámky a okruhy témat
  - 3.3. Konkrétní témata prací
- 4. Organizační poznámky

ODKAZ NA TUTO PREZENTACI:  
[www.mechlab.cz/pro-studenty](http://www.mechlab.cz/pro-studenty)



# MECHLAB

Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics  
 Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology  
 2009-2018

# MECHLAB: Overview

- **About MECHLAB**
- **Projects** for industrial partners
- **Teaching** and other education
- **Research** and development



# MECHLAB: about

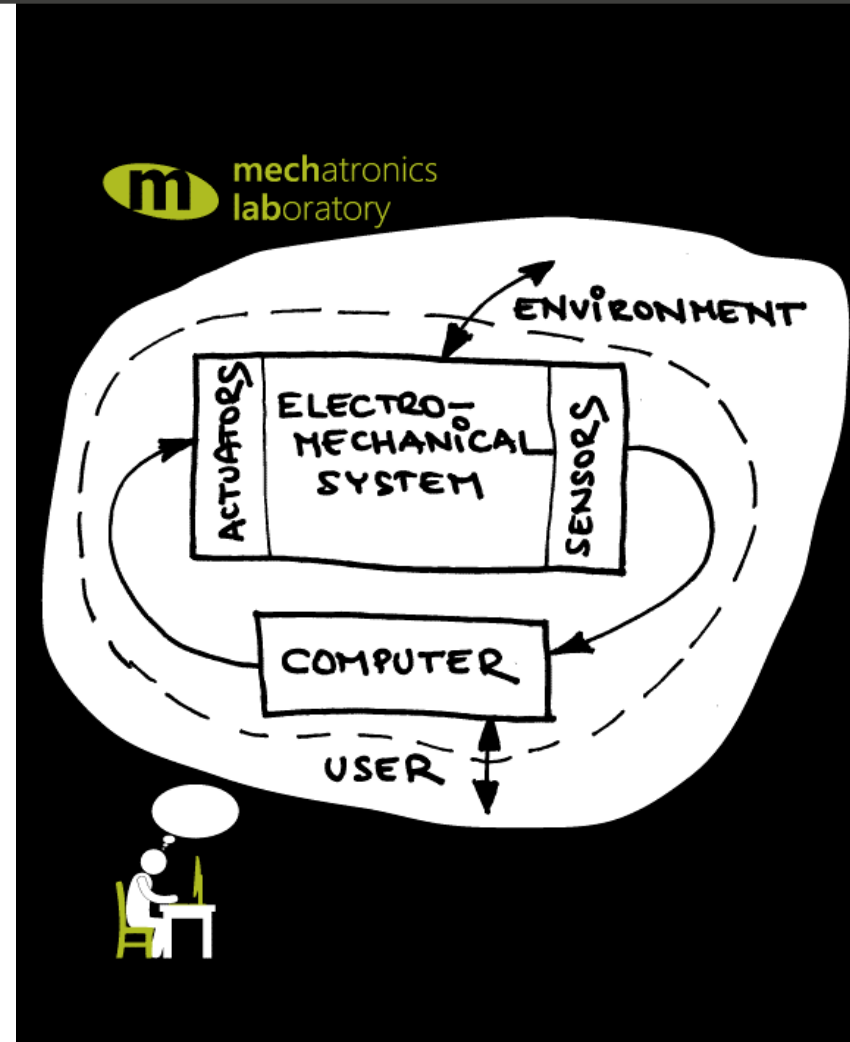
# About the Brno University of Technology

- **Brno University of Technology**
  - founded in 1899
  - second largest and oldest technical university in the CR
  - 8 faculties
  - about 20.000 students
- **Faculty of Mechanical Engineering**
  - founded in 1900
  - about 4.000 students, 500 employees
- **Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics**
  - about 30 employees
- **Mechatronics laboratory (MechLab)**
  - founded in 2009



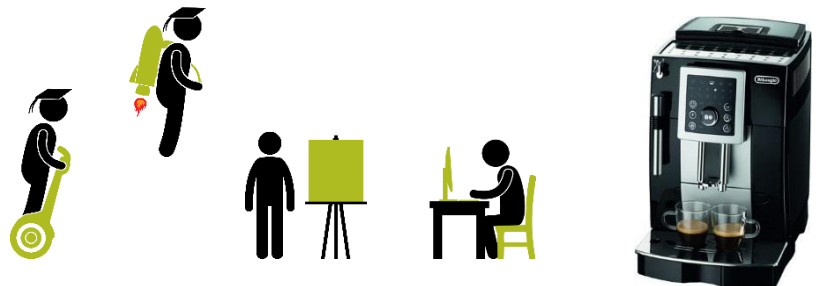
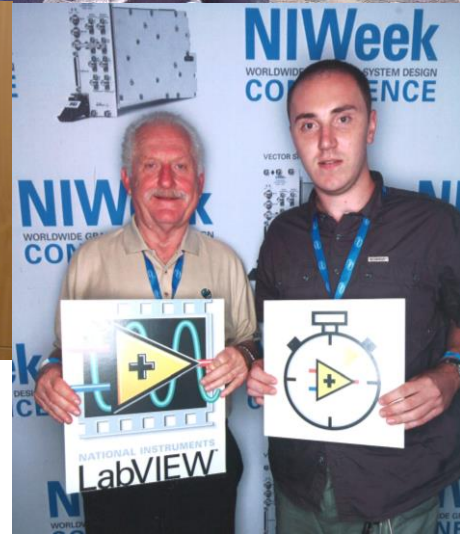
# What is Mechatronics?

- **Mechatronics** is an interdisciplinary area of engineering that **combines mechanical and electrical engineering and computer science**.  
A typical mechatronic system picks up signals from the environment, processes them to generate output signals, transforming them for example into forces, motions and actions.





# Team





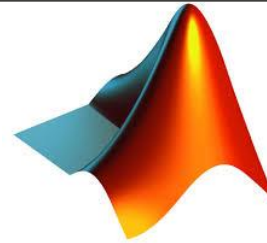
# HW tools

- Professional tools for **Rapid Control Prototyping and HIL (Hardware-In-the-Loop)**
- **dSPACE single board 1103 with AutoBox**
- **dSPACE modular system**
  - DS1006 processor board
  - DS2202 HIL I/O board
  - DS5203 FPGA board
- **NI cRIO (several chassis, modules)**
  - real-time computer, FPGA, modular I/O
  - programming in NI LabView
- **NI PXI**
  - several I/O cards (incl. FPGA)



# SW tools

- **MATLAB**/Simulink
- MATLAB Coder, Embedded Coder
- **physical simulations** (SimScape, SimMechanics)
- Desktop applications using **MATLAB Compiler**
- Eagle
- SolidWorks
- Microchip MPLAB<sup>®</sup>, development of embedded SW in C
- **Python**, numerical and scientific packages, WEB APPS (frameworks Flask, Django)
- LabVIEW



# MECHLAB: projects





# Our customers 2012-2017

PISTON POWER

ŠKODA

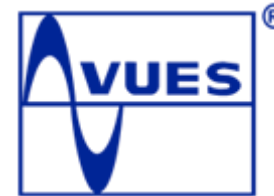


SIEMENS

UNiS



BOSCH



KNORR-BREMSE



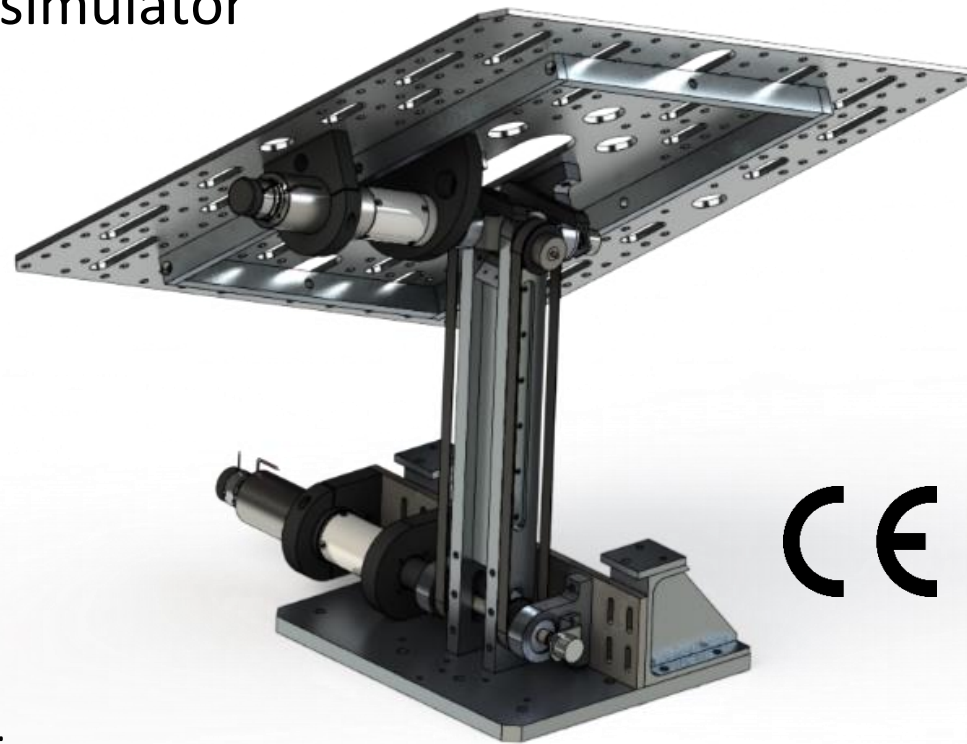
Honeywell



ZDAS

# Motion Simulator for DNOX Tank Testing

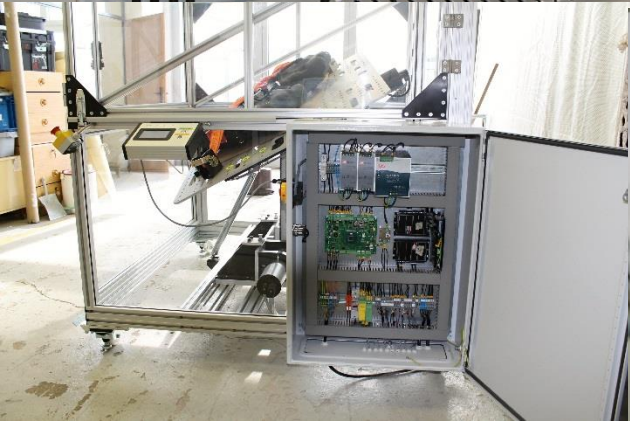
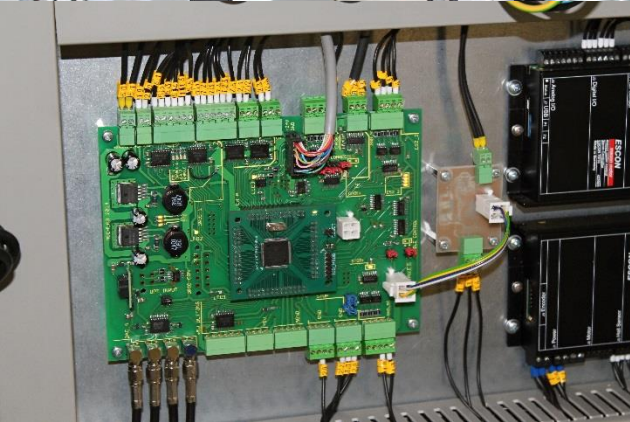
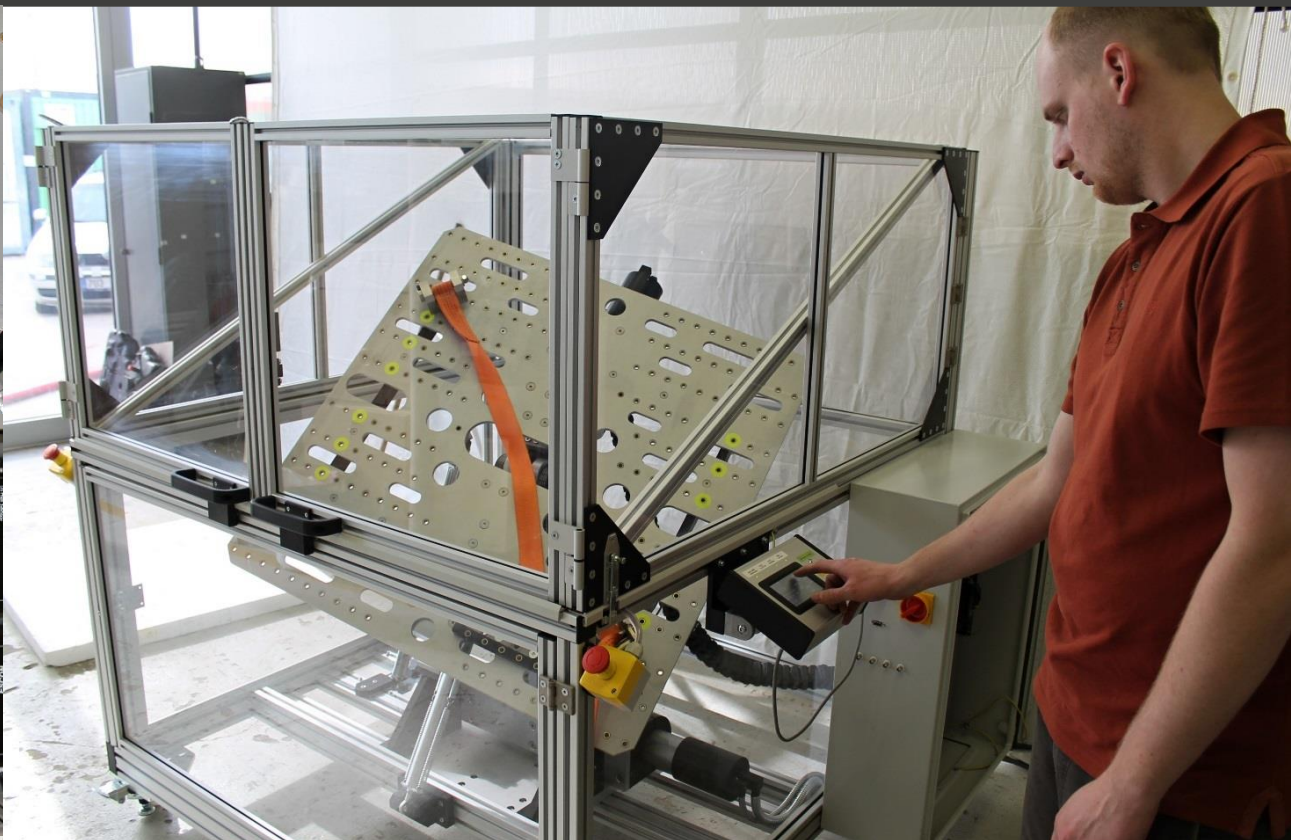
- Customer: Robert Bosch, České Budějovice
- Application: industrial motion simulator
- 2DOF rotating platform
  - Working range:  $\pm 40$  deg.
  - Max. load 50 kg
  - Platform size: 1000x1000 mm
- Electronics
  - 240W DC brushed motors
  - Position controlled by dsPIC
- Declaration of conformity (CE)
- Developed: 09/2014 - 03/2015



{[video](#)}



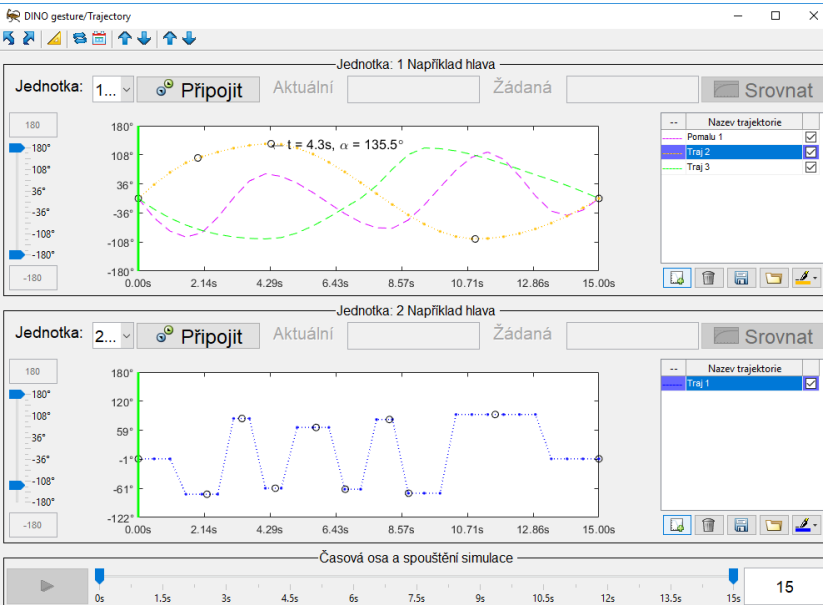
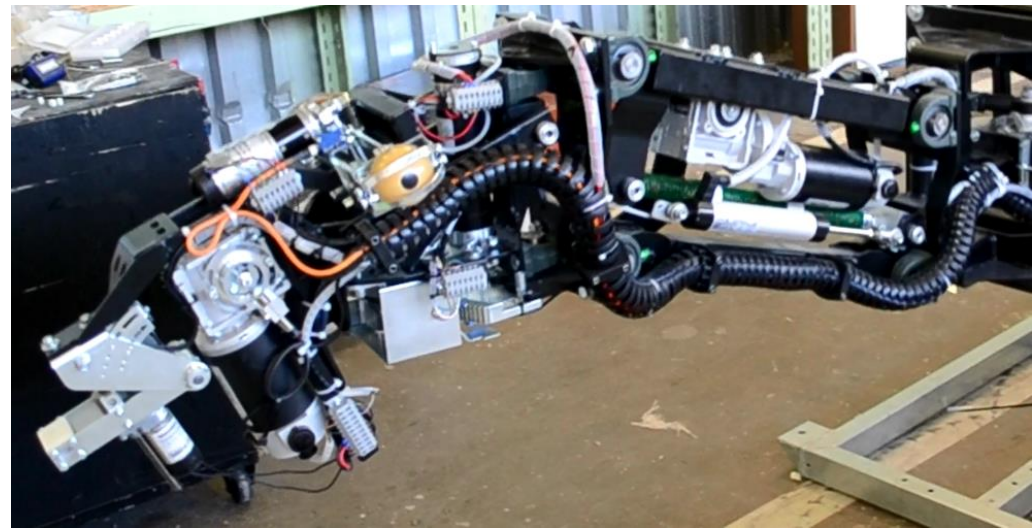
# Motion Simulator for DNOX Tank Testing





# Distributed Control HW/SW for Drives

- **Key idea:** easy to use system for “programming” of complex movement (animation) of models of animals in Dinopark.
- implementation:
  - custom HW (low cost)
  - custom SW (state machine)

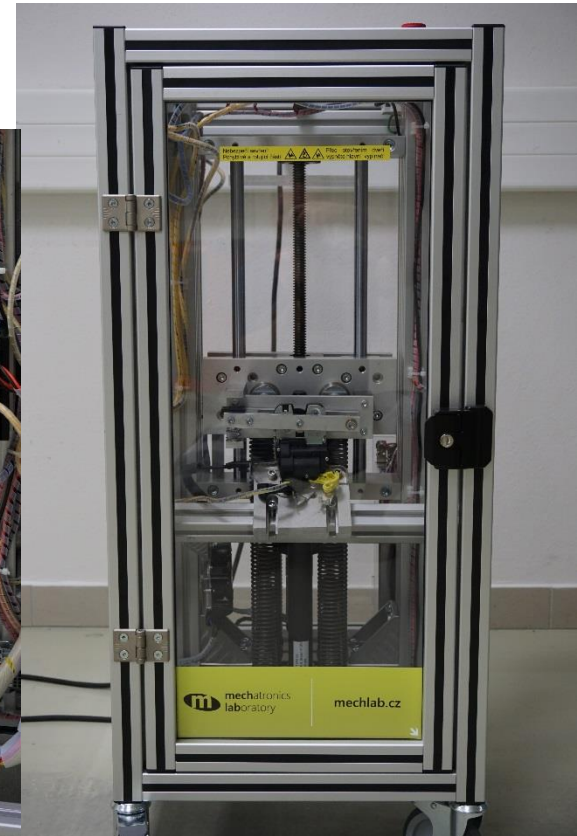
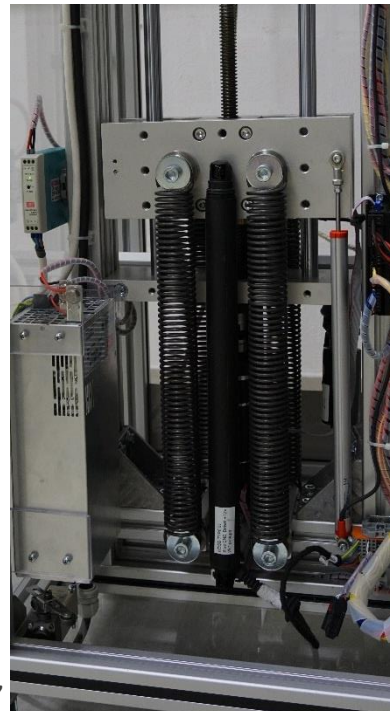


# Testing stand for HIL tests of HDSG

- Customer: ŠKODA Auto
- Task: simulation of boot mechanism for controlled load of electrical actuators
  - HDSG (HeckDekel SteuerGerät)
- Used in System HIL testing of car comfort electronics.
- Developed: 10/2014-06/2015



**ŠKODA**



# Wireless Temperature Measurement (2015)

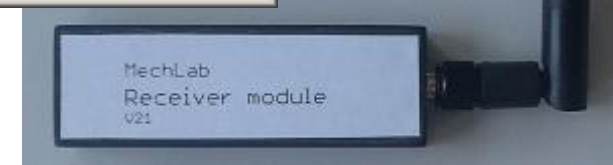
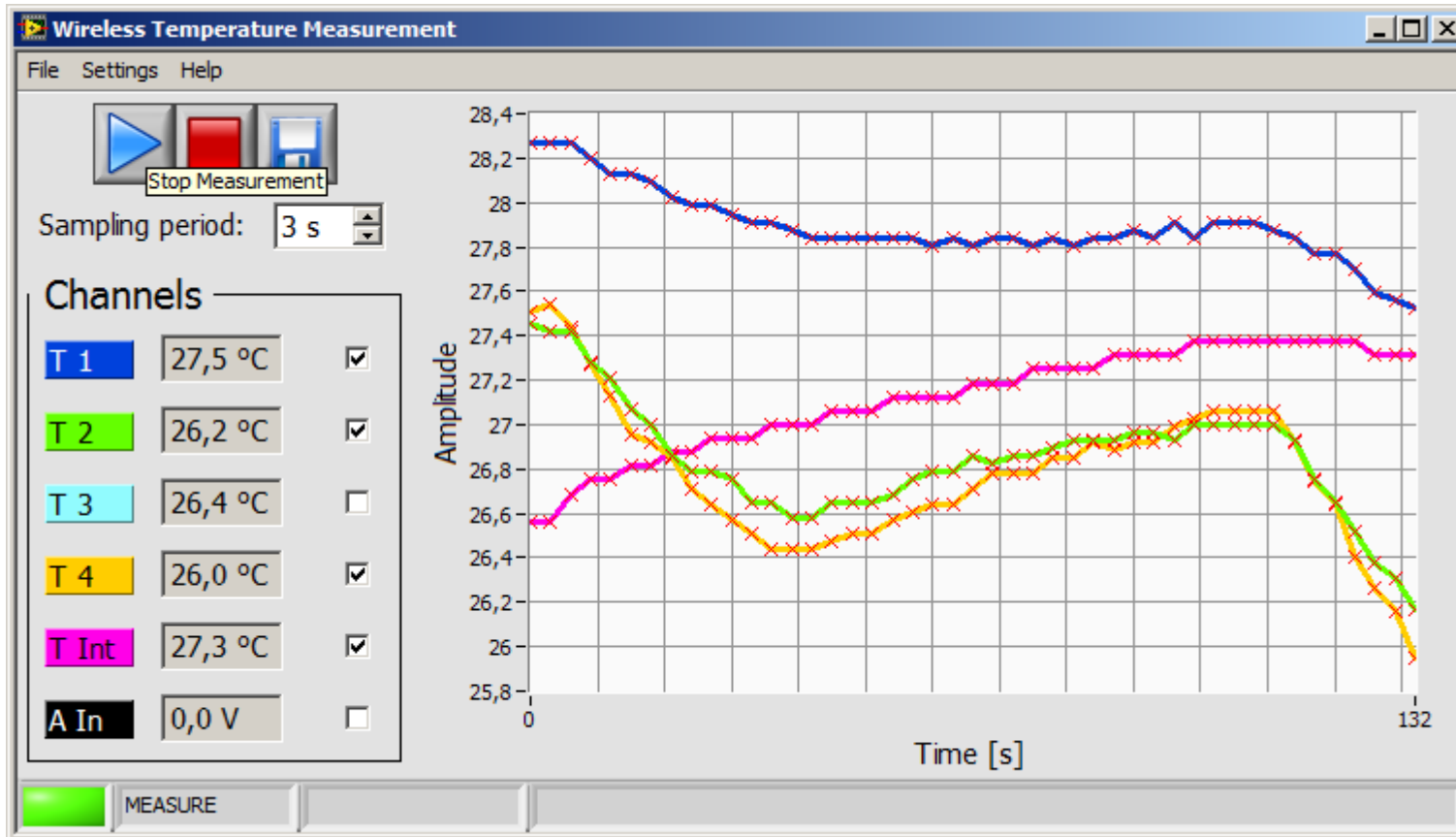
- Temperature measurement for cases where it is difficult or even impossible to use wires
  - e.g. measurement on rotational parts of machines
- KeyFeatures:
  - 4x input for RTD sensors (-20 to 240 °C, Pt100)
  - 1x general analog input (0 to 3 V)
  - dimensions of measuring module: 59 x 37,5 x 13,5 mm, weight: 53 g
  - signal range in open air: 40 m \*)
  - internal rechargeable battery 3,7 V, 250 mAh
  - battery life with 5 s sampling rate: 8 hours
  - battery life with 30 s sampling rate in low-power mode: 30 days
  - mini-A USB connector for easy battery charging





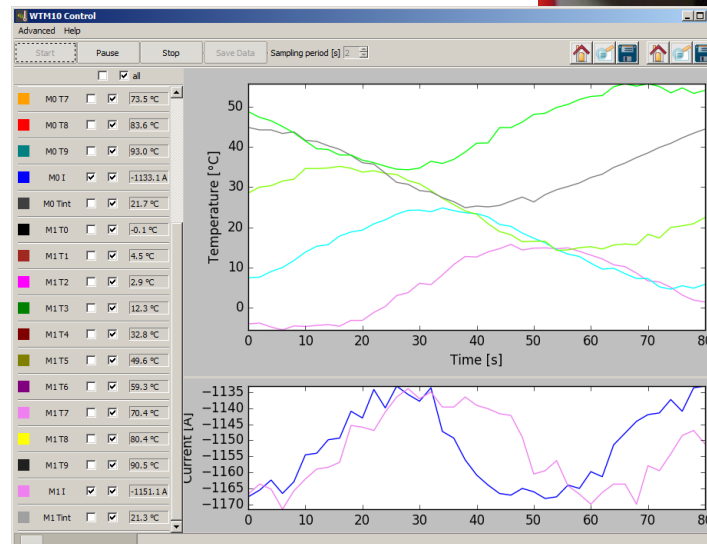
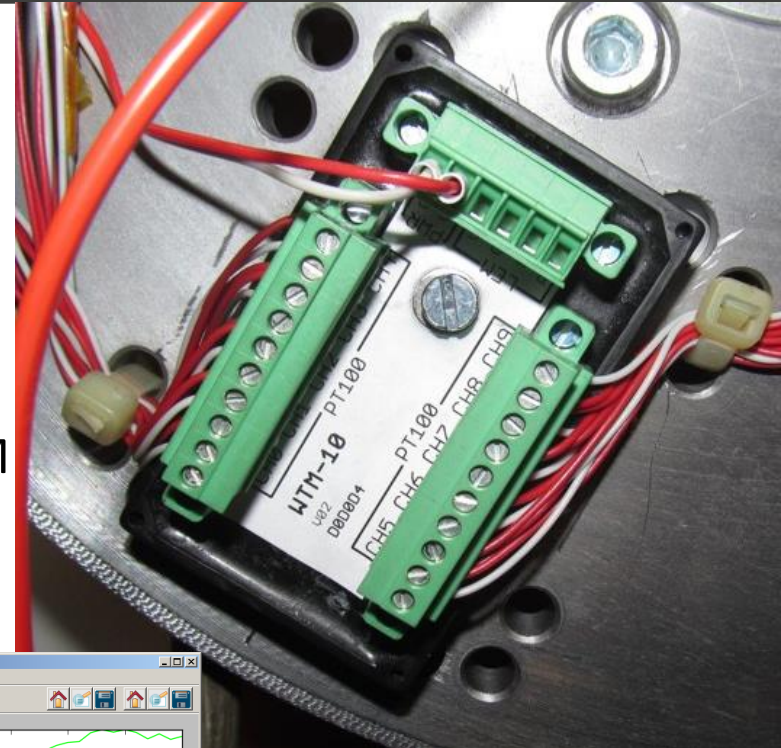
# Wireless Temperature Measurement (2015)

- control SW for PC's with MS Windows operating system



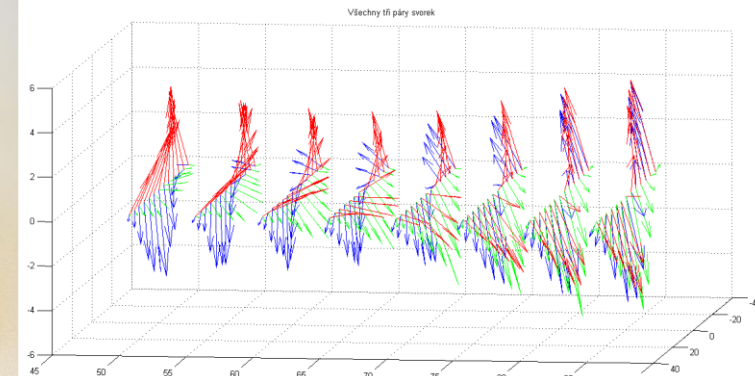
# 10Ch Wireless Temperature Measurement (2017)

- Temperature and current measurement on rotors of electric generators
- 2 wireless modules:
  - 10x input for RTD sensors (-20 to 240 °C, Pt100)
  - 1x input for current measurement using LEM HASS xxx-S current transducers (50-600 A)
  - powered from excitation winding
- Customer:
  - SIEMENS Drásov



# BOSCH Hall: Rotation Direction Detector

- Customer: Robert BOSCH
- **Task: detection of rotation direction for DC and BLDC pumps in fuel module**
- Application: Production quality control
- Solution:
  - Uses Hall sensors
  - Measure changes in magnetic flux density
  - implemented on microcontroller PIC24
  - Digital I/O and RS232 for communication with PC



**BOSCH**



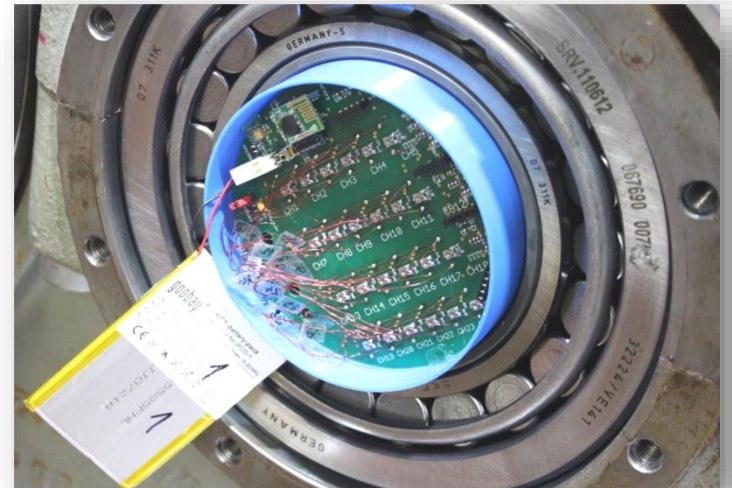
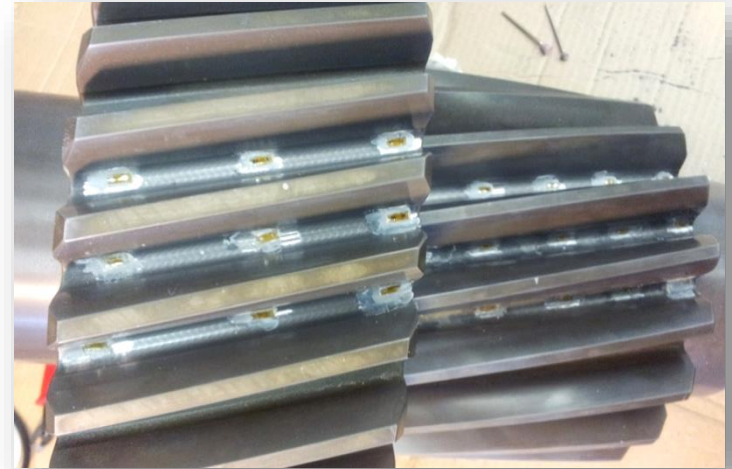
# Wireless data acquisition module (2014)

- application: crankshaft vibro-analysis
- Long term monitoring module
  - Piezoelectric sensor, temp. sensor
  - Variable acc sensitivity (10-1000g)
  - Sample rate: 20-100kHz
  - Range: 30m
  - Outputs raw data for advanced analysis
  - Lifetime: 1,7y (measure 3 times a day)
  - Dimension (d=50mm, h=120mm)
  - User software included (LabView)
- Customer: ZKL Brno



# Wireless measurement of deformation (2014)

- application: gear-wheel strain measurement
- Straingauge wireless module
  - 120 $\Omega$  quarter bridge
  - 24 channel bridge measurement
  - Sample rate: 700 Hz
  - Range: 30m
  - Outputs raw data for further analysis
  - Dimension (d=110mm, h=40mm)
  - Experimental software (LabView)
- Customer: IG Watteeuw



# 7FP project ESPOSA (2011-2015)

- ESPOSA = Efficient Systems and Propulsion for Small Aircraft, European 7FP, <http://www.esposa-project.eu/>
- 39 partners (9 universities, 11 research est.)
- role of BUT: modelling, HIL, support for code generation for FADEC, TEGs



**160-250 kW**  
**(~ 2-5 seats)**

Turboprop  
Turbo shaft



Baseline Engine 1  
(160-180 kW)



**300-550 kW**  
**(~ 5-9 seats)**

Turboprop  
Turbo shaft



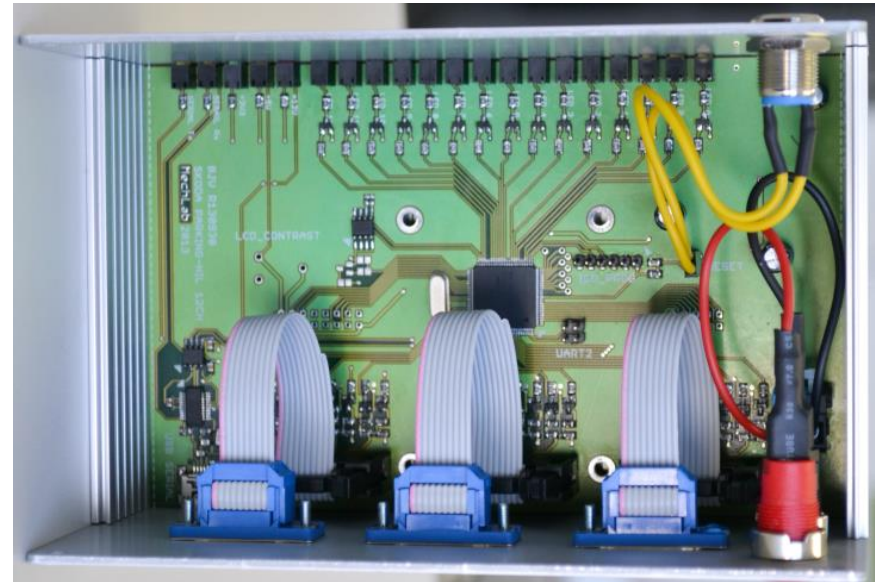
Baseline Engine 2  
(400-470 kW)





# Embedded HIL simulator for parking ECU (2013)

- Task:
  - create embedded version of HIL simulator for parking ECUs
- Requirements:
  - capable of testing PDC and PLA 3/4/7/8/12 ch
  - uC based solution
  - user interface on PC
- Implementation:
  - dsPIC microcontroller with signal conditioning and UART-USB interface
  - GUI and obstacle model programmed in LabView
- Customer: ŠKODA Auto



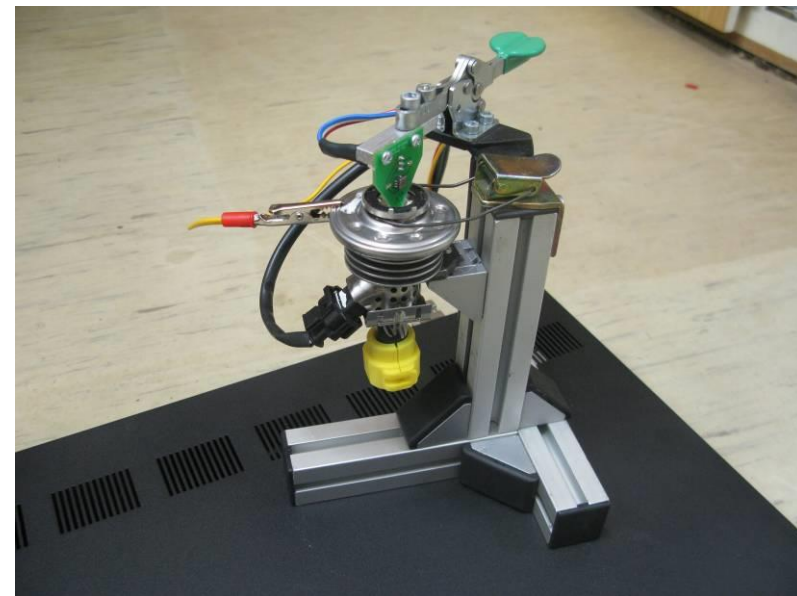
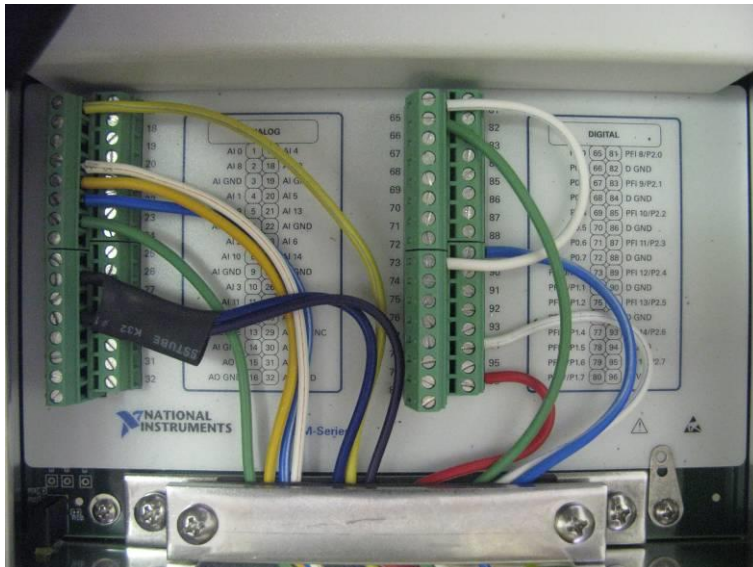
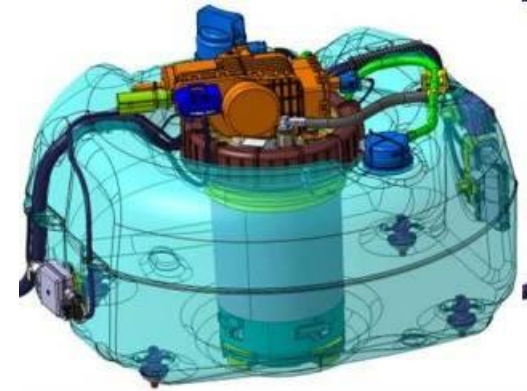
# HIL simulator for parking ECU (2012)

- task: „hack“ and simulate parking sensors for parking ECU (Valeo)
- requirements:
  - prepared for 3, 4 and up to 8 sensors
  - EtherCAT communication with other HIL „boxes“
- implementation:
  - signal conditioning (sensor uses 1 wire bi-directional communication)
  - experiments, understanding of basic sensor behavior
  - NI hardware & software



# Testing stand for DNOX jet (2010)

- object: solenoid jet for Ad-Blue application for diesel engines (reduction of NOx)
- task: test of opening/closing {time, voltage}
- HW: NI USB DAQ
- SW: LabVIEW
- customer: Bosch CB

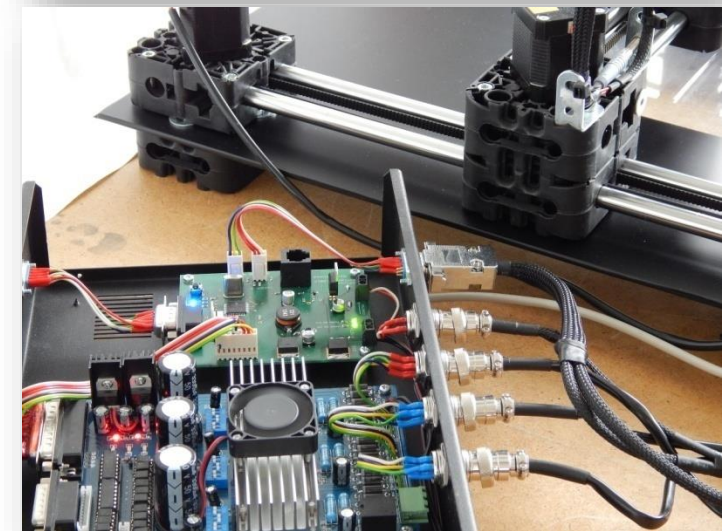
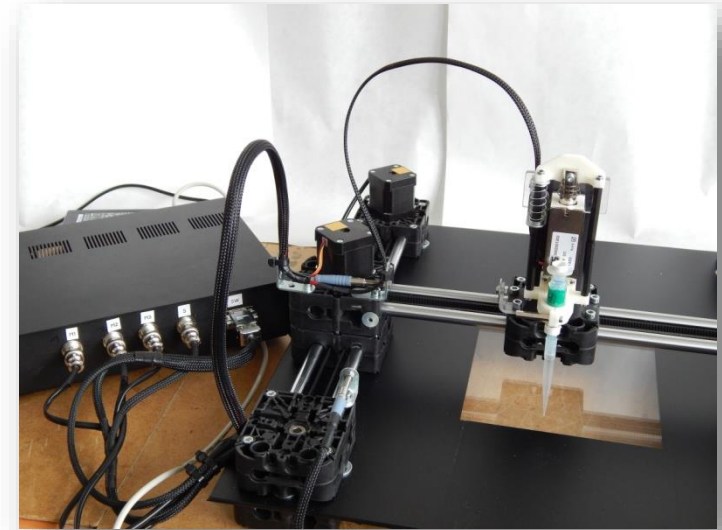




# GelPicker: manipulator for picking gel (2014)

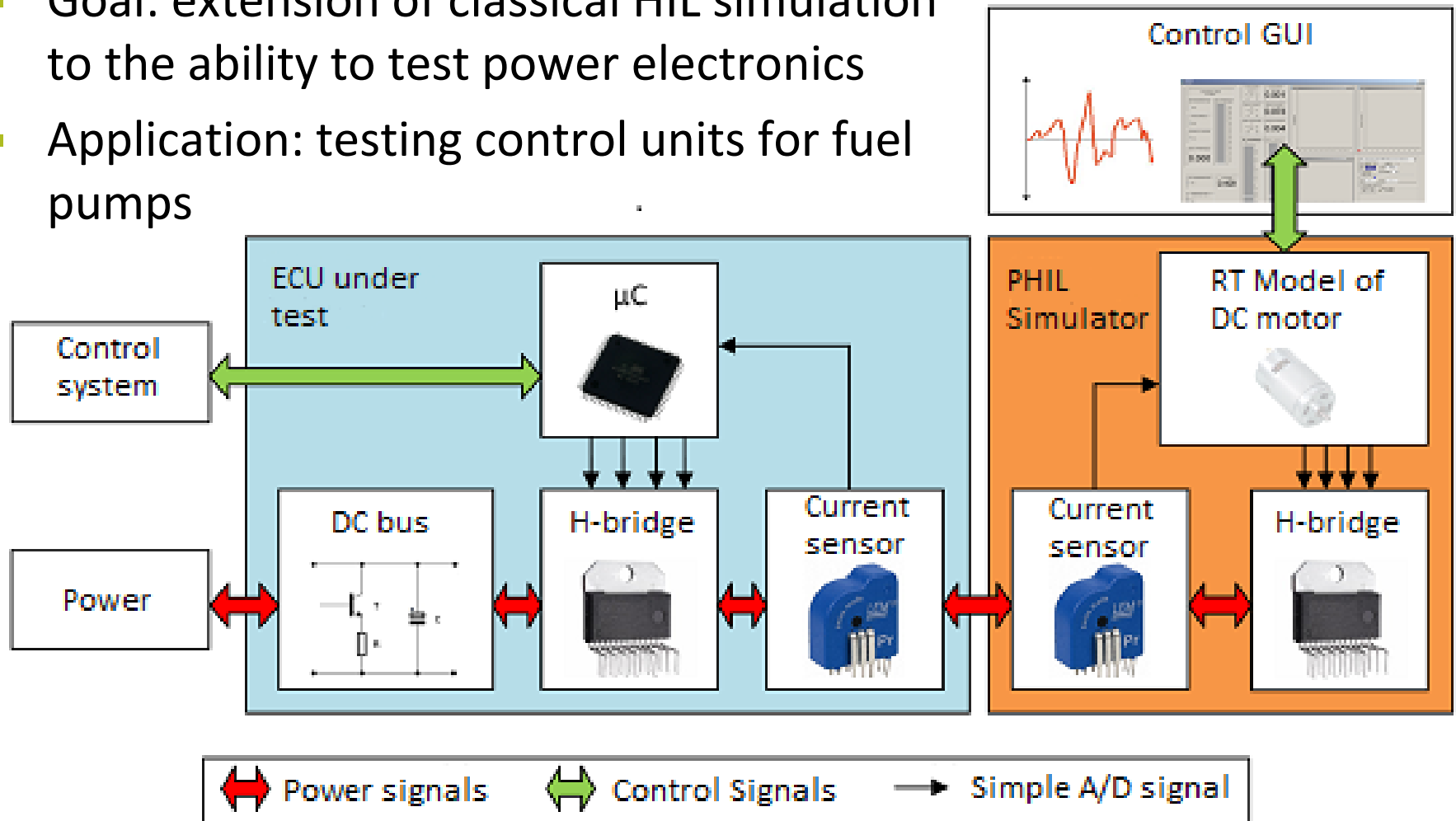
- application: medical research
- 3DOF manipulator
  - X,Y axes: stepping motor controlled
  - Z axes: solenoid
  - Working range: 350 x 350mm (x,y)
  - stroke 20mm (z)
- Electronics:
  - Stepper motor driver
  - controlled by the dsPIC
- Customer: MUNI Brno

{[video](#)}



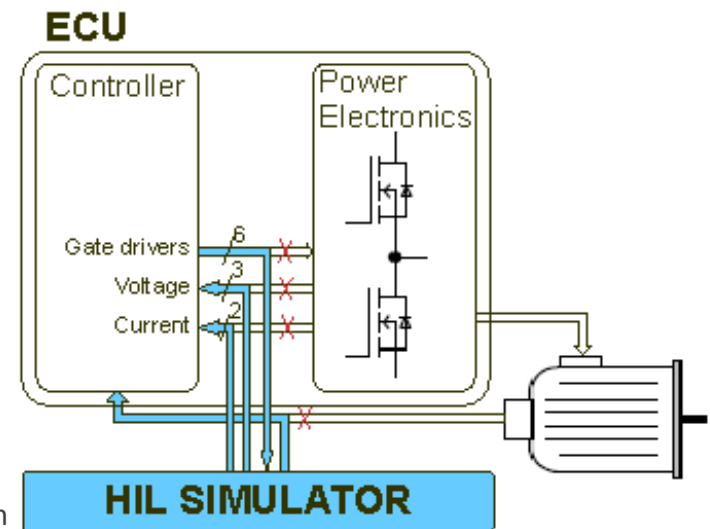
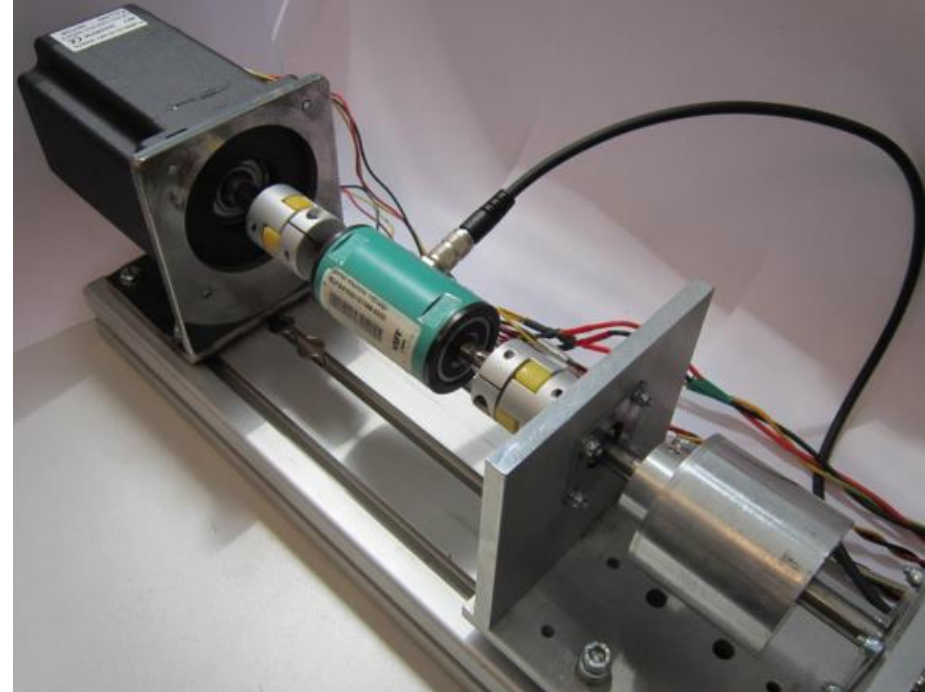
# Power HIL simulation of DC motor (2014)

- Goal: extension of classical HIL simulation to the ability to test power electronics
- Application: testing control units for fuel pumps



# Advanced control / HIL simulation for BLDC motor (2012-2014)

- test stand with encoder, torque meter and load
- algorithms for
  - sensorless control
  - control with one of the hall sensor fault
- HIL simulation
  - very fast execution implemented on FPGA





# Mechlab Training

- **Focus:**

- Engineering applications of MATLAB/Simulink, modelling, system identification, mechatronics
- Designed typically for a mechanical engineer who wants to develop competences in mechatronics.

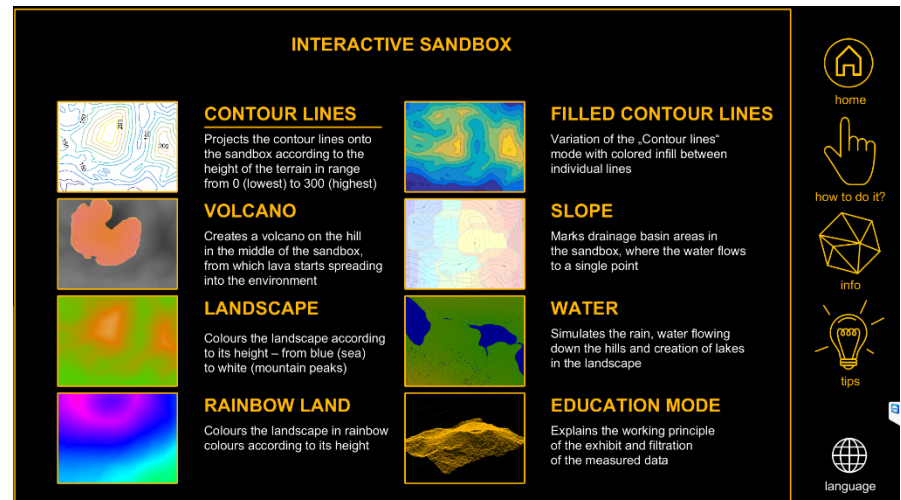
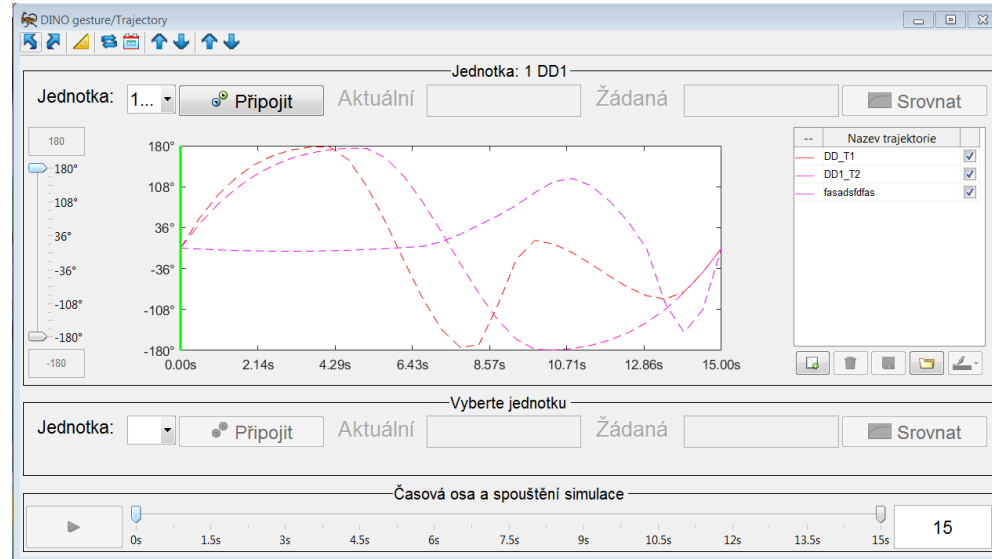
- **Customers and trainings:**

- Introduction to MATLAB, Advanced features of MATLAB - (internal training for employes of Brno University of Technology 2015, 2016)
- Advanced simulation techniques (Danfoss, 2015)
- Introduction to Mechatronics (30 hours training for Honeywell and Knorr-Bremse, 2014)
- Modelling in MATLAB/Simulink (ŽĎAS, 2014)
- Real-Time systems (RCP and HIL) (ŽĎAS, 2014)



# Desktop applications in MATLAB

- **MATLAB Compiler**
  - applications for **Windows, Linux** and **Mac**
  - MATLAB Runtime (free)
- wide range of applications
- engineering calculations
- import/export from/to XLS
- export to HTML, PDF



A photograph of two young men in a laboratory setting. The man in the foreground is wearing a blue sweater and looking intently at something off-camera. The man behind him is wearing a dark shirt and has his hand on the first man's shoulder, suggesting a teaching or collaborative moment. The background is filled with various pieces of laboratory equipment, including what looks like a microscope or similar instrument.

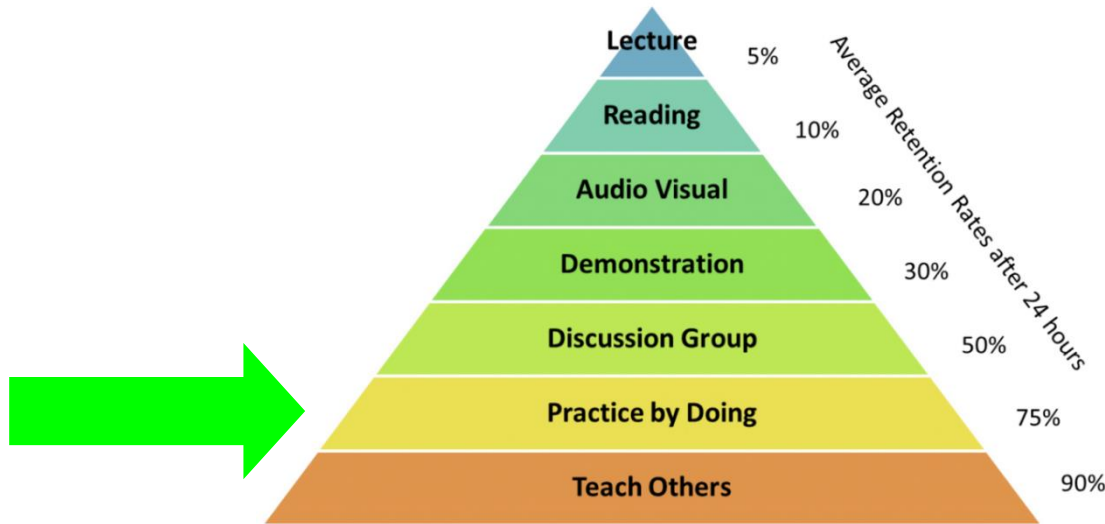
# MECHLAB: teaching



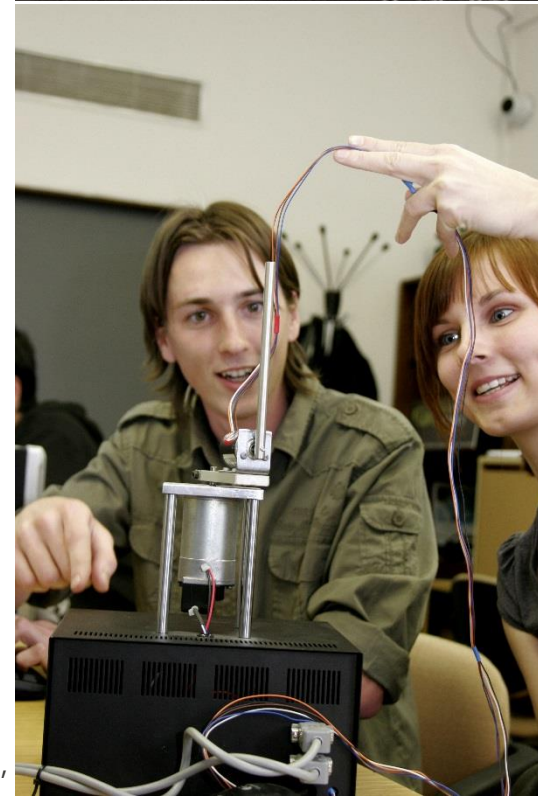
# Key idea: Learning-by-doing

- Since 2009, we teach mechatronics (signal processing, control, system identification and modelling) with the use of real laboratory models.

The Learning Pyramid

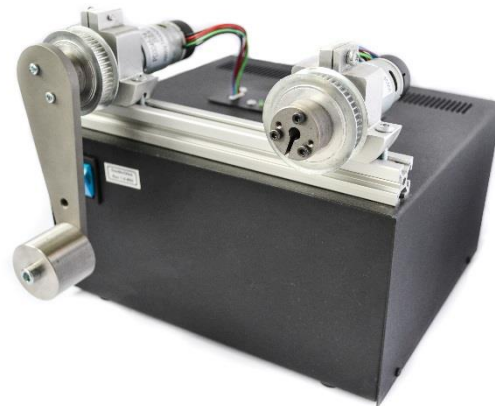


Source: National Training Laboratories, Bethel Maine



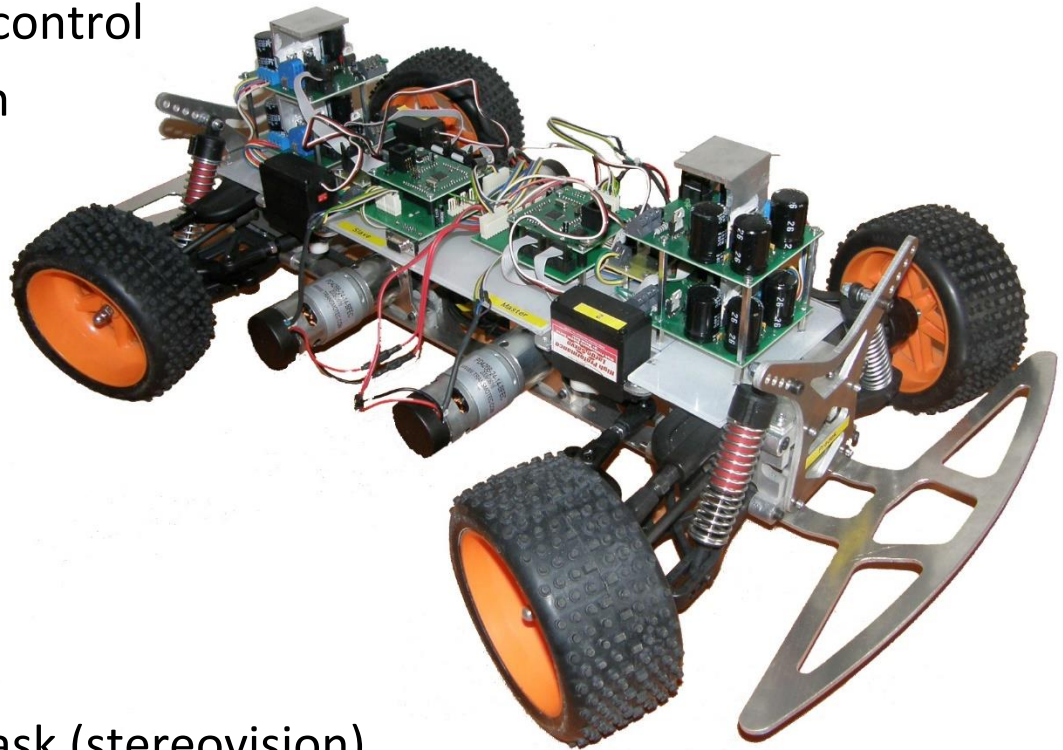
# Key tool for Learning-by-doing :: multifunctional I/O card MF 624

- I/O
  - 8x 14bit A/D,
  - 8x 14bit D/A,
  - 8x DOUT, 8x DIN
  - 4x timer (32-bit, PWM)
  - 4x encoder input
- RealTime Toolbox – directly I/O to/from Simulink (without compilation – approx. up to 1kHz)
- RealTime Windows Target – 10 kHz



# Car4: four-wheel steering experimental vehicle

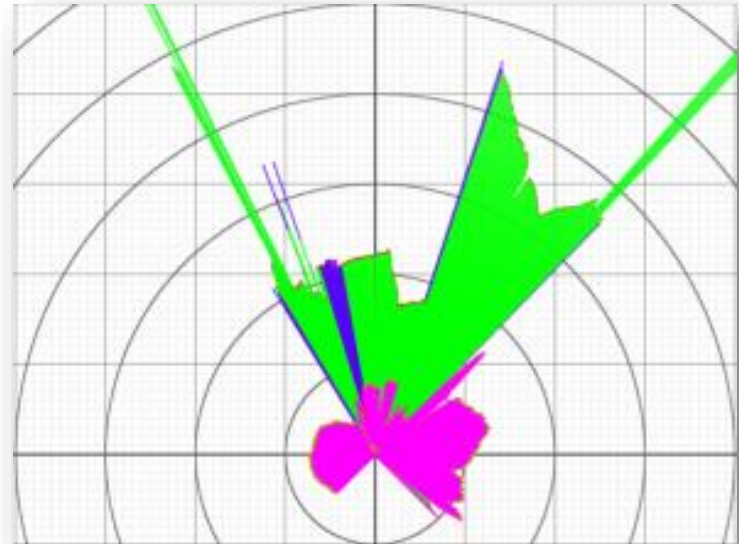
- Used for research and educational purposes
- Two main fields of research:
  - Dynamics and traction control
  - Autonomous navigation
- Sensors
  - ACU
  - Xtion
  - Stereovision cameras
  - ...
- Electronics
  - dsPIC units
  - Regular PC for harder task (stereovision)





# 2D and 3D laser scanners

- application: project Car4
  - obstacle detection, navigation (SLAM), autonomous movement
- Hokuyo URG – 2D laser scanner
  - Rotating head
  - 240° detection area
  - Resolution 0.36° @ 10 Hz
- ASUS Xtion (Kinect) – 3D depth map
  - Laser projector + CMOS sensor
  - 58° x 45° detection area
  - Resolution 640×480 pixels @ 33 Hz
- USB connection, data processing in MATLAB



# Students project: Self balancing vehicle (2011)

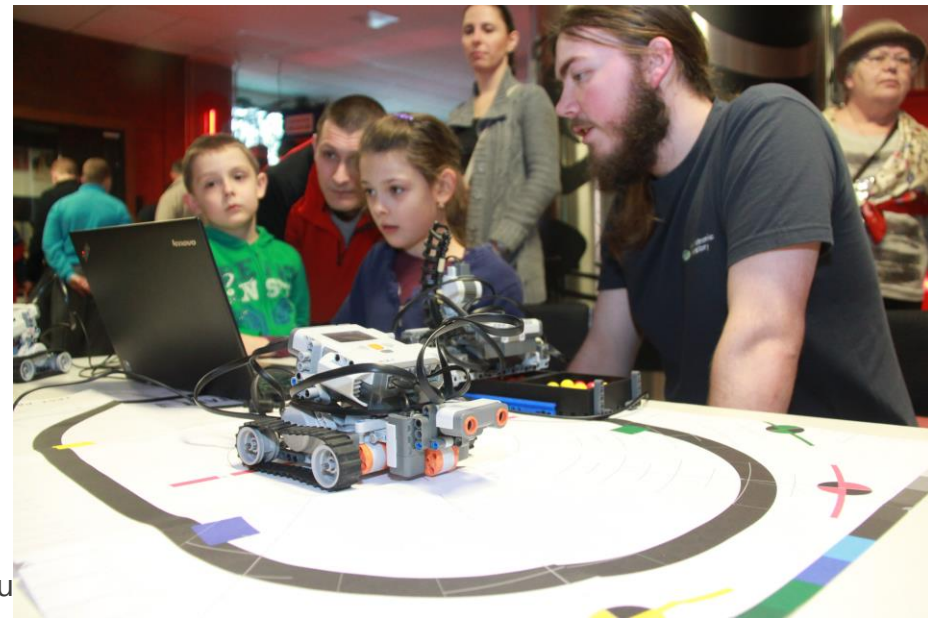
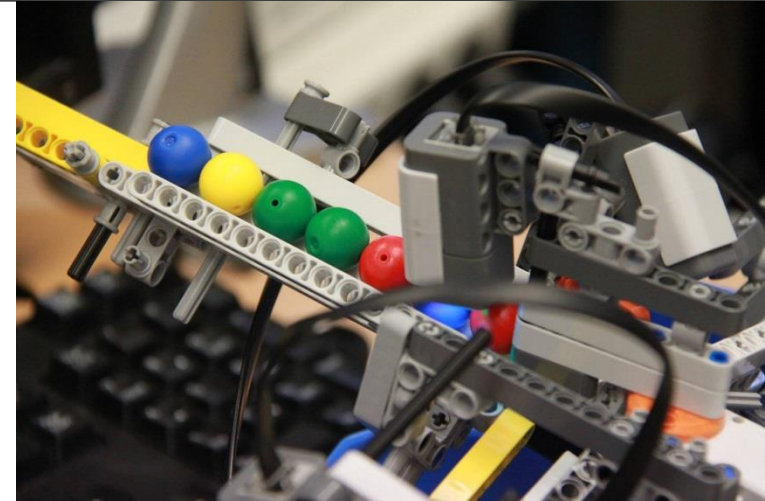
- Vehicle properties:
  - robust mechanical construction (CNC machining of aluminium), direct connection of DC motors to wheel shaft (without chain)
  - all electronics developed in MechLab (dsPIC module, h-bridge, battery charger)
  - implementation of PID control with Complementary filter
- Generalization: intensive use of Matlab/Simulink tools in development process
  - modelling using Simulink/SimMechanics
  - Simulink Parameter Estimation
  - Real Time Toolbox with MF624
  - code generation with RTW,RTWEC, Kerhuel (cheap and easy to use dsPIC target)

[\[video\]](#)



# LEGO Mindstorms for teaching

- Mechatronics Bachelors – 1st year
  - Initial experience with HW and SW
  - Many interesting projects (labyrinth, printer, Hanoi Tower,...)
  - Teamwork and presentations
- Competitions for high school
  - Roboti@FSI
  - attract new students for bachelor study
- Other events
  - TMB – workshop for kids



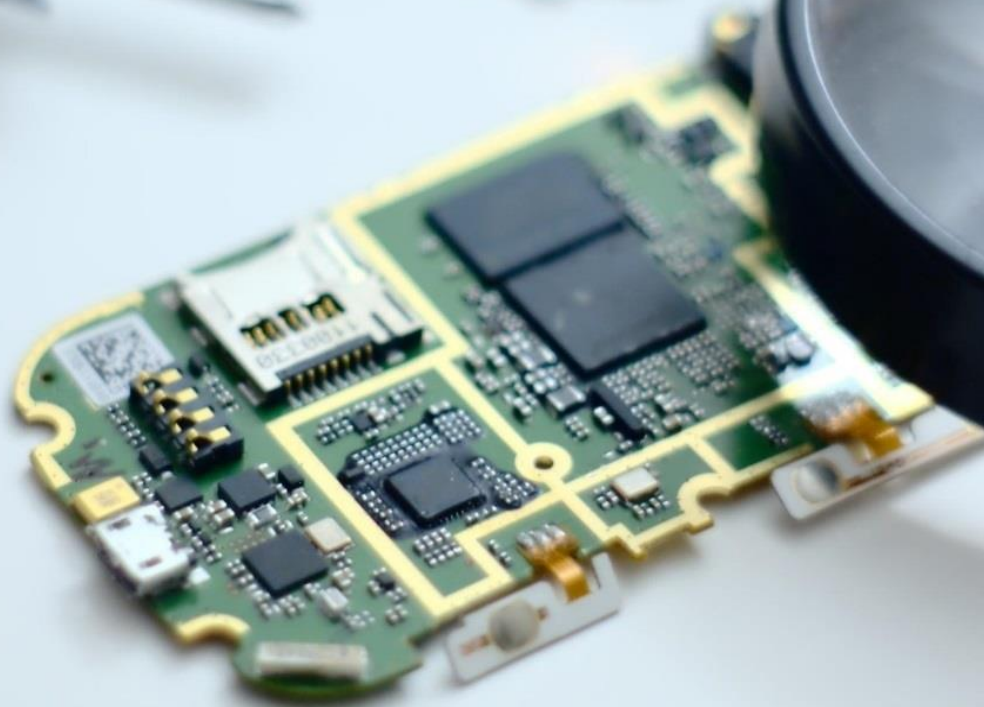


# International Mechatronics Summer School

- **Intensive course full of HANDS-ON experience on Mechlab HW**
  - **40 hours of lectures:**
    - **5 teaching days + 1 day social event**
    - **Modelling of Mechatronics Systems**
      - **Rapid Control Prototyping**
        - **Model Based Control**
        - **Hardware-In-The-Loop**
  - **2 successful years already**
  - **2016: 12 participants, 3 countries (ČR, Greece, Turkey)**
  - **2017: 19 participants, 7 countries (ČR, UK, Italy, Japan, Indonesia, Iran, Portugal)**



# MECHLAB: research



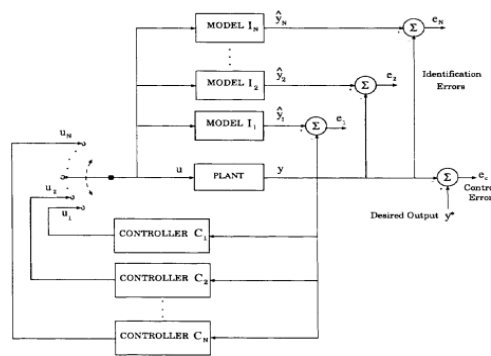
# Research: overview

- Areas of interest:
  - industrial application of nonlinear control
  - measurement and state estimation in electrical machines
  - system identification and parameter estimation
  
- Cooperation with partners:
  - Keimyung University, Daegu, Korea
  - University of Malta
  - Warsaw Technical University
  - TU Delft.

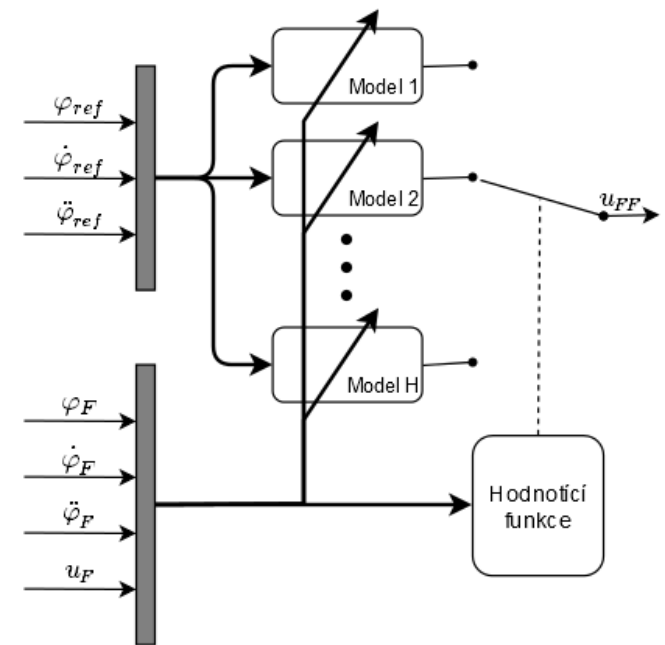
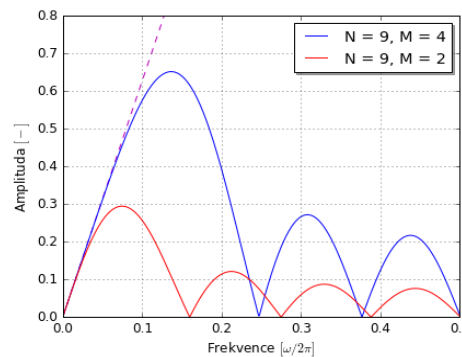
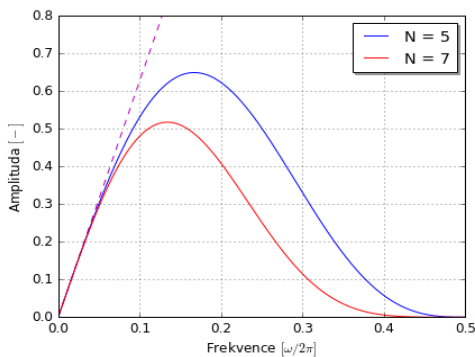


# Multiple Model Adaptive Control (PhD Sova)

- Multiple Model Adaptive Control as a Feed-forward Compensator
  - control of nonlinear time varying systems (electronic throttle)



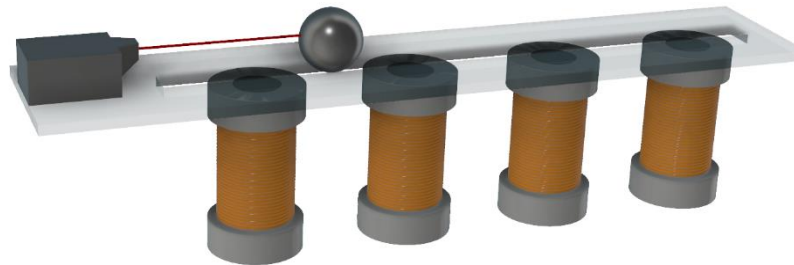
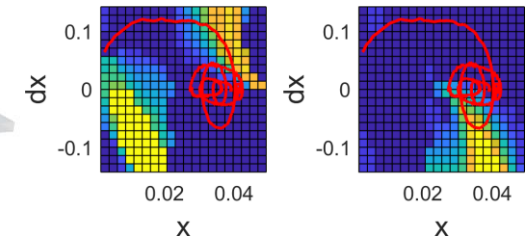
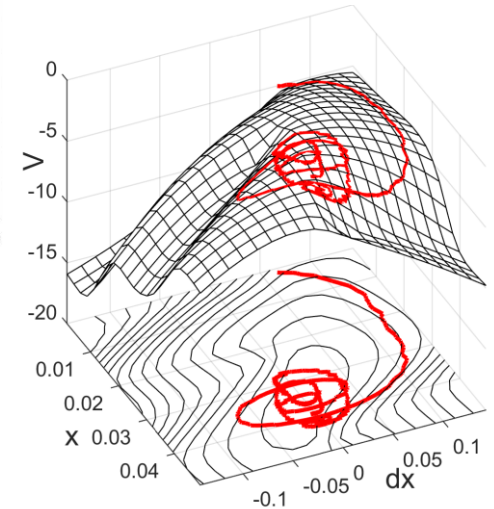
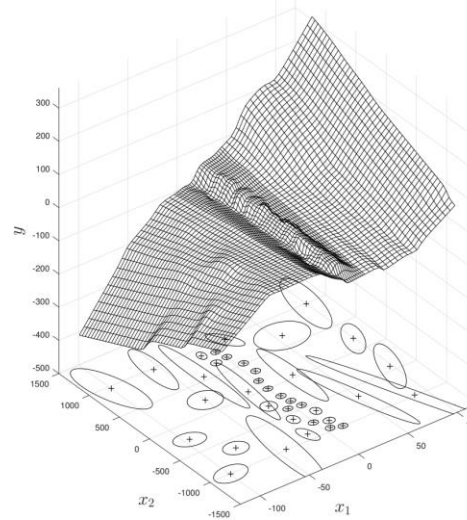
- Low-pass diff



# Approximation methods and Control of Nonlinear systems

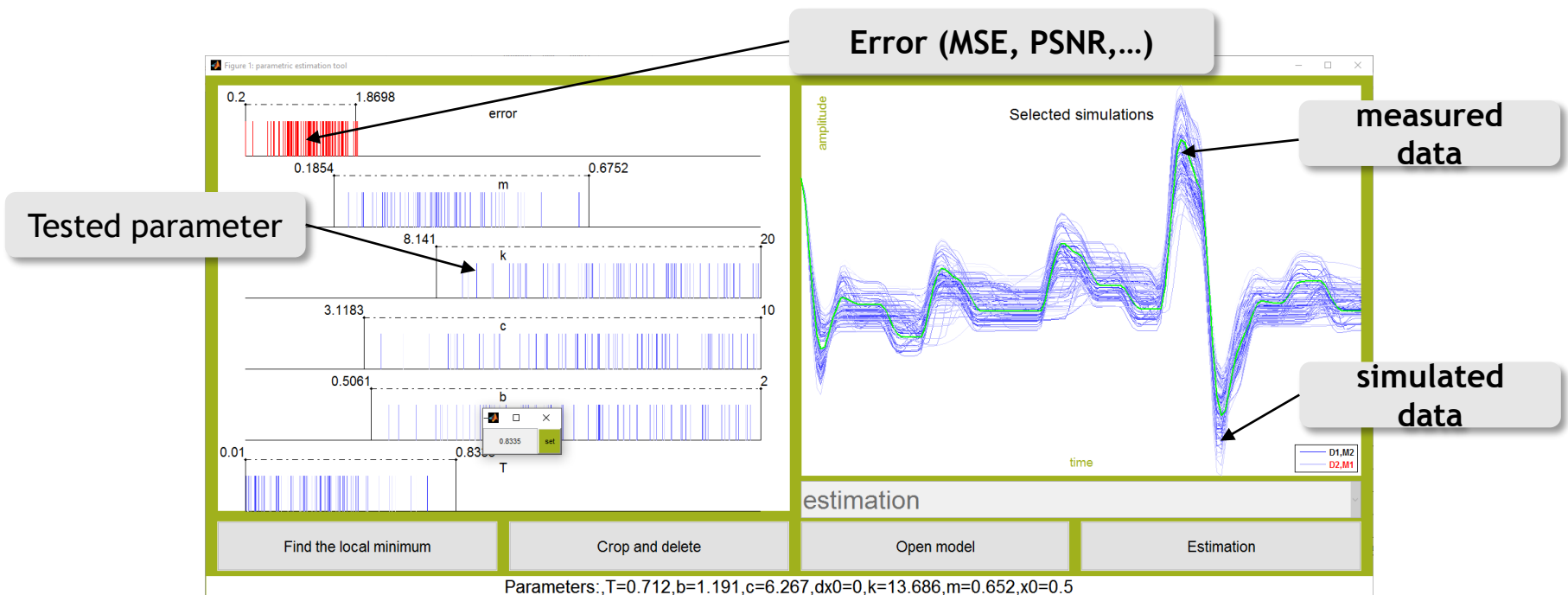
(PhD Brabc)

- Local linear approximation
  - forward models
  - Inverse models
- Nonlinear systems
  - Feedforward compensation
  - Reinforcement Learning
  - Applications: automotive actuators
  - Signal processing – special application filters



# Advanced Parameter Estimation of Simulation Model (PhD Appel)

- MPE is tool for estimating model parameters
- Easily search multi-dimensional space of the search parameters
- Advanced search methods (Genetic, Simulated annealing,...)
- Simply add new methods

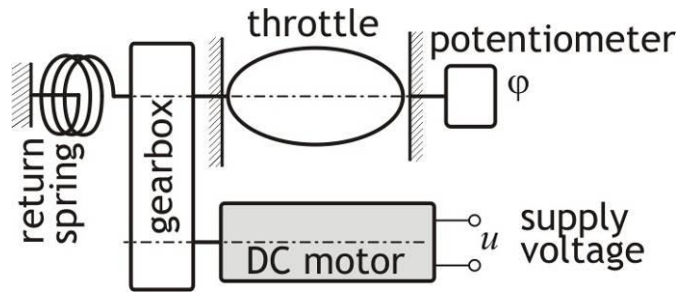




# Projects: Electronic throttle control

- conventional “bowden” handling
- mechatronic solution =

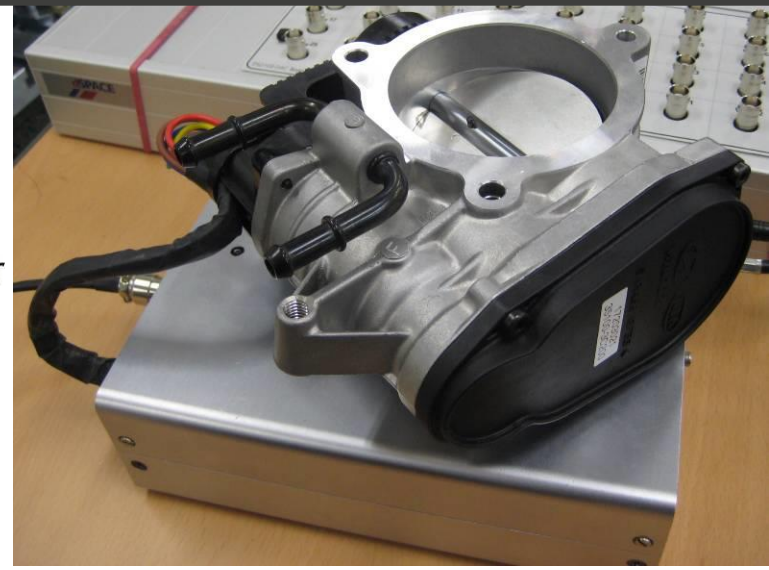
- pedal sensor
- DC motor
- angle sensor
- controller



- motivation

- better fuel economy, emissions
- possibility to implement advanced tracking control
- improvement of the whole system performance

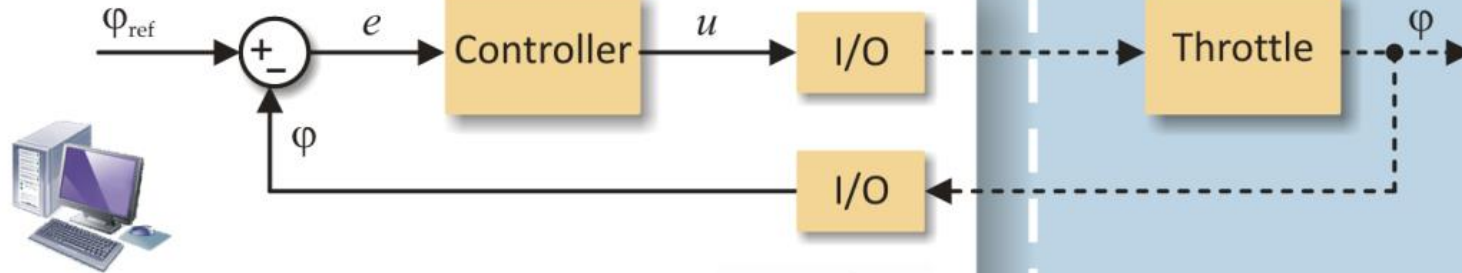
- Research @ Keimyung University, Daegu, Korea



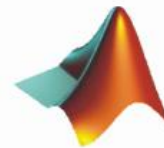
{video}

# Projects: Electronic throttle control

Grepl, Lee (2008,2009)



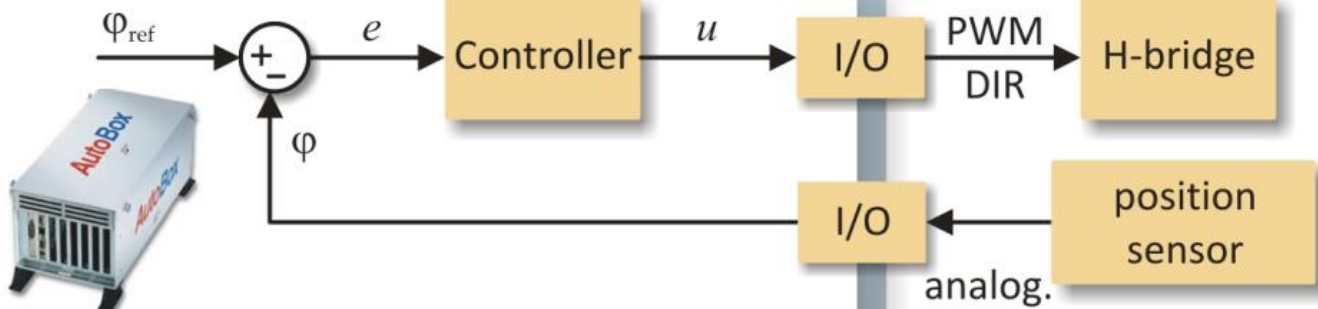
Model of nonlinear controller  
in Matlab/Simulink environment



offline simulation model  
of throttle



C code generation (Real-Time Workshop + RTI)  
parameters adjusting (e.g. tuning of controller)



Real-Time computation running on dSPACE HW  
DS1005 PPC board, DS2103 DAC, DS2003 ADC

Real throttle  
with power electronics

# Competences: summary

- development of **test stands for automotive**
- **embedded systems** for control and measurement
- desktop **software development**
- **wireless** measurement for industrial apps
- **mobile robotics**
- research in **nonlinear control**
- consulting, proof of concept custom services
- **teaching and trainings:** kinematics, dynamics, multibody systems, modelling, real-time control and measurement in mechatronics, system identification, embedded systems





**assoc. prof. Robert Grepl, Ph.D.**

**+420 732 542 500**

**robert.grepl@mechlab.cz**

**Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics**

**Faculty of Mechanical Engineering**

**Brno University of Technology**

**www.mechlab.cz**

**www.imss.cz**

**www.studujmechatroniku.cz**

# Počet DP a BP realizovaný v Mechlabu

	BP	DP
2007	10	4
2008	0	1
2009	7	2
2010	4	3
2011	6	5
2012	7	2
2013	8	3
2014	5	4
2015	3	5
2016	4	4
2017	11	5

## 3.2. Obecné poznámky k výběru témat a okruhy prací



# Několik poznámek k výběru tématu bak. práce

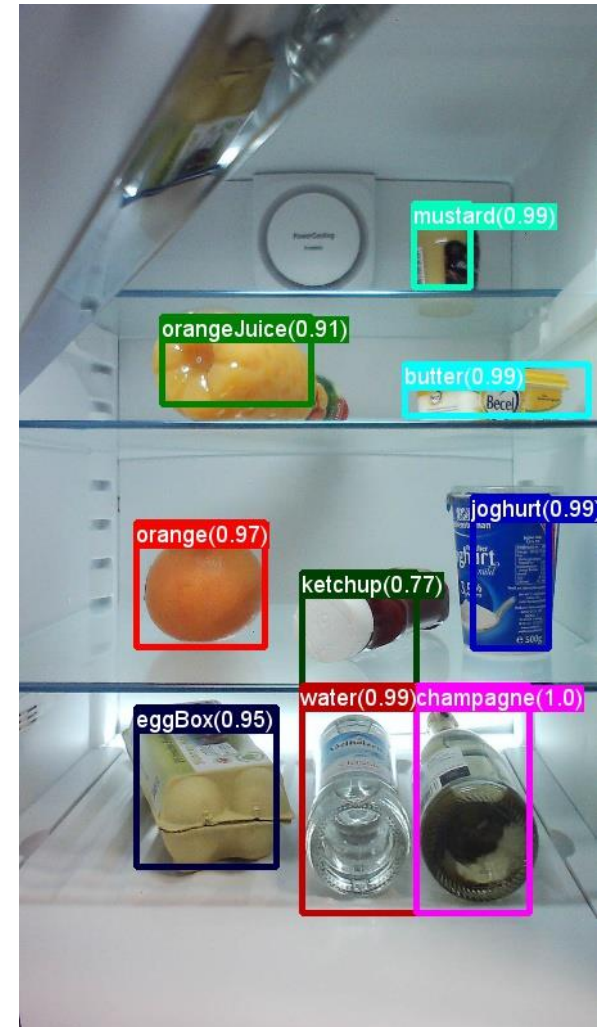
- Papír (a simulační model) snese vše.

## **Práce s reálnou soustavou je zajímavější a „poučnější“.**

- Zelený je strom reálných soustav (šedá je teorie a simulace).
  - Při práci s reálnou soustavou lze čekat **větší obtíže**, ale také **větší zábavu!**
  - Práce v MechLabu je **časově náročná**.
  - Aplikace na reálné soustavě jsou příležitostí ověřit možnosti modelování a **skutečnou kvalitu řízení!**
  - Funkční reálné zařízení je výstupem, o který se zajímá **průmyslová praxe**.
  - Není třeba mít speciální dovednosti a znalosti ani **IQ>150...**
  - ... **zeptajte se** starších kolegů, kolik času v labině strávili (a **co jim to přineslo**).
- V MechLabu pracujeme v týmu.  
Od kolegů se můžete hodně naučit.
    - nepravidelné interní semináře na různé téma
    - hlavní komunikační médium je WIKI a file server
    - pravidelné schůzky týmů

# Detekce objektů (BP)

- Detekce objektů (Matlab)
- Pomocí Matlab Deep Learning Toolbox
- Vytvoření zajímavé aplikace
- Nalezení limitů



- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

# Zrychlení opakovaných simulací v Simulinku (BP)

- Prozkoumat možnosti zrychlení simulace v Simulinku pro potřeby estimace parametrů
- Paralelní výpočty
- Kompilace kódu
- Vliv některých bloků/nastavení zpomalující simulaci



- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

# Řešení a vizualizace vybraných úloh z mechaniky v MATLABu (BP)

- Práce je určena zejména pro studenty se zájmem o programování a mechaniku.
- Na základě vzájemné dohody budou vybrána témata ze statiky, kinematiky, dynamiky a pružnosti-pevnosti a tyto budou následovně vypracovány:
  - v MATLABu
  - včetně vizualizace a GUI.
- V případě úspěšné realizace lze tuto práci navázat na konkrétní zakázku pro komerčního zákazníka (i v průběhu řešení práce).
  
- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

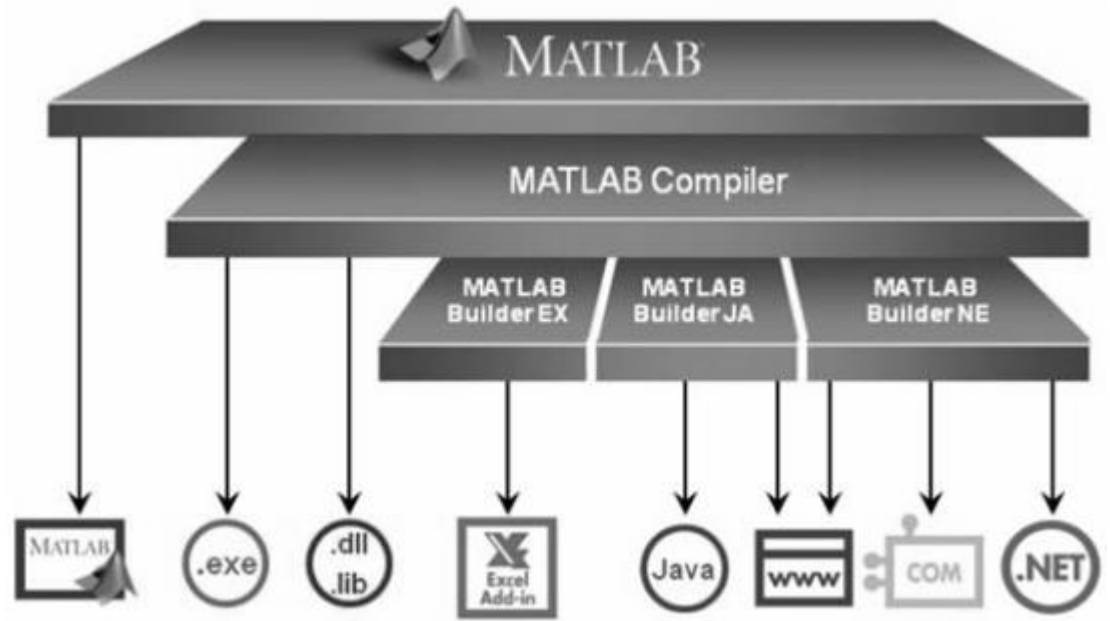


# Zajímavá aplikace v ThingSpeak (BP)

- Cílem práce je realizovat zajímavou aplikaci v prostředí MATLAB nebo MATLAB/Simulink.
- Bude použit jeden z podporovaných HW (Arduino, Raspberry Pi,...) a aplikace bude ukládat data na server ThingSpeak (<https://thingspeak.com/>).
- Velký prostor pro vlastní nápady (meteostanice, rozpoznání obrazu z kamery, ...).
- Pro více informací použij pana Googla.
  
- Kontakt: martin.appel@mechlab.cz

# MATLAB Compiler SDK (BP)

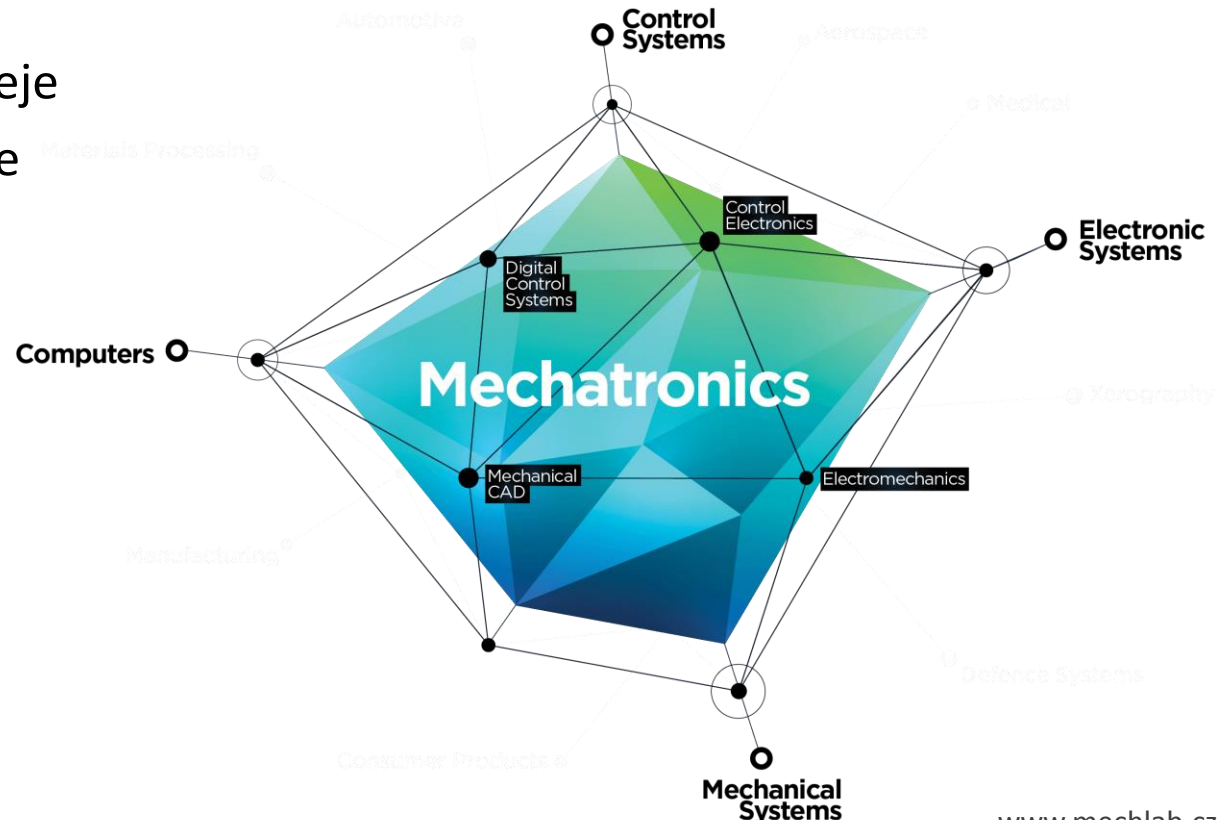
- Srovnání s kódem v C
- Zajímavá aplikace



- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

# Demonstrátor robotických technologií (BP/DP)

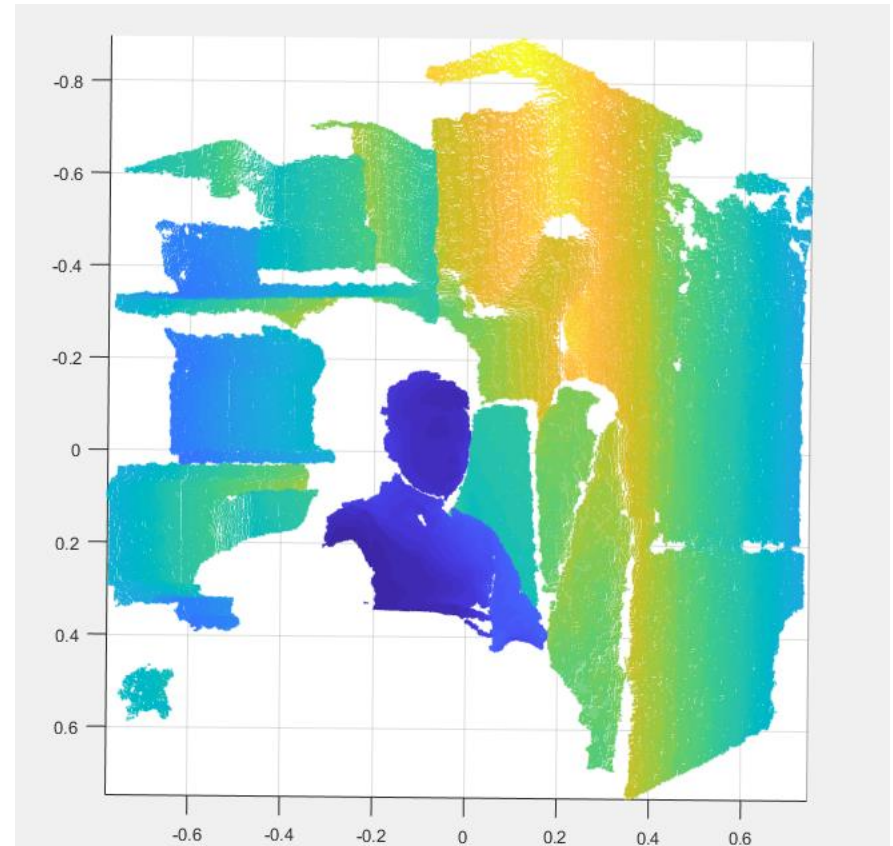
- Exponát skládající se z několika ukázek mechatronických technologií
- Jednotlivé úlohy (viz. další slajdy prezentace)
  - Robotické uši
  - Rozpoznání obličeje
  - Kinect - Realsense



- Kontakt: viz. dále

# Hloubková mapa pomocí Realsense (BP)

- Práce s hloubkovou mapou v Matlabu
- Porovnání Kinect vs. Realsense
- Zajímavá aplikace
- Limity

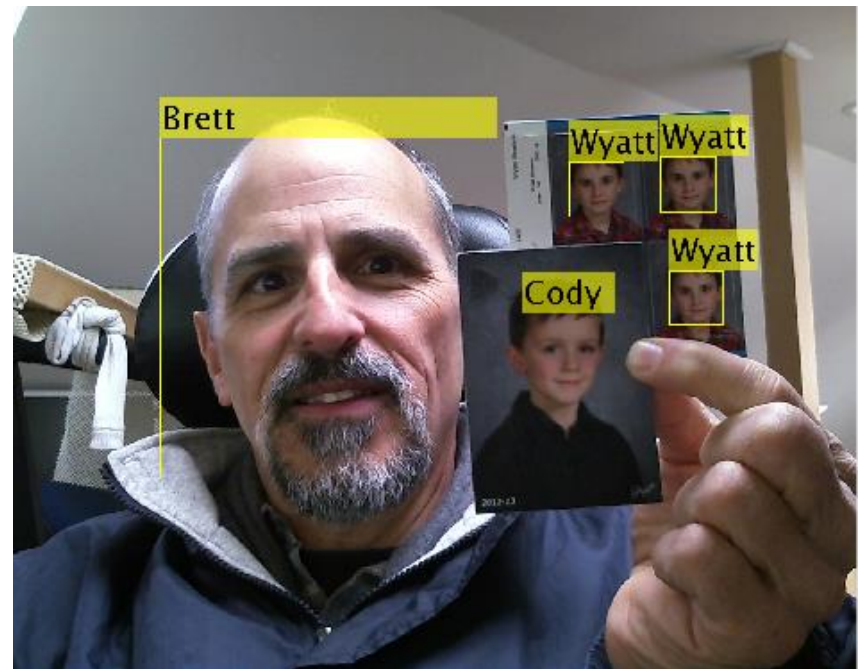


- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)



# Rozpoznávání obličeje (BP)

- Rozpoznání obličeje v obraze (Matlab)
- Cílem je vytvořit funkční systém, který bude v praxi reálně nasazen
- Rozpoznání atributů
  - Věk
  - Pohlaví
  - Atd...



- Kontakt: [martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

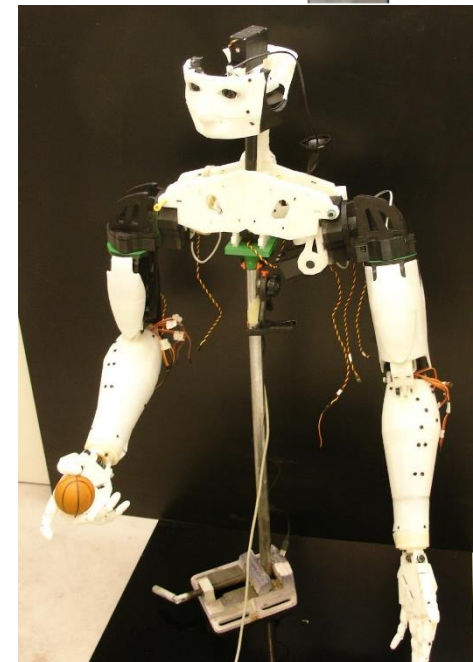
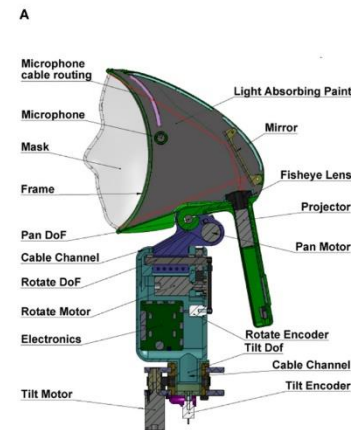
# Robotické uši (BP)

- Součást demonstrátoru robotických technologií
- **Cíl:**
  - Využití pole mikrofonů pro lokalizaci zdroje zvuku v prostoru
- **Zahrnuje:**
  - Výběr senzorů a konstrukce testovacího standu
  - Naprogramování algoritmu pro zpracování signálu a určení jeho polohy (MATLAB, Python, příp. jiné)
- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



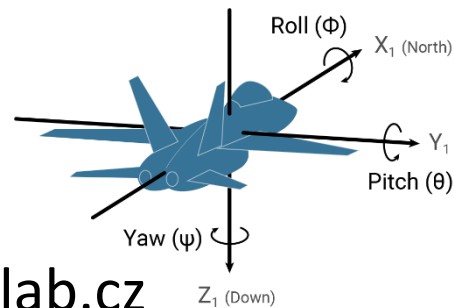
# Animatronický robot (BP, DP)

- Vytvoření animatronického robota pro demonstraci mechatronických zařízení
- Možnost více BP/DP, práce v týmu
- Dílčí úkoly:
  - Konstrukce
  - Pohony a senzory (využití různých druhů)
  - Interaktivní prvky (hlava s projektovaným obličejem)
  - Naprogramování řízení a komunikace (Arduino, Raspberry Pi, ...)
- Bude vypsáno pouze pokud bude dostatek schopných zájemců
- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Low-cost AHRS senzor (BP)

- **Cíl:**
  - Rozchození a otestování levného AHRS modulu (modulů) z číny a porovnání přesnosti s jinými senzory
- **Zahrnuje:**
  - Seznámení se s dokumentací vybraných snímačů
  - Naprogramování komunikace s PC pomocí mikrokontroleru/převodníku (využití MATLAB, Simulink či Python a uC dsPIC, Arduino, ...)
  - Prozkoumat možnosti nastavení senzoru
  - Naměření a vyhodnocení dat v porovnání s přesnějšími senzory



- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Barcode scanner (BP)

- Součást projektu pro identifikaci návštěvníků
- **Cíl:**
  - Rozchodit a otestovat vybraný snímač čárových (QR) kódů
- **Zahrnuje:**
  - Seznámit se s dokumentací daného snímače
  - Naprogramování komunikace s Raspberry Pi (Python)
  - Otestování možností nastavení a funkcionality za různých podmínek (osvětlení apod.)
  - Vytvoření demonstrační úlohy
- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Bezkontaktní teplotní senzor (BP)

- **Cíl:**
  - Rozchodit a otestovat vybraný bezkontaktní teplotní senzor
  - Aplikace – monitorování teploty během vrtání
- **Zahrnuje:**
  - Seznámit se s dokumentací daného snímače
  - Naprogramování komunikace s PC pomocí mikrokontroleru/převodníku (využití MATLAB, Simulink či Python a uC dsPIC, Arduino, ...)
  - Otestování možností nastavení a funkcionality za různých podmínek (typ povrchu, osvětlení, ...)
  - Vytvoření demonstrační úlohy



- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)

# Zařízení pro monitorování a logování napětí v síti (BP/DP)

## ■ Cíl:

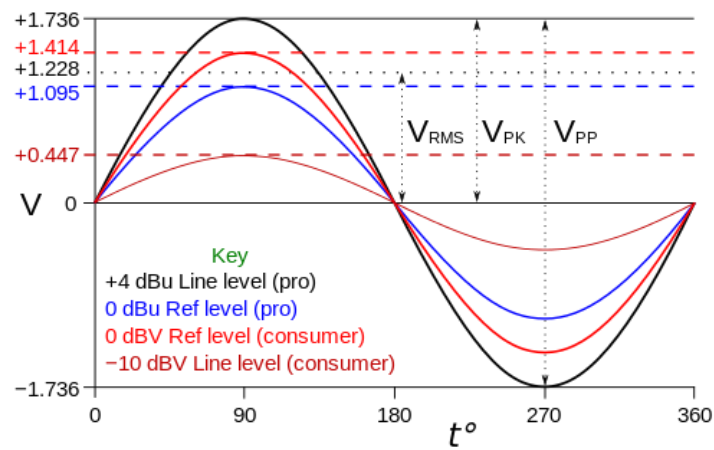
- Vytvořit datalogger pro monitorování síťového napětí (220V)
- Datalogger bude tvořit mikrokontrolér (dsPIC, Arduino), deska s elektronikou a modul pro ukládání dat (např. na SD kartu).

## ■ Zahrnuje:

- Seznámit se s možnostmi bezpečného měření vysokého napětí
- Vybrat elektronické součástky a navrhnout desku
- Naprogramovat mikrokontrolér pro měření, vyhodnocení a ukládání dat

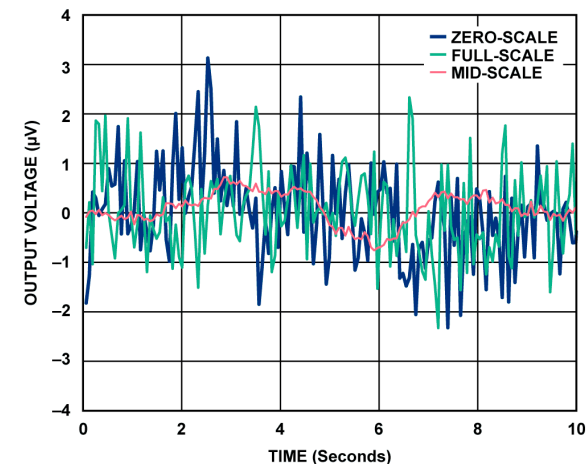


■ Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Zařízení pro monitorování hladiny rušení na komunikační lince (BP/DP)

- **Cíl:**
  - vytvořit zařízení pro vzdálené monitorování rušení na datové lince (RS-485)
  - Zařízení bude umět naměřit data a umožnit vzdálené připojení přes internet (Wi-Fi, Ethernet)
- **Zahrnuje:**
  - Vybrat vhodný mikrokontroler (dsPIC, Arduino, ...) a elektronické součástky, navrhnout desku
  - Naprogramovat mikrokontrolér pro měření dat
  - Vytvořit jednoduchou uživatelskou aplikaci pro zobrazování naměřených dat přes internet (využití Raspberry Pi?)



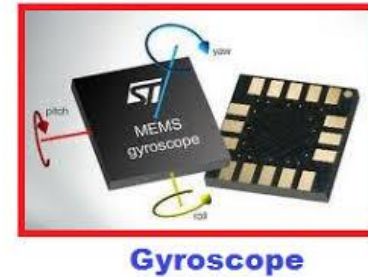
- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Výukový model/test stand – plošina (BP)

## ■ Cíl:

- Vytvoření standu s plošinou 2 (3) stupni volnosti
- Využití (hlavní) - testovací stand pro gyroskopické snímače
- Využití (vedlejší) - výukový model pro balancování kuličky



## ■ Zahrnuje:

- Vytvoření test standu
- Ovládání pomocí dvou servomotorů
- Využití platformy Arduino/RaspberryPi pro řízení
- Možnost připojení a ovládání z PC

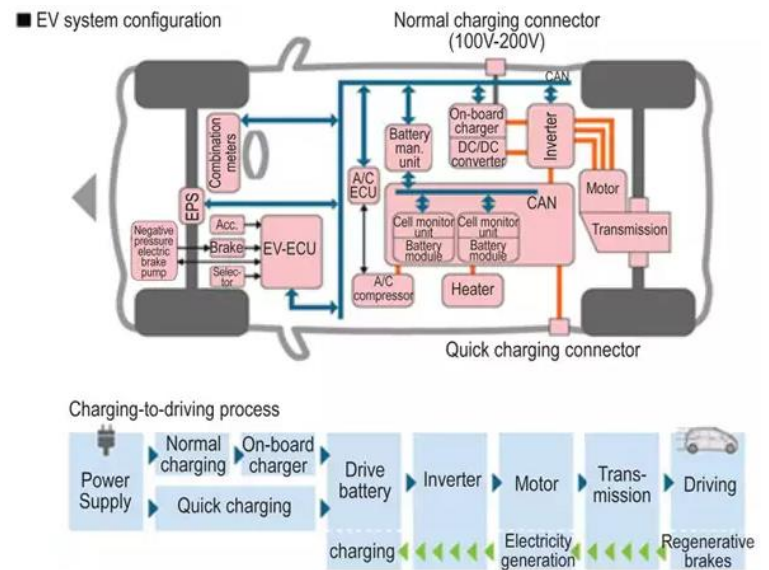
- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# CAN bus na dsPIC (BP/DP)

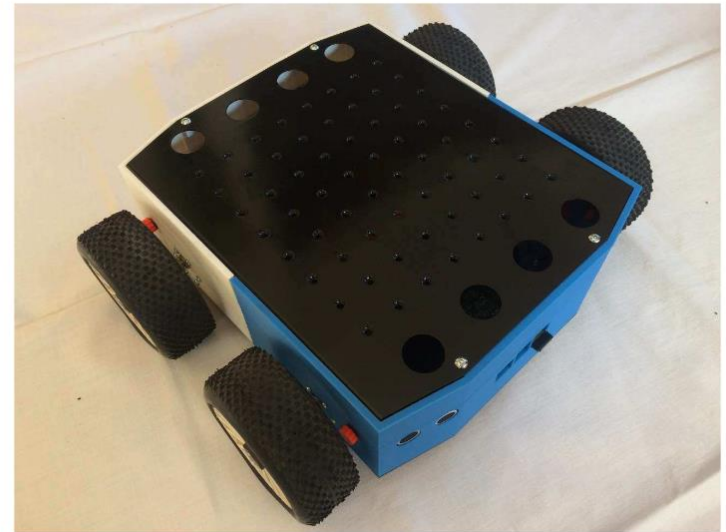
- Cíl:
  - Prozkoumat možnosti využití CAN bus sběrnice na mikrokontrolerech dsPIC
- Zahrnuje:
  - Rešerše možností sběrnice CAN bus či jejich alternativ
  - Rozchození komunikace CAN na mikrokontroleru dsPIC
  - Otestování možností komunikace (rychlost, odezva, odolnost na rušení)
  - Vytvoření demonstrační úlohy

- Kontakt: [jan.najman@mechlab.cz](mailto:jan.najman@mechlab.cz)



# Programování indoor robotu(BP)

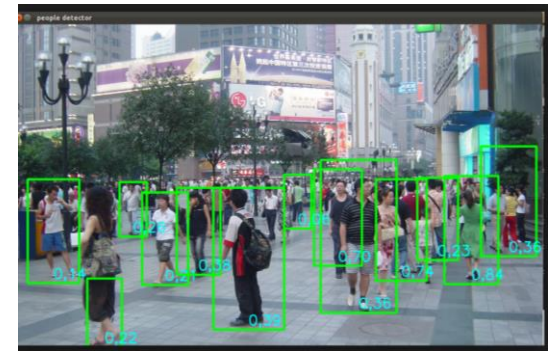
- Převážně programování = arduino a python
  - Přidání kamery pro rpi
  - Základní rozhraní pro ovládání robata, zpracování obrazu, vyhnutí se překážce apod.
- 
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)



Obr. 5-8: Kompletní podvozek

# Demonstrátor možností počítačového vidění(BP)

- Převážně programování = python + openCV
- Rozpoznávání osoby v obraze, obličeje, běžných věcí např. mobilní telefon, čepice atd
  
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)





# Návrh mechatronických aplikací Simscape(BP)

- Práce s matlab/simscape
- Návrh mechatronické aplikace pomocí Simscape. Možnosti optimalizace modelu, generování kódu, real-time...
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)



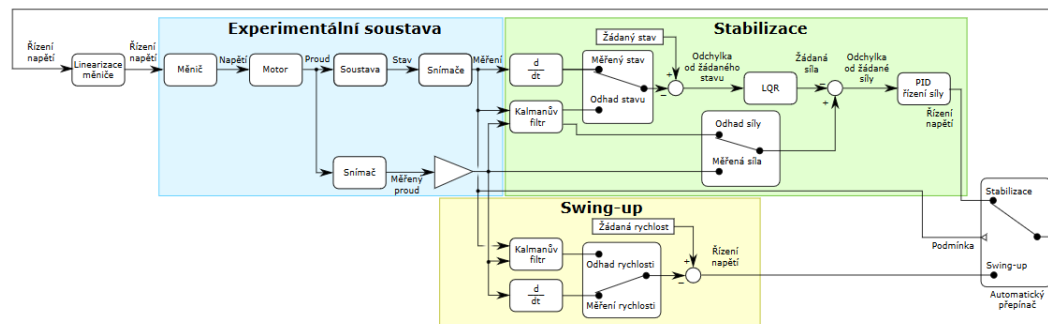
# Návrh mechatronických aplikací Modelica(BP)

- Práce s open modelica
- Návrh mechatronické aplikace pomocí modeliky. Možnosti optimalizace modelu, generování kódu, real-time
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)



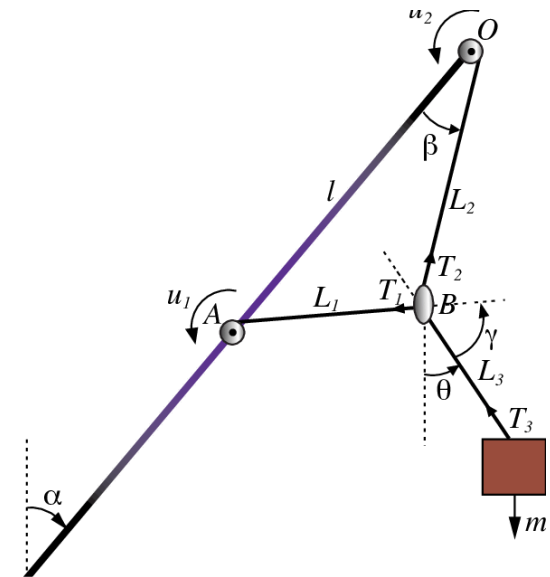
# Rozšíření demonstračního modelu dvojitého kyvadla (DP)

- Upravení konstrukce, řídicí a výkonové elektroniky.
- Vylepšení stabilizace a swing-up funkce s ohledem na robustnost.
- Přechody mezi nestabilními stavy atd.
- Viz DP Vít Slabý
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)



# Návrh optimální trajektorie (DP)

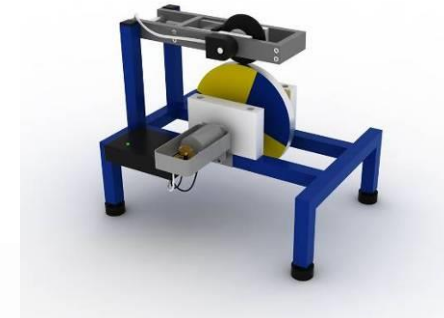
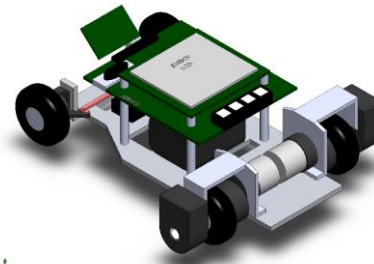
- Vede na problematiku optimalizace, genetické algoritmy, okrajový problém, flatness
- Příkladem může být otočný jeřáb a návrh trajektorie tak, aby nedocházelo ke kývání břemene.
- Dalším příkladem je třeba US Navy Crane (obrázek)
- Kontakt: [michal.bastl@mechlab.cz](mailto:michal.bastl@mechlab.cz)





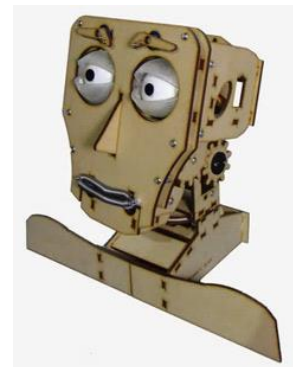
# BP, DP: Konstrukce a řízení nového laborat. modelu

- v MECHLAB vzniklo za posledních 10 let několik zajímavých výukových modelů
- možnost vytvořit další...
- práce obsahuje
  - návrh a zajištění výroby mechanické části
  - elektronika (re-use stávajících řešení)
  - řízení z karty MF624
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)



# Projekt „Robotická hlava“ 1/2

- CÍL:  
Vytvořit interaktivní vizuálně zajímavou robotickou „hlavu“, která nějakým způsobem rozpoznává okolí („zrak“) a dokáže reagovat na vstupy uživatele.
- funkcionalita (příklady)
  - rozpoznání tváře + hlava se natočí směrem k uživateli
  - rozpoznání objektu, který ji uživatel ukazuje (viz předtrénované sítě Deep Learning)
  - reakce mluveným slovem na zadání přes dotykový displej
- Inspirace
  - Socibot
  - Fritz



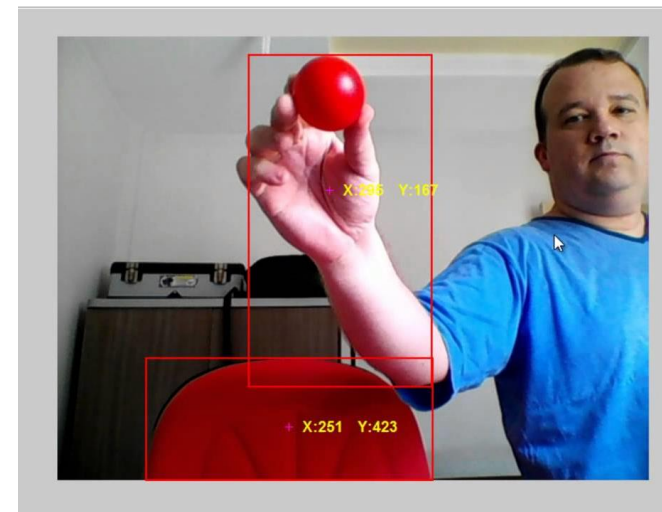
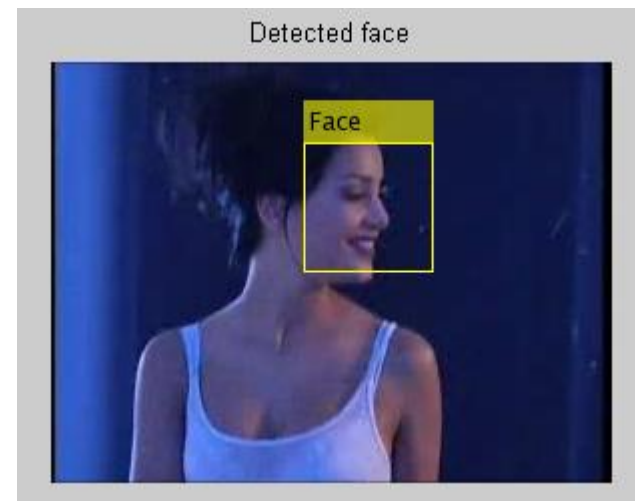
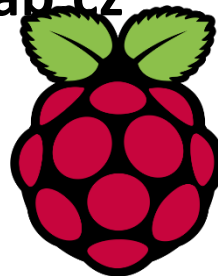
# Projekt „Robotická hlava“ 2/2

- sensorika (možnosti):
  - kamera(y)
  - Intel RealSense – 3D obraz (technologie podobná MS Kinect)
  - mikrofony (uši)
- výstupy:
  - zvuk
  - dotykový displej
- mechanika
  - ? bez mechaniky, 1-2 dof, více dof
- realizace
  - BP - jednotlivá podtémata
  - team studentů
  - ? designér
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)

Nápadům se  
meze  
nekladou...

# Face Detection & Recognition (BP, DP)

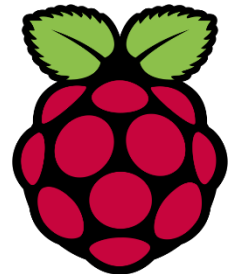
- využití algoritmů v MATLABu (Pythonu) pro detekci obliče v obraze
- podle zájmu studenta možnost rozšíření/úpravy tématu (rozpoznání konkrétní osoby, rozpoznání různých objektů)
- cílem je vytvořit funkční systém, který bude v praxi reálně nasazen (více info vedoucí práce)
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)





# Robotické uši (BP, DP)

- cílem je vytvořit a otestovat systém, který bude
  - lokalizovat zdroj zvuku (směr)
  - do určité míry „rozumět“ (rozpoznat zvuk)
- použití 2 (nebo více) mikrofónů
- testování na vývojové platformě (např. MF624, dSPACE)
- využití pokud možno již hotových algoritmů v MATLABu
- implementace do cílové platformy Raspberry Pi
- cílem je vytvořit funkční systém, který bude v praxi reálně nasazen (více info vedoucí práce)
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)

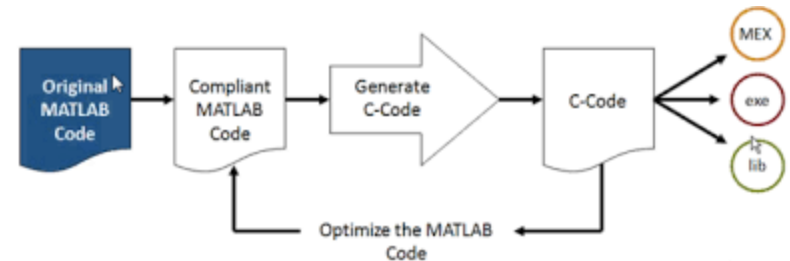


# Řešení a vizualizace vybraných úloh z mechaniky v MATLABu (BP)

- Práce je určena zejména pro studenty se zájmem o programování a mechaniku.
- Na základě vzájemné dohody budou vybrána témata ze statiky, kinematiky, dynamiky a pružnosti-pevnosti a tyto budou následovně vypracována:
  - v MATLABu
  - včetně vizualizace a GUI.
- V případě úspěšné realizace lze tuto práci navázat na konkrétní zakázku pro komerčního zákazníka (i v průběhu řešení práce).
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)

# Automatické generování C kódu pro mikrokontrolér

- Cílem je ověřit možnosti použití nástroje MATLAB Coder pro automatické generování C kódu pro konkrétní mikrokontroléry dsPIC a případně další 32bit platformy s FPU.
- Náplní práce bude vytvoření frameworku pro snadné (automatické) začlenění generovaného kódu do dané struktury pro obsluhu periférií (tj. např. čtení ADC, generování PWM atd. bude naprogramováno v C, vlastní algoritmus řízení/zpracování signálu bude naprogramován v MATLABu a bude z něj automaticky vygenerován kód).
- Nutný je zájem o problematiku programování mikrokontrolérů.
- Práce bude mít vazbu na aktuálně běžící dlouhodobý projekt pro komerčního zákazníka.
- Kontakt: robert.grepl@mechlab.cz



# Zajímavá aplikace v ThingSpeak

- Cílem práce je realizovat zajímavou aplikaci v prostředí MATLAB nebo MATLAB/Simulink.
- Bude použit jeden z podporovaných HW (Arduino, Raspberry Pi,...) a aplikace bude ukládat data na server ThingSpeak (<https://thingspeak.com/>).
- Velký prostor pro vlastní nápady (meteostanice, rozpoznání obrazu z kamery, ...).
- Pro více informací použij pana Googla.
- Kontakt: robert.grepl@mechlab.cz



# Měřicí systém NI DAQ + SW v MATLABu (DP, BP)

- Cílem je realizace komplexního měřicího a řídicího systému pomocí HW National Instruments (např. USB měřicí karta) a SW napsaného v MATLABu.
- Komunikace s HW bude zajištěna pomocí DAQ toolbox pro MATLAB.
- Práce je zaměřena na realizaci konkrétního projektu pro komerčního zákazníka.
- Předpokládáme dobré zvládnutí programování v MATLABu (nebo ochotu se ho naučit) včetně OOP a GUI.
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)



# DP: Využití RFWR algoritmu v embedded zařízeních

- RFWR je velmi zajímavý algoritmus z oblasti automatické tvorby nelineárních adaptivních statických modelů. Konkrétní použití je např. při návrhu feedforward řízení.
- Cílem je upravit stávající algoritmus RFWR tak, aby byl zkompilovatelný pomocí MATLAB Coderu (možnost použití např. pro mikrokontrolér dsPIC) a výsledek aplikovat na konkrétní reálný systém.
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)



# BP/DP: Toolbox pro 2D animace v MATLABu

- Cílem je vytvořit nástroj, který by umožňoval vizualizovat a animovat (ve 2D) mechanismy v prostředí MATLAB
- Součástí je konvertor z SVG do grafiky MATLABu (jádro kódu je hotovo).
- Projekt má přímou vazbu na komerční projekt (vizualizace pohybu hydraulického systému zesilovače pro firmu PISTONPOWER).
- Požadavky na studenta:
  - zájem o programování v MATLABu,
  - zájem se učit (např. OOP)
  - zájem začít ihned pracovat.
- Kontakt: [robert.grepl@mechlab.cz](mailto:robert.grepl@mechlab.cz)

# BP: Matlab & Arduino, SPI senzory

- Výroba nových senzorů v rámci modernizace vybavení pro výuku předmětu RMW.
- Tým vyvíjející open-source hardware + software.
- Výběr vhodného senzoru („rešerše“).
- Návrh DPS (elektronika s konzultacemi).
- Simulink block (programování v Matlabu).
  
- Vzdálenost, barva, IMU, ... každý zájemce jeden senzor.

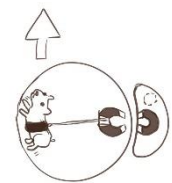
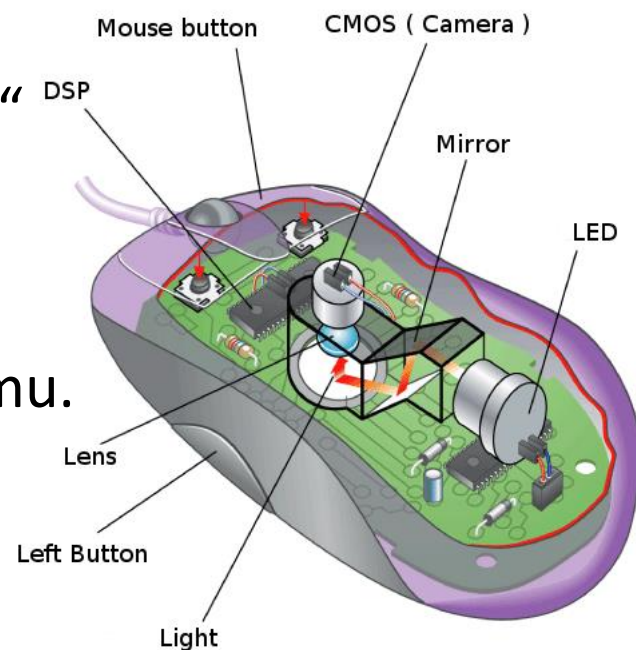


- Kontakt: [tomas.spacil@mechlab.cz](mailto:tomas.spacil@mechlab.cz)



# BP: BallBot, optical-flow sensor

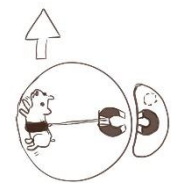
- Pokračování v projektu výroby Mechlab robota „BB8“.
- Problém odometrie, neholonomní vazba kol s kulovou základnou.
- Při prokluzu kol ztráta informace o poloze.
- Detekce prokluzu kol snímáním povrchu koule pod robotem pomocí „optical flow“ senzoru (podobný senzoru v PC myši).
- Komunikace, otestování robustnosti senzoru, integrace do současného systému.
- Kontakt: [tomas.spacil@mechlab.cz](mailto:tomas.spacil@mechlab.cz)





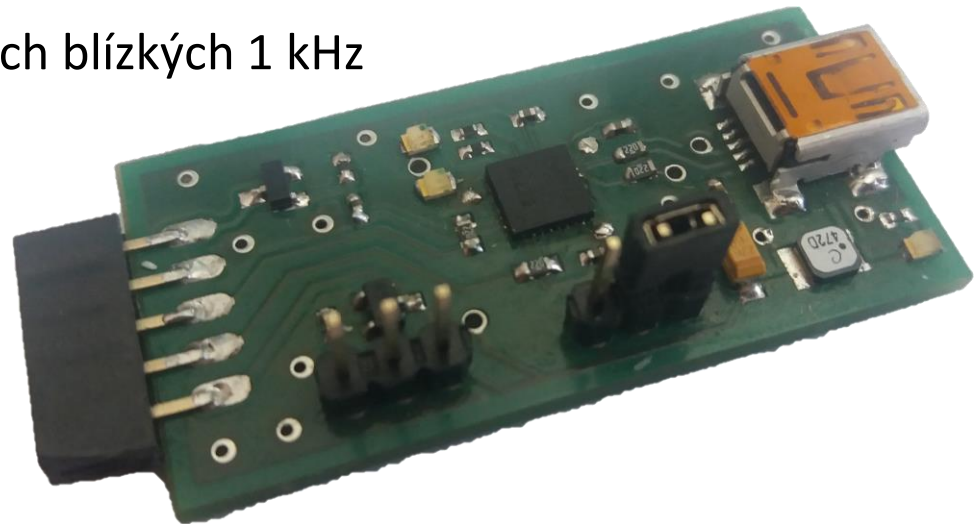
# BP: BallBot, redesign

- Pokračování v projektu výroby Mechlab robota „BB8“.
- Na základě praktických zkušeností je třeba navrhnout a vyrobit novou mechanickou konstrukci.
- Součástí návrhu bude dynamický rozbor mechanismu a implementace mechanických tlumičů.
- Návrh nové konstrukce, výroba (v režii MechLabu), montáž, otestování.
- Kontakt: [tomas.spacil@mechlab.cz](mailto:tomas.spacil@mechlab.cz)



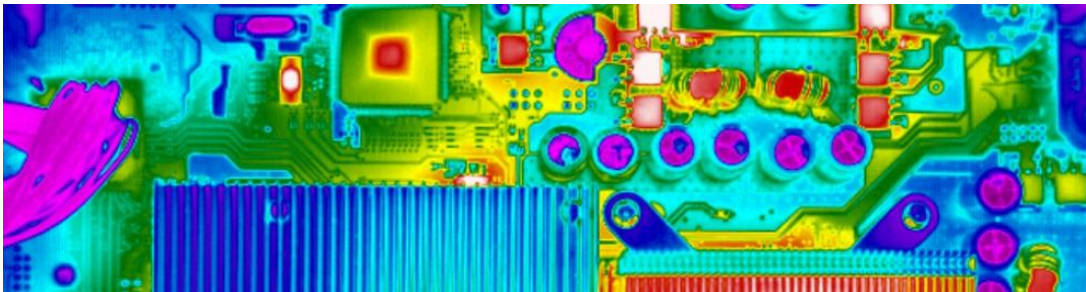
# BP/DP: Studie USB převodníků pro komunikaci s mikrokontrolery

- Rozchodit převodníky od různých výrobců
- Otestovat limity převodníků a Windows pro použití v real-time aplikacích
  - Možno využít pokročilé techniky : napsat si vlastní driver pro Windows, Inter-proces communication, atd.
  - Možnost předělat vybraný laboratorní model tak aby komunikoval s PC přes USB, ne pomocí karty MF624
  - Cíl: říct jestli to jde na frekvencích blízkých 1 kHz
- Kontakt:  
martin.brablc@mechlab.cz



# BP: thermo-kamera

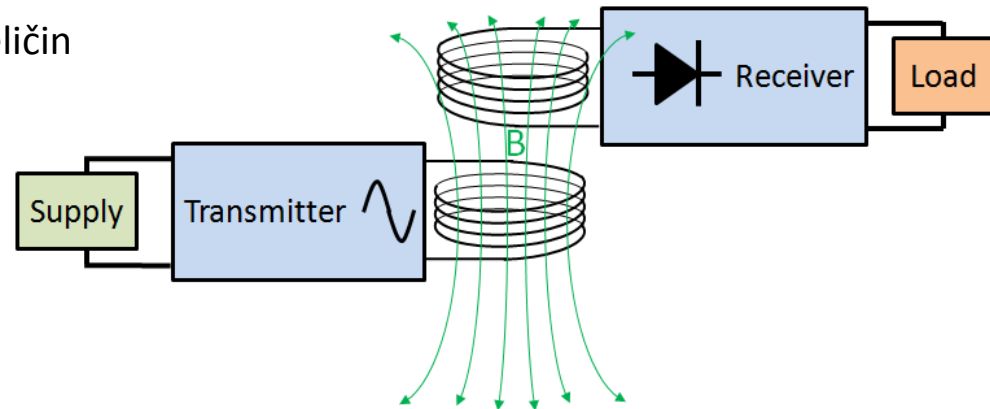
- může sloužit jako vhodný nástroj pro teplotní diagnostiku strojů
- lze stanovit, která místa stroje jsou tepelně namáhána
- lokalizace poruchy (např.: porušená izolace vedení, přehřívající se součástky apod.)
- cílem práce:
  - je provést rešerši v oblasti nízko-příkonových thermo chipů
  - porovnat jejich vlastnosti a kvalitu
  - vytvořit DPS pro vybraný chip, a propojit jej s edukitem
  - vytvořit program pro uC (základní zpracování obrazu)
  - vytvořit jednoduchý SW pro PC na zobrazení měřených dat



- kontakt: [jan.chalupa@mechlab.cz](mailto:jan.chalupa@mechlab.cz)

# BP: měření účinnosti bezdr. přenosu energie (BPE)

- nástroj vhodný pro okamžité vyhodnocení a testování různých konfigurací BPE
- elektronické vyhodnocení účinnosti (měření proudu a napětí ve dvou bodech)
- mechanická konstrukce pro nastavování přijímače a vysílače
- cíle práce:
  - návrh výroba mechanických komponent
  - návrh řešení pro měření elektrických veličin
  - funkční prototyp zařízení
  - provedení měření
- ideální prekvizity (není podmínkou) :
  - měření elektronických veličin
  - základní elektrotechnické znalosti
  - základy konstrukce, ideálně schopnosti 3D návrhu součástí
- kontakt: [jan.chalupa@mechlab.cz](mailto:jan.chalupa@mechlab.cz)



# BP: testování NFC systému pro přenos teploty

- NFC (Near Field Communication) je zajímavá a levná technologie pro celou řadu bezdrátových aplikací
- hlavní náplní bude testování aktivního NFC tagu pro měření teploty
- cíle práce
  - testování různých typů antén (vzduchové i feritové cívky)
  - zkoumání účinnosti přenosu energie a kvality datové komunikace
  - testování teplotních závislostí systému
  - .....
- ideální prekvizity (není podmínkou):
  - znalosti fyziky, především teorie magnetických polí
  - zkušenosti s elektronikou
  - základní dovednosti, konstrukce, pájení, atd.
- kontakt: [jan.chalupa@mechlab.cz](mailto:jan.chalupa@mechlab.cz)





# Další postup pro 3.r.

- Pro 3.r.
  - 26.10.2018 - přidělení Zadání studentům.
- Máme tedy 5 týdnů.

Co	Deadline
Studenti si vyberou zadání.	4.10.
Interní diskuse v Mechlab týmu – přidělení priorit a vedoucích prací.	8.10.
Studenti dostanou zdroje (články, odkazy) a úkoly (prostudovat, připravit rešerši,...)	
Zhodnocení výsledků, interní diskuse. Specifikace finálního zadání.	20.10.
Oficiální předělení zadání.	26.10.

Kontakt:

**Ing. Martin Appel**

[martin.appel@mechlab.cz](mailto:martin.appel@mechlab.cz)

[www.mechlab.cz](http://www.mechlab.cz)

Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics  
Faculty of Mechanical Engineering  
Brno University of Technology