



Eberspächer

Eberspächer- DiagnostiikkaTyökalu™

Akseli Marjanen

HARJOITUSTYÖ
Joulukuu 2021

Tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Sulautetut Järjestelmät

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	3
2 SUUNNITTELU.....	3
2.1 HW-SUUNNITTELU	3
2.1.1 BOM.....	4
2.1.2 Layout	4
2.1.3 Schematic	4
2.1.4 3D-mallinnus piirilevystä	5
2.2 SW-SUUNNITTELU.....	6
3 TESTAUS	8
3.1 TESTAUSSUUNNITELMA	8
3.1.1 TESTITAPAUKSET.....	8
3.1.2 TESTI 1 - Puhaltimen toiminta	8
3.1.3 TESTI 2 – Hehkun toiminta	9
3.1.4 TESTI 3 – Polttoainepumpun toiminta	9
3.1.5 TESTI 4 – Lopputesti	9
3.1.6 TESTI 5 – Ylikuumenemisvaroituksen testi	9
4 POHDINTA	9
LÄHTEET	11
LIITTEET	12
Liite 1. Koodi.....	12
Liite 2. KiCad suunnittelu	12
Liite 3. Vikakoodit	12

ERITYISSANASTO

Eberspächer, Webasto Polttoainekäyttöinen moottorin lisälämmitin	
BOM	Bill of Materials, osalista
HW	“Hardware”
SW	“Software”

1 JOHDANTO

Tässä raportissa käydään läpi harjoitustyö, jossa suunniteltiin diagnostiikkatyökalu Eberspächer merkkiseen moottorin lämmittimeen. Tarkoituksena oli tutkia lämmittimen toimintaa virran avulla alkuperäiseen johtosarjaan koskematta. Diagnostiikkatyökalun toimintaa simuloitiin ja testattiin laboratorio-olosuhteissa TAMK:in tietotekniikan laboratoriossa.

Idea kyseisen laitteen rakentamiseen lähti omasta tarpeesta, kun pelkkä vikakoodi ei riittänyt, ja vastaavaa laitetta ei ollut olemassa. Tässä laitteen ensimmäisessä versiossa laite tutkii vain virtakäyrää tiettyinä ajanhetkinä eikä siten toimi suoraan kilpailijalla esimerkiksi Webasto merkkisessä lämmittimessä tai mahdollisesti muissa Eberspächerin malleissa.

2 SUUNNITTELU

2.1 HW-SUUNNITTELU

KytKentä suunniteltiin Arduino Nano Everyn ympärille, tarkoituksena mitata lämpötilaa ja ottaa vastaan analogista signaalia AD-muuntimesta. AD-muuntimelle tulevan signaalin muuntamiseen jännitemuotoon valittiin Fluke SCM Virtapihdit.



Kuva 1. Fluke SCM Virtapihdit

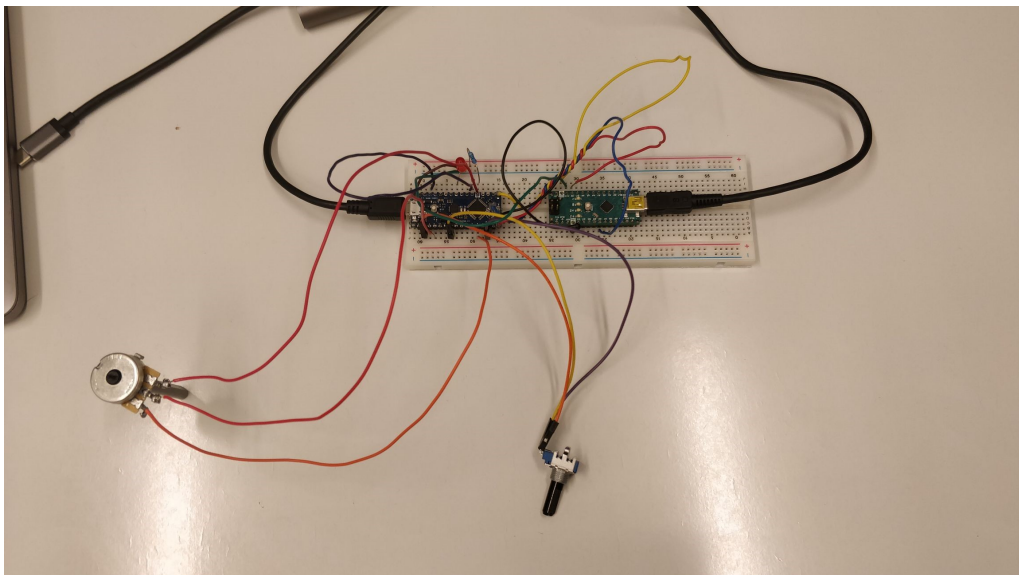
Vikatiloja indikoimaan valittiin ulkoinen LED-valo ja Arduinon sisäänrakennettua LED-valoa käytettiin ilmoittamaan, kun kaikki toimi niin kuin piti.

2.1.1 BOM

- Arduino Nano Every
- Arduino Nano
- Fluke BNC-Virtamittapää
- BNC-liitin
- LED
- Vastus $470\ \Omega$ (2)
- Lämpömittari
- Breadboard
- Potentiometri $10\ \text{k}\Omega$ (2)

2.1.2 Layout

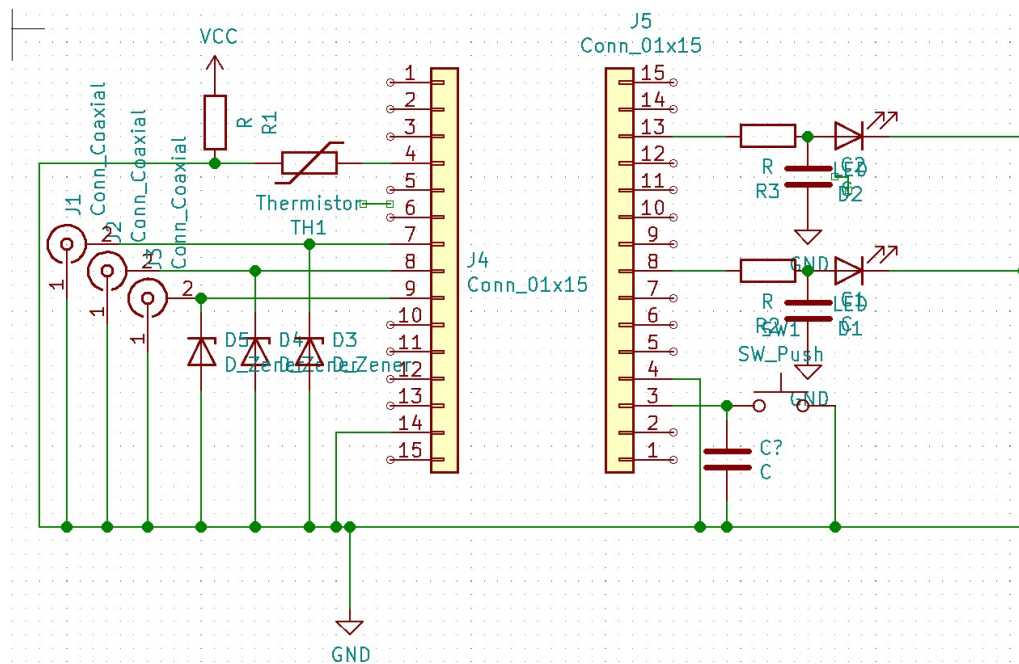
Alla olevassa kuvassa 2 esitelty layout laboratorio-olosuhteissa demottuna näkkärillä.



Kuva 2. Layout

2.1.3 Schematic

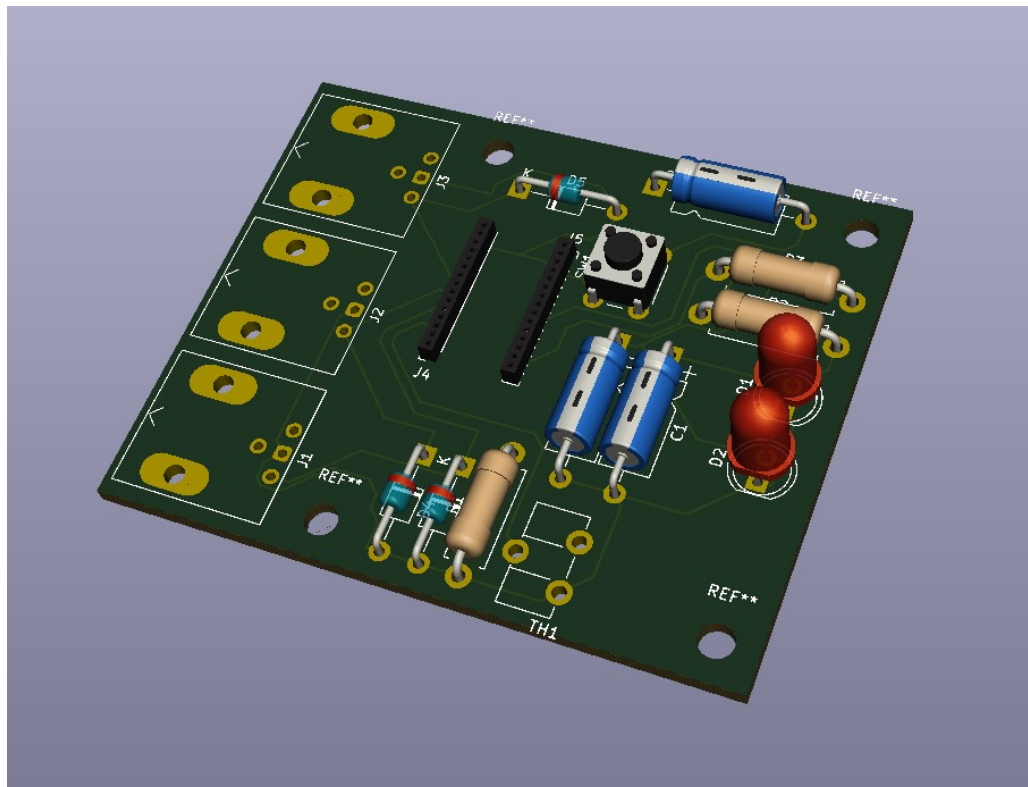
Alla olevassa kuvassa 3 laitteen kytkentäkaavio.



Kuva 3. Schematic

2.1.4 3D-mallinnus piirilevystä

Kuvassa 4 Tähän laitteeseen suunniteltu piirilevy. Kuvan vasemmassa laidassa olevat paikat on tarkoitettu BNC liittimille.

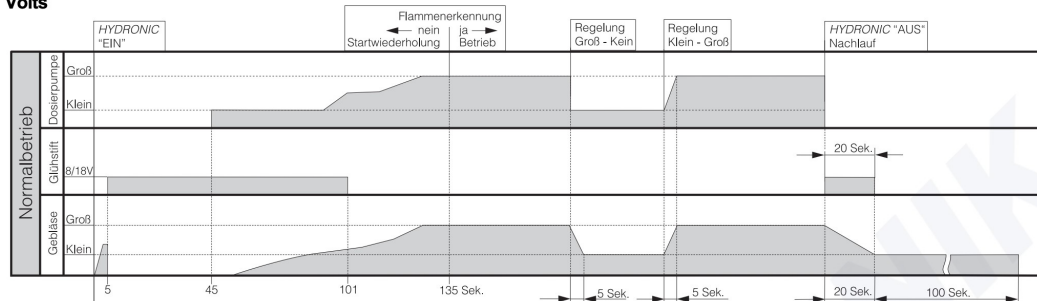


Kuva 4. Piirilevy

2.2 SW-SUUNNITTELU

Ohjelma suunniteltiin tulkitsemaan Eberspächerin toiminnan eri vaiheita kuvaavaa käyrää ja vertailemaan kytkennän antamia tuloksia tähän. Kytkenän antamien tulosten poiketessa alkuperäisestä käyrästä merkittävästi ohjelman haluttiin antavan käyttäjälle vikailmoitus, josta käyttäjä saisi tietää mikä lämmittimessä oli vikana. Ajatuksena oli toteuttaa ohjemointi tilakone tyyppisenä ratkaisuna.

Functional diagram — **HYDRONIC D 5 W S** — 12 Volts / 24 Volts



Kuva 5. Eberspächerin ilmoittama lämmittimen toimintakäyrä

Eberspächerin ilmoittavan toimintakäyrän pohjalta koodiin määriteltiin erilaisia huippu- ja pohja-arvoja, jotka virran piti ylittää tai alittaa haluttujen aikavälien aikana. Jos arvo osui haluttuun huippuun tai pohjaan, päästiin testeissä eteenpäin.

Jos näin ei tapahtunut, ohjelma palautti virhekoodin.

Laite tulosti sarjaporttiin dataa laitteen toiminnasta. Kuvassa 6 on esimerkki siitä, kuin laite laitetaan käyntiin ja se alkaa lukemaan AD-muuntimelle tulevaa dataa, eli virtakäyrää, joka on muunnettu jännitteeksi ennen arduinoa. Ohjelma tarkkaili myös jatkuvasti lämpötilaa ja sen ylittäessä asetetun arvon käyttäjä sai tästä varoituksen.

```

Startup! Uptime now 0 ms ...and now it is 1004 ms. Was that correct?
adc: 0
Temp: -40 C
adc: 2
Temp: -40 C
adc: 0
Temp: -40 C
adc: 0
Temp: -39 C
adc: 0
Temp: -40 C

```

Kuva 6. Usb väylästä luettu sarjadata

Kun ohjelma ylittää esiasetetun raja-arvon, testi alkaa. Ensimmäinen eli puhallin testi on hyväksytty. Kuvassa 7 ei näy aikaleimoja mutta hehkun tarkistus pitää onnistua aikavälillä 30 s ja 35 s. Seuraavaksi laite yritti havaita polttoainepumpun toimintaa, johon tämä demo testi on keskeytynyt ja käyttäjä on saanut virhekoodin ja ohjelman suoritus lakkaa. Virhekoodit on esitelty liitteenä.

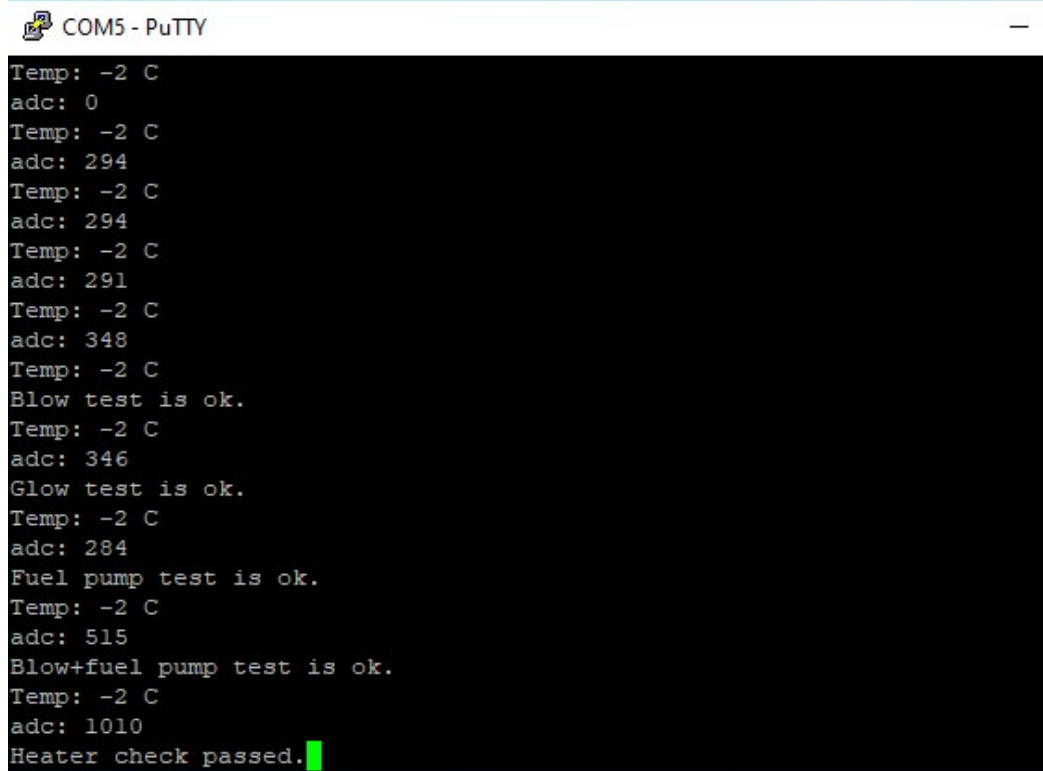
```

COM5 - PuTTY
adc: 178
Temp: -2 C
adc: 179
Temp: -2 C
adc: 178
Temp: -2 C
adc: 237
Temp: -2 C
adc: 297
Temp: -2 C
adc: 298
Temp: -2 C
adc: 298
Temp: -2 C
adc: 398
Temp: -2 C
Blow test is ok.
Temp: -2 C
adc: 398
Glow test is ok.
Temp: -2 C
adc: 270
Heater check exited with error code 3.

```

Kuva 7. Laitteen toiminta

Jos laite toimii oikein, niin kuvassa 8 näkyy kun kaikki testit menevät onnistuneesti läpi, ja sarjaporttiin palautetaan "Heater check passed". Lämpötila tulostetaan sarjaporttiin mutta se ei vaikuta testaukseen muuten pois lukien ylikuumeneminen.



```
COM5 - PuTTY
Temp: -2 C
adc: 0
Temp: -2 C
adc: 294
Temp: -2 C
adc: 294
Temp: -2 C
adc: 291
Temp: -2 C
adc: 348
Temp: -2 C
Blow test is ok.
Temp: -2 C
adc: 346
Glow test is ok.
Temp: -2 C
adc: 284
Fuel pump test is ok.
Temp: -2 C
adc: 515
Blow+fuel pump test is ok.
Temp: -2 C
adc: 1010
Heater check passed.
```

Kuva 8. Testi läpäisty onnistuneesti

3 TESTAUS

3.1 TESTAUSSUUNNITELMA

3.1.1 TESTITAPAUKSET

Testit 1–4 suoritetaan vaiheittain, eli jokaisella testikerralla suoritetaan ensin testi 1. Tämän onnistuttua päästään testiin 2 jne. Täten jos jokin testi ei onnistu, käyttäjä saa vikakoodin ja sen jälkeisiä testejä ei voida suorittaa.

Testeissä voidaan lukea sarjaportista livenä toimintaa esimerkiksi PuTTYn avulla. Jokaisessa testissä Arduinolle syötetty koodi tulostaa jatkuvasti lämpötilan ja virran arvot, ellei toisin mainittu.

3.1.2 TESTI 1 - Puhaltimen toiminta

Virran arvo on normaalitilanteessa lähellä nollaa. Virran noustessa tarpeeksi korkealle saadaan ilmoitus BLOW TEST OK ja lämpötilan ja virran arvojen tulostus lakkaa.

3.1.3 TESTI 2 – Hehkun toiminta

Virran arvon laskettua rajattuun arvoon aikarajan sisällä saadaan ilmoitus GLOW TEST OK ja lämpötilan ja virran arvojen tulostus lakkaa.

3.1.4 TESTI 3 – Polttoainepumpun toiminta

Virran arvon noustua rajatun arvon yli aikarajan sisällä saadaan ilmoitus FUEL PUMP TEST OK ja lämpötilan ja virran arvojen tulostus lakkaa.

3.1.5 TESTI 4 – Lopputesti

Virran arvon noustua rajatun arvon yli aikarajan sisällä saadaan ilmoitus FUEL PUMP + BLOW TEST OK ja lämpötilan ja virran arvojen tulostus lakkaa.

3.1.6 TESTI 5 – Ylikuumenemisvaroituksen testi

Lämpötila-anturia lämmitetään esim. sytkärillä. Lämpötilan noustua yli sadan asteen saadaan ilmoitus OVERHEATING WARNING.

4 POHDINTA

Diagnostiikkatyökalun todettiin simuloinnin avulla olevan täysin mahdollinen konsepti. Työkalun kehitystä voitaisiin viedä eteenpäin ja prototyypin rakentaminen olisi aivan mahdollista. Koodiin voitaisiin lisätä tarkistuskohtia tai jatkuva käyrän seuranta ja jo olemassa olevista tarkistuskohdista voitaisiin tehdä tarkempia Eberspächerin ilmoittamaa toimintakäyrää tarkemmin tutkimalla.

Työkalusta saataisiin käytännöllisempi ja tarkempi jos se saataisiin keräämään dataa lämmittimestä, jossa se on kiinni. Tällöin jos käytössä olisi useampi työkalu, voitaisiin kerätä dataa ja rakentaa sen pohjalta realistinen toimintakäyrä, jota voitaisiin käyttää vertailukohteena Eberspächerin ilmoittaman ideaalikäyrän sijaan. Datan kerääminen voitaisiin hoitaa esimerkiksi lisäämällä kytkentään langaton viestintätapa.

Tilakone toteutus tällaisessa logiikassa osoittautui hyväksi ja loogiseksi ratkaisuksi joka tuki ohjelman järkevää toimintaa.

LED-valo voitaisiin korvata RGB-valolla, jolloin eri vikakoodeja voitaisiin kuvata eri väreillä.

LÄHTEET

[Eberspaecher Hydronic D5WS Technical & Workshop Manuals](#) [veewee.net](#)

[Eber Testaus](#)

LIITTEET

Liite 1. Koodi

https://gitlab.tamk.cloud/tomisalo/moh2021/-/tree/heater_check/moh2021_4809

Liite 2. KiCad suunnittelu

https://tuni-my.sharepoint.com/:f/g/personal/akseli_marjanen_tuni_fi/EhKLBRqDf5dBosqykHFeAU8BxRvvSqOl4s3f3WIFnnXzEg?e=xnYl3v

Liite 3. Vikakoodit

https://tuni-my.sharepoint.com/:b/g/personal/akseli_marjanen_tuni_fi/EVhmxZzaZ_tAg4VFZAXxDkYB16CHNiNaqZEXe5KEO4Ep-g?e=y0LBoR