

ECU teljesítmény- környezetének vizsgálata

Huszár Viktor

V. évf. villamosmérnök hallgató

Konzulensek:

dr. Márkus János – BME-MIT

Siklódi Miklós – ThyssenKrupp Presta

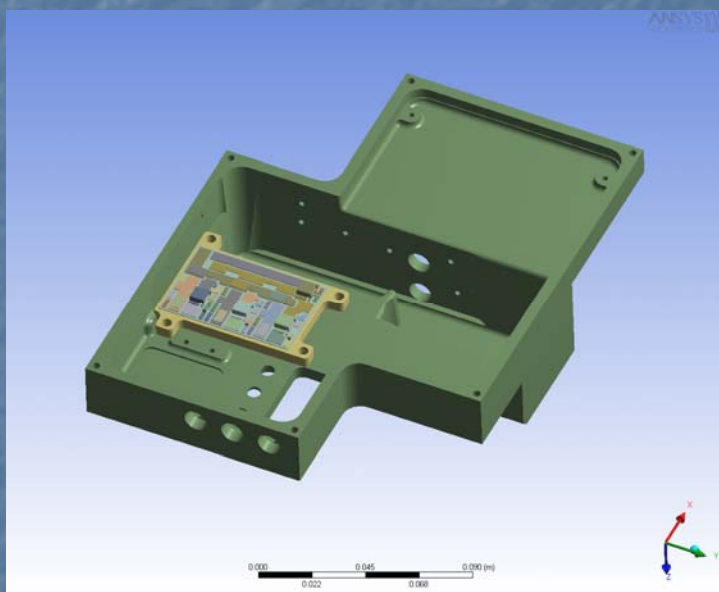
BME – MIT

2006 ősz

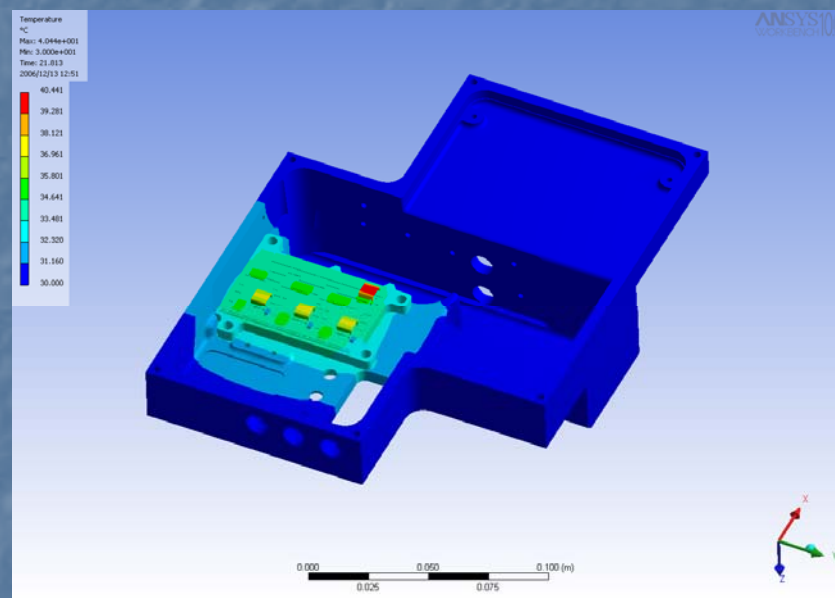
Bevezetés

- ECU ház, ECU teljesítmény-végfokozata és hőmérsékletének becslése
- **Önálló laboratórium I. :**
 - Soros ellenállás hőmérsékletfüggése
- **Önálló laboratórium II. :**
 - Hőmérséklet becslés a disszipált teljesítmény alapján
 - Szimulációk
 - Implementálás
 - Validálás

ECU és teljesítmény-környezete



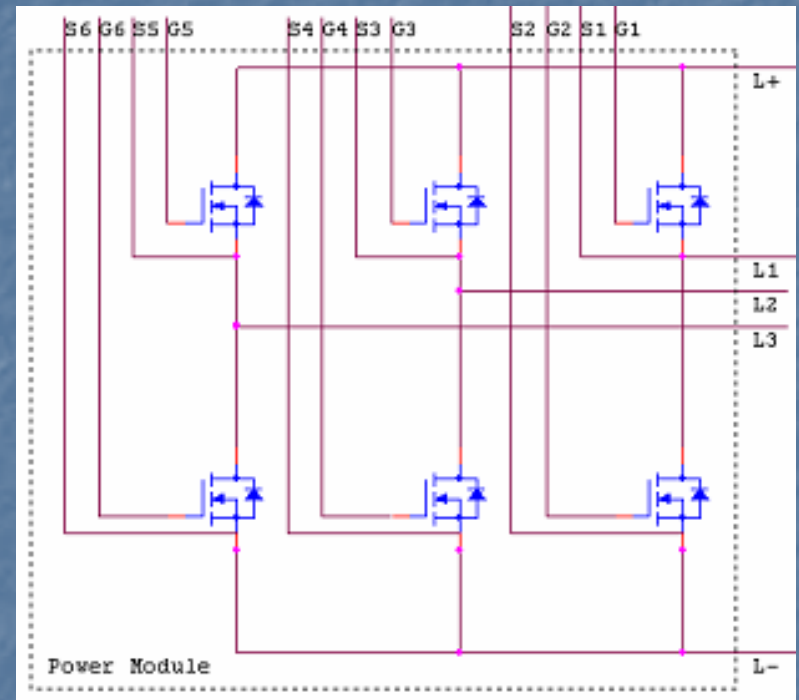
ECU és teljesítménymodul –
Felépítés (ház, FETek, szenzor)



ECU és teljesítménymodul –
Konstans terhelés alatt

Önálló laboratórium I. – Soros ellenállás hőmérsékletfüggése

- 3 fázis \rightarrow 3 * 2 MOSFET
- Disszipáció a bekapcsolt FET soros ellenállása miatt
- MOSFET-ek R_{DSon} -ja nagy hőmérséklet függést mutat
- **Probléma:**
 - A mérendő jelszint kicsi a zajhoz és a mért tartományhoz képest

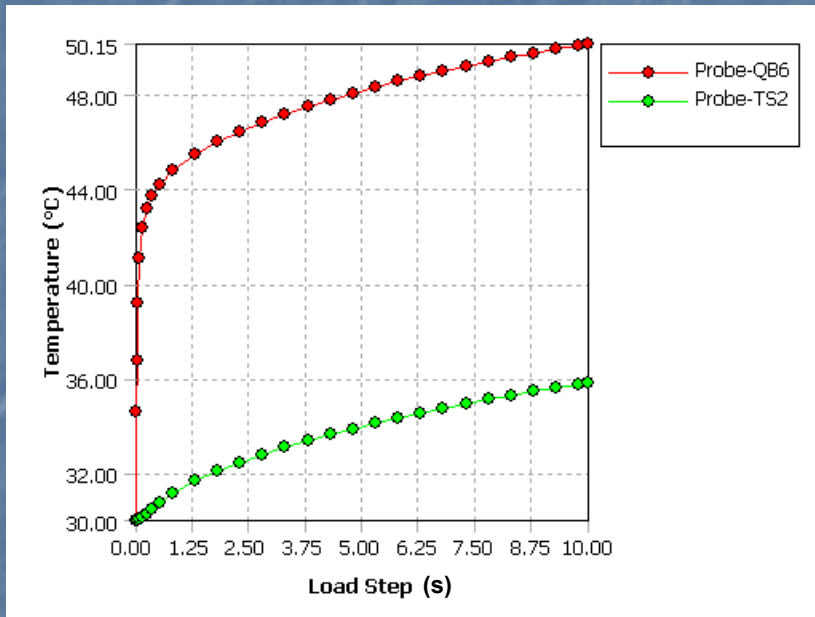


A teljesítménymodul elektronikus kialakítása

Önálló laboratórium II. – Hőmérsékletbecslés a disszipált teljesítmény alapján

- Célkitűzés:
 - Elfogadható junction-hőmérséklet becslés
 - Bemeneti jelek:
 - áram
 - mért hőmérséklet
 - Algoritmus fejlesztés
 - Szimuláció
 - Implementáció
 - Validálás

MOSFET-ek vizsgálata termikus szempontból



- MOSFET két-időállandós felfutása
- Junciton hőmérséklet becsülendő a szenzor késleltetése alatt
 - 2 becslő:
 - Rövid időállandó alatt
 - Hosszú időállandó a szenzor késleltetése alatt

Hőmérséklet görbék:
MOSFET (piros)
Hőmérő (zöld)

MOSFET-ek vizsgálata termikus szempontból

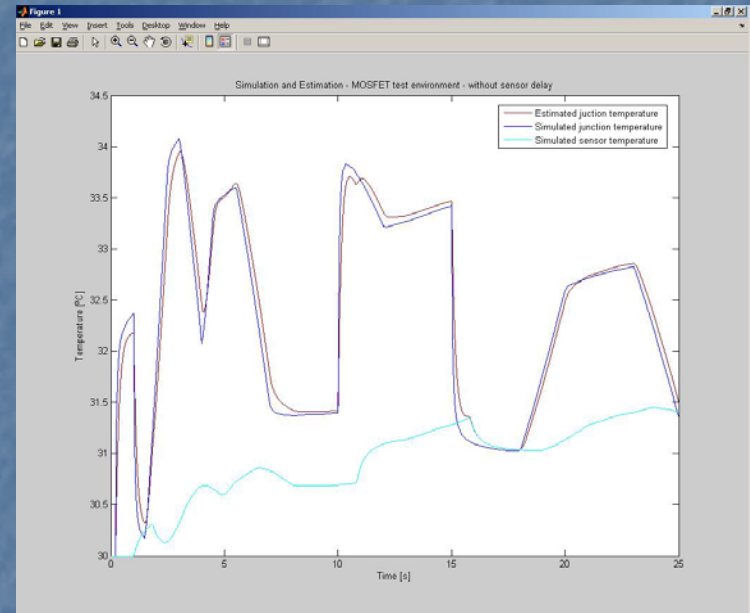
- Exponenciális átlagolás:

$$T_{J_i}(n) = T_{J_i}(n-1) + \frac{1}{Q} (P(n) * R_{th} - T_{J_i}(n-1))$$

- $T_{J_i}(n)$ – Junction delta hőmérséklet
- $P(n)$ – Disszipált teljesítmény
- Q – Előre kiszámolt együttható:

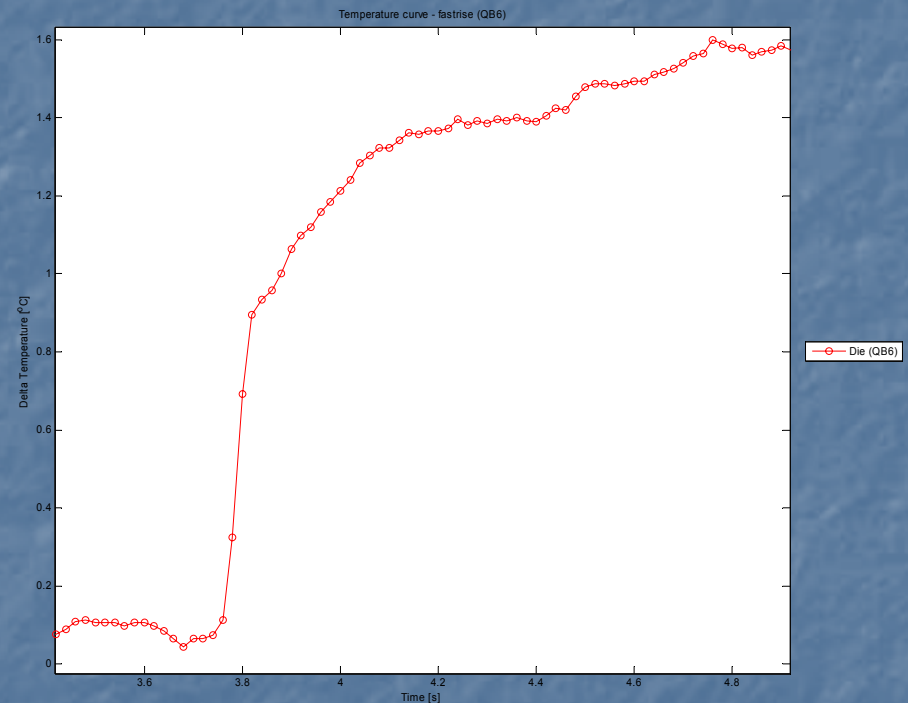
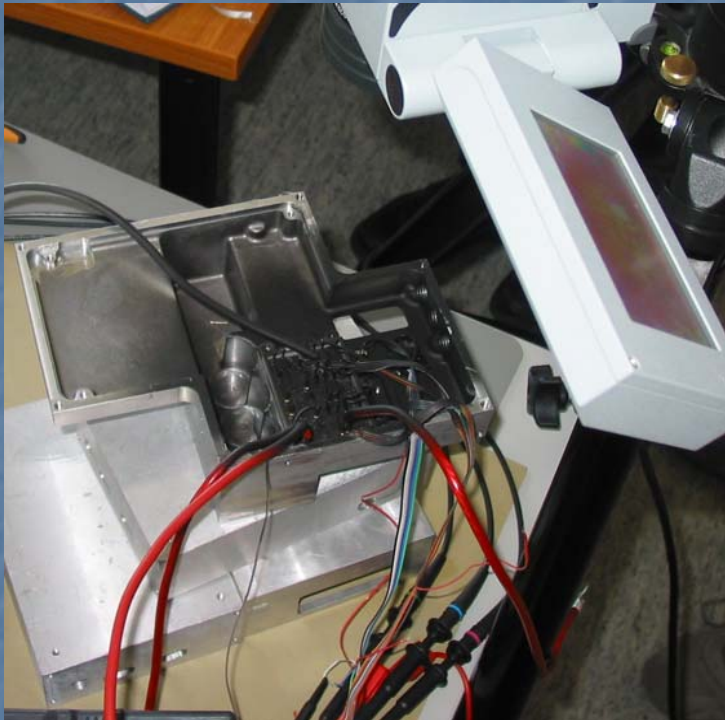
$$Q = \frac{t_{step}}{t_{sampling}} + 1$$

- R_{th} – MOSFET termikus ellenállása
- 2 becslő tag kell!



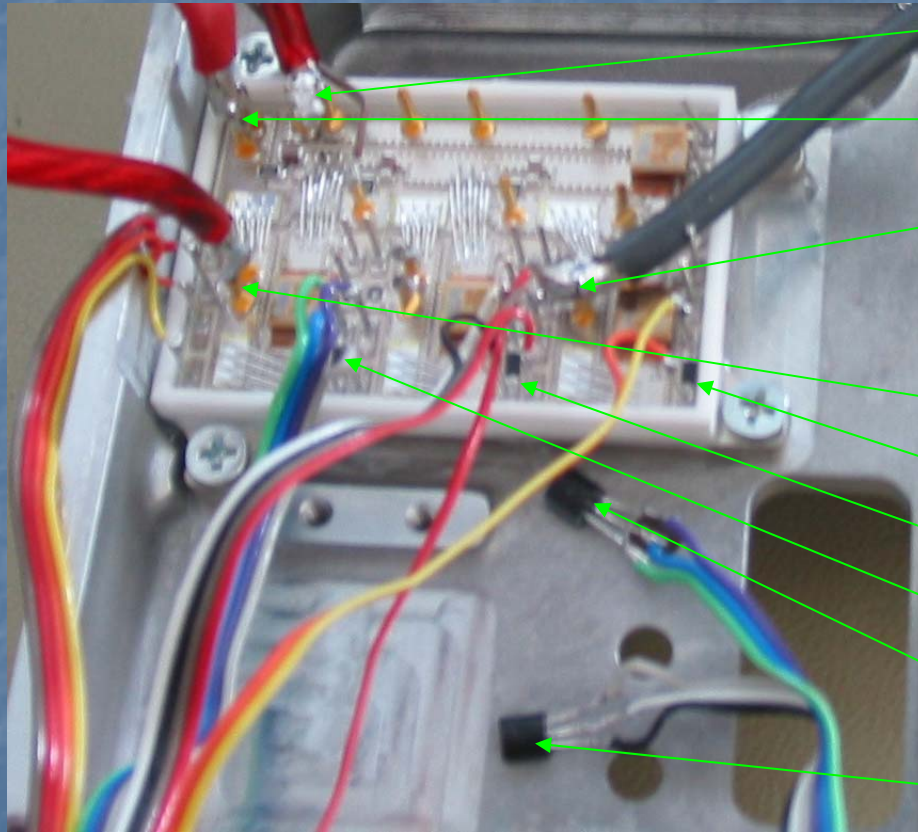
A becslő algoritmus (bordó) és a szimuláció (kék) összehasonlítása (cián kék – szenzor hőmérséklet)

MOSFET-ek vizsgálata termikus szempontból

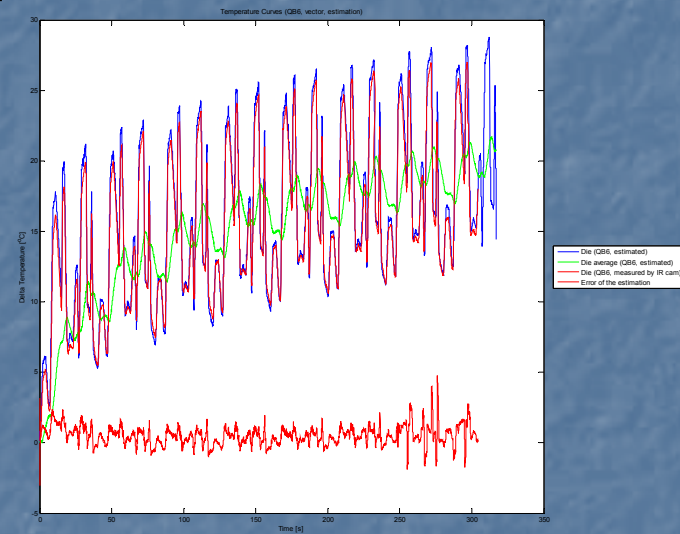


InfraRed kamerás mérés –
Gyors felfutás

MOSFET-ek vizsgálata termikus szempontból

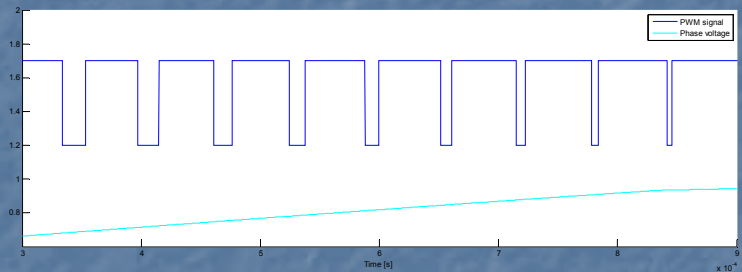
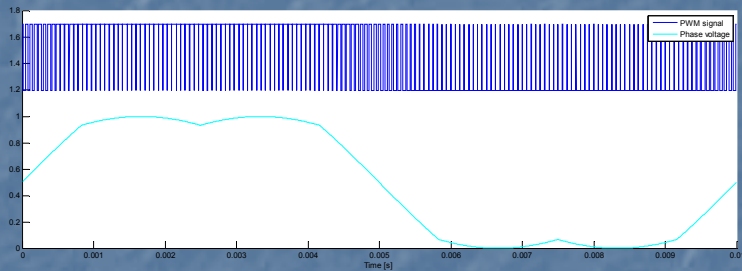


- GND1,GND2
- VB1, VB2
- W1, W2
- U1,U2
- TS3
- TS2
- TS1
- LM19_1
- LM19_2

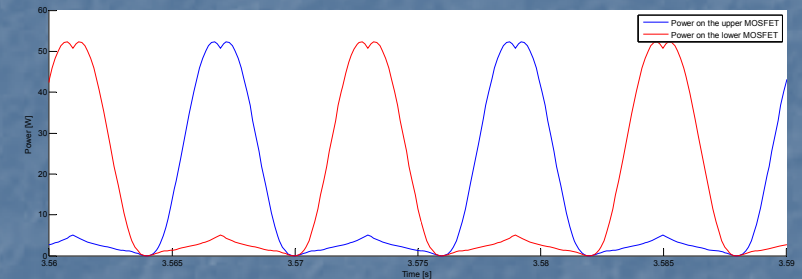
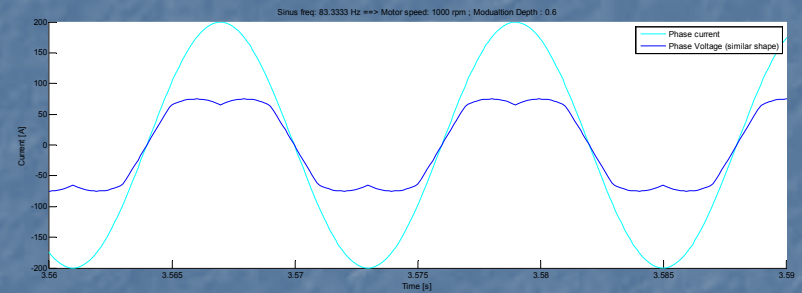


InfraRed kamerás mérés –
Teljesítmény vektor

Az ECU vizsgálata termikus szempontból



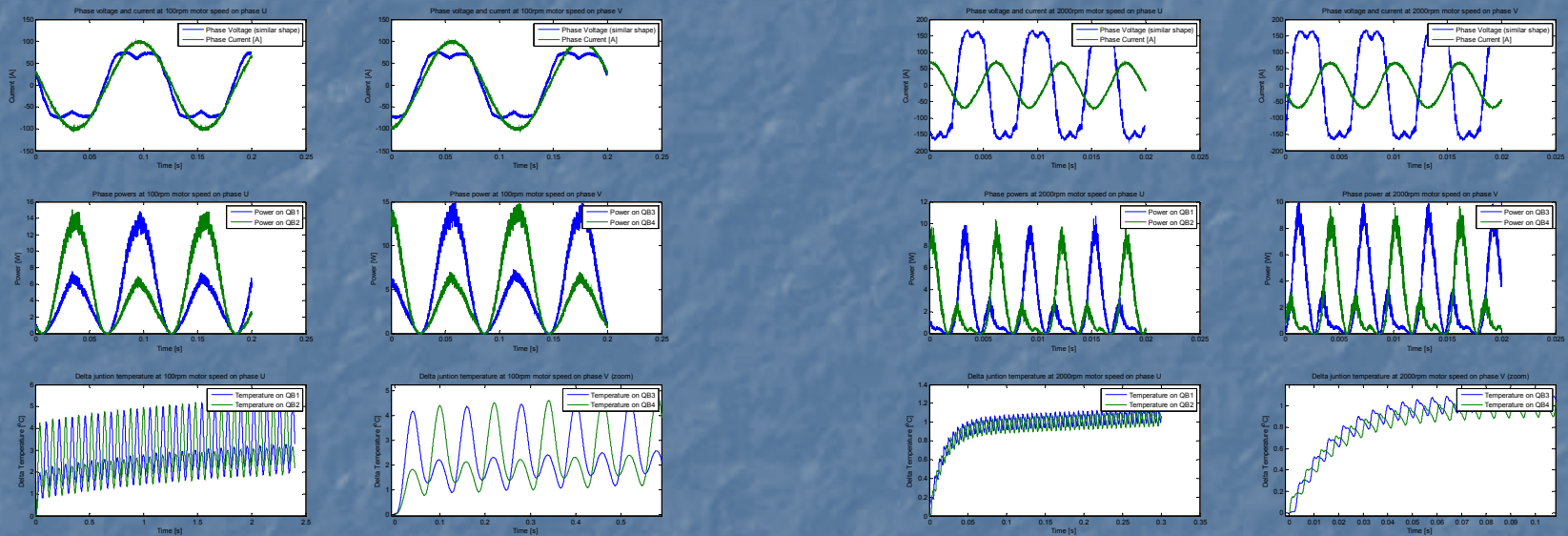
PWM jel (kék) és fázisfeszültség (a PWM átlaga – cián kék)



PWM generálta fázisáram (cián kék)

PWM generálta MOSFET disszipációk (alsó ábra)

Az ECU vizsgálata termikus szempontból



Áram, teljesítmény és
hőmérsékletváltozás –
100 rpm motor sebességnél

Áram, teljesítmény és
hőmérsékletváltozás –
2000 rpm motor sebességnél

Hőmérséklet becslő algoritmus implementálása

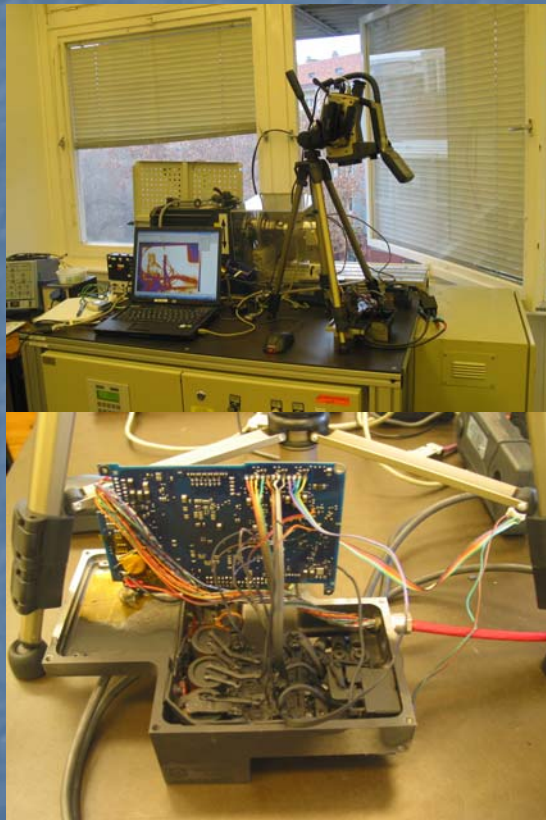
- Junction-hőmérséklet becslő algoritmus:

$$T_J(n) = T_{sensor}(n) + T_{J_1}(n) + T_{J_2}(n) + R_{th_sensor} * P_{avg}(n)$$

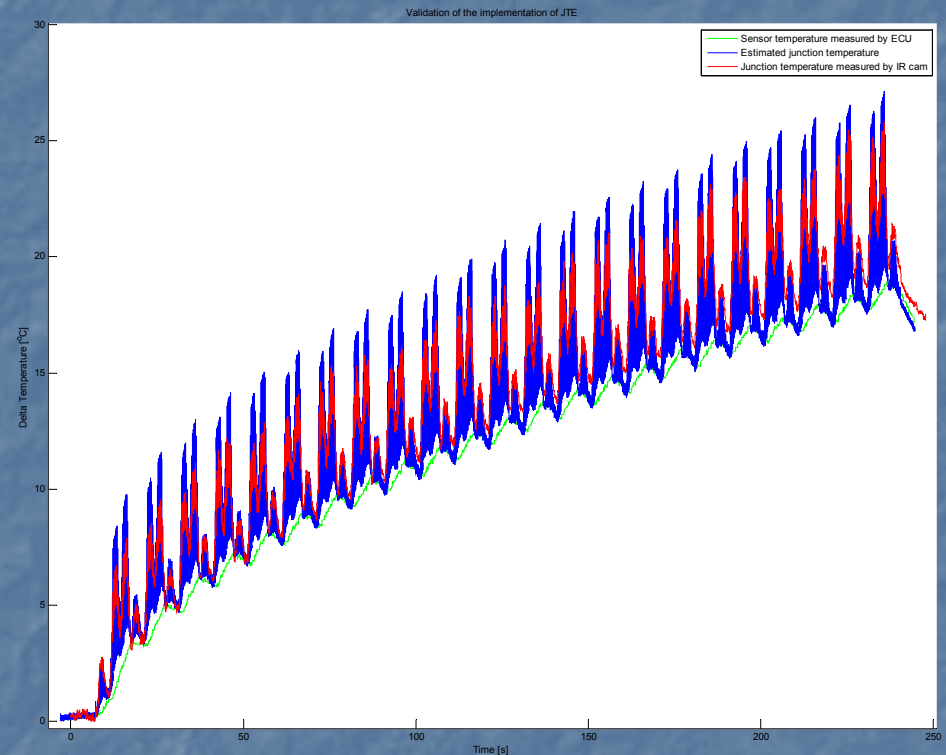
$$T_{J_i}(n) = T_{J_i}(n-1) + \frac{1}{Q} (P(n) * R_{th} - T_{J_i}(n-1))$$

- $T_J(n)$ – Junction hőmérséklet
- $T_{J_1}(n)$ – Junction delta hőmérséklet (rövid időállandó)
- $T_{J_2}(n)$ – Junction delta hőmérséklet (szenzor késleltetés)
- $P_{avg}(n)$ – Disszipált teljesítmény
- R_{th_sensor} – junction és szenzor között lévő termikus ellenállása

Hőmérséklet-becslő algoritmus validálása



Implementáció validálás:
Mérés



Implementáció validálás:
Szenzor hőm. (zöld)
Junction hőm. mért (kék)
Junction hőm. becsült (piros)

Összefoglalás

- ECU és teljesítmény-végfokozata
- **Önálló laboratórium I. :**
 - Soros ellenállás hőmérsékletfüggése
- **Önálló laboratórium II. :**
 - Hőmérséklet becslés a disszipált teljesítmény alapján
 - Szimulációk
 - Implementálás
 - Validálás
- **Kitekintés:**
 - Rendszer egyes paramétereinek „pontos” identifikációja
 - ECU által vezérelt motor hőmérséklet-becslése az előbbieknél analógiájára

Köszönöm a figyelmet!