

Elektroniikan opetusta käytännön kautta

9.3.2026

Advanced Electronics -kurssilla opitaan elektroniikkaa käytännössä suunnittelemalla ja valmistamalla piirilevy SeBOT-robottiin. SeBOT on SEAMKin kehittämä avoin mobiilirobottialusta, jonka tarkoituksena on helpottaa ROS2-järjestelmän oppimista tarjoamalla konkreettinen ja helposti hahmotettava harjoitusalusta. Robotti on rakenteeltaan yksinkertainen, edullinen ja turvallinen käyttää, mikä tekee siitä erittäin soveltuvan opetukseen. Se toimii jatkossa osana uutta ROS2- ja mobiilirobotiikan opintojaksoa. (Ylimäki, 2025)

Suunniteltavan piirilevyn tarkoitus on korvata robotin moottoreiden ohjauksessa tarvittavat, reikälevylle rakennetut kytkennät. Toiminnallisuus säilyy samana, mutta uusi piirilevy on kompaktimpi, visuaalisesti siistimpi ja luotettavampi. Kurssi on suunnattu kansainvälisille opiskelijoille, mutta myös suomenkieliset opiskelijat voivat osallistua. Kurssin sisältöä suunniteltaessa on kuultu opiskelijoiden toiveita. Kurssilla suunnitellaan ja valmistetaan konkreettinen, toimiva laite.

Piirilevyn suunnittelu KiCadilla

Ensimmäisenä tehtävänä oli piirilevyn suunnittelu KiCad-ohjelmistoa käyttäen. KiCad on avoimen lähdekoodin elektroniikkasuunnittelun ohjelmistopaketti, jolla voi tehdä piirikaavioita, piirilevyjen layout-suunnittelua ja tuottaa valmistukseen tarvittavat Gerber-tiedostot (KiCad, n.d.). Ohjelma on asennettu sulautettujen järjestelmien laboratorion tietokoneille.

Opiskelijat piirsivät opettajan esimerkin mukaisesti piirikaavion, jossa on liittimet sähkönsyötölle, moottoreille ja Arduino Micro -kehitysalustalle sekä moottorien ohjaukseen tarvittava H-siltapiiri, vastukset ja

kondensaattorit ja näitä yhdistävät johdot. Passiivikomponenteille valittiin myös arvot. Kaikille komponenteille määritettiin kotelotyypit (footprints), joita tarvitaan layout-vaiheessa.

Seuraavaksi siirryttiin layout-vaiheeseen, jossa määriteltiin piirilevyn fyysiset mitat ja sijoitettiin komponentit levyn ulkoreunojen sisäpuolelle sekä piirrettiin niiden väliset yhteydet. Levy on yksinkertainen kaksikerroksinen rakenne, jossa komponentit ja vedot pyrittiin sijoittamaan pääasiassa yläpuolelle, ja alapuoli pidettiin mahdollisimman yhtenäisenä maatasona. Moottoreiden virtaa kuljettavat vedot tehtiin leveämmiksi ja signaalivedot kapeammiksi. Myös kiinnitysreiät ja muut tarvittavat yksityiskohdat lisättiin.

Hyvää suunnittelua ylläpidettiin sijoittamalla komponentit tarkoituksenmukaisesti, jolloin vedot voitiin pitää lyhyinä ja pääosin levyn yläpuolella. Komponenttien asetteluun vaikutti levyn sijainti SeBOT-robotin rungossa. Piirilevy asennetaan rungon yläosaan keskelle, jolloin moottorit sijaitsevat sen molemmilla puolilla. Tämän vuoksi moottoreiden liittimet sijoitettiin levyn reunoille symmetrisesti.

Koska moottoreiden virransyöttöliitin tulee levyn yläosaan, H-siltapiiri sijoitettiin moottoriliittimien väliin. Arduino Micro painetaan kiinni levyn naarasliitinrimoihin ja ne sijoitettiin levyn alareunaan siten, että Micro-USB-liitin osoittaa alaspäin, jolloin se voidaan yhdistää ilman esteitä robotin Raspberry Pi -tietokoneeseen USB-kaapelilla.

H-siltapiirin ohituskondensaattorit asetettiin mahdollisimman lähelle käyttöjännitenastoja, kun taas virtapankkeina toimivat elektrolyyttikondensaattorit sijoitettiin hieman kauemmaksi. Levyn alareunaan jäi tilaa LED-merkkivaloille sekä akkujännitteen mittaukseen tarvittaville vastuksille.

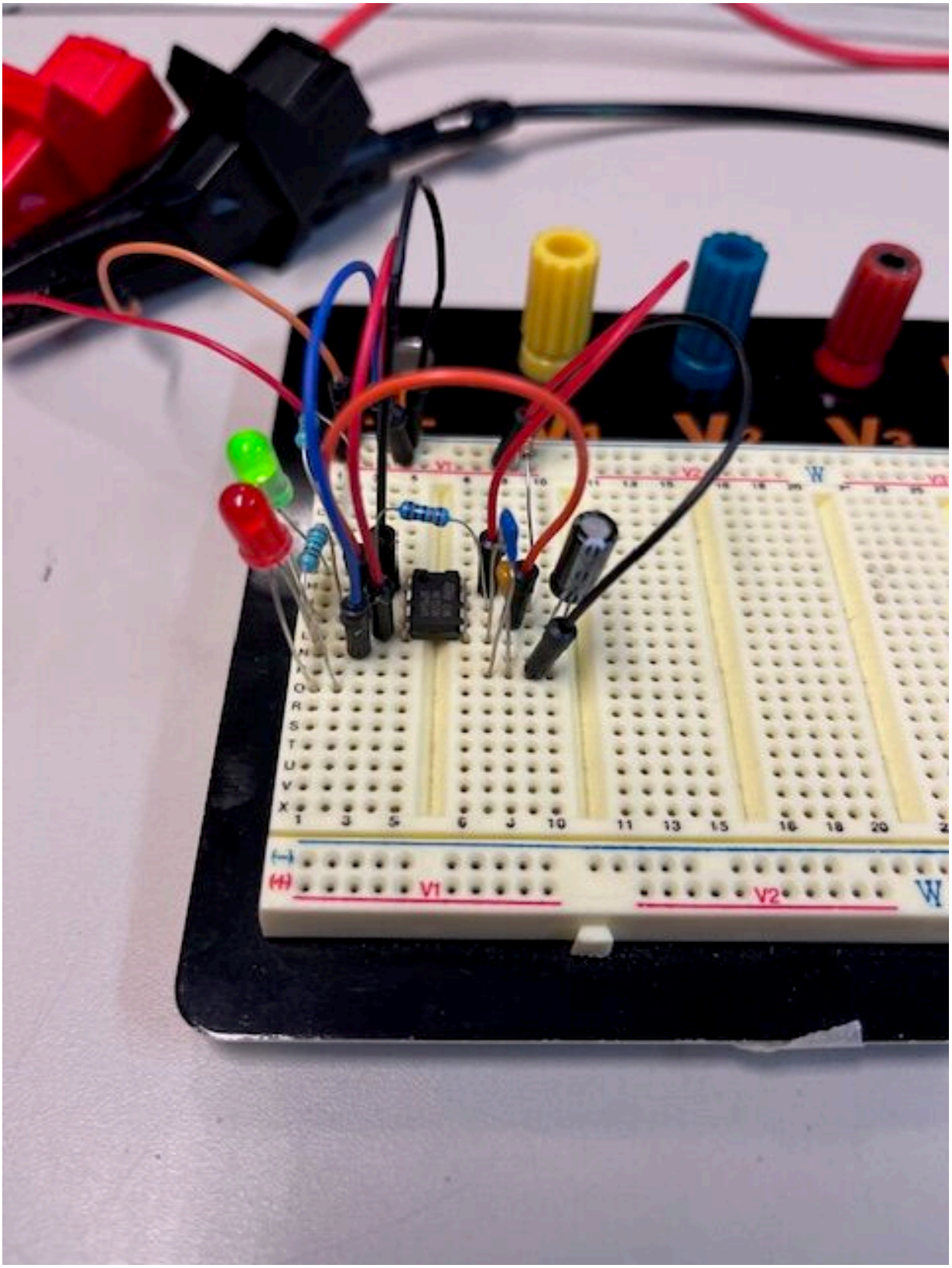
Alkuvaiheessa seurattiin opettajan mallia, mutta lopuksi opiskelijat suunnittelivat vedot itsenäisesti. Oli mielenkiintoista huomata, kuinka luovia ja erilaisia ratkaisuja opiskelijat tuottivat – moni lähestyi ongelmaa tavalla, joka ei allekirjoittaneelle olisi tullut ensimmäisenä mieleen.

Levyn tilaaminen ja juotosharjoitus

Tämän artikkelin kirjoittaja suunnitteli oman versionsa piirilevystä, joka tilattiin JLCPCB:n kautta. Levyjen saapumisessa kesti muutama viikko, joten opiskelijoille järjestettiin väliin juotosharjoitus.

Harjoituksessa opiskelijat suunnittelivat yksinkertaisen kahden LEDin vilkuttimen käyttäen 555-ajastinpiiriä, joka on yksinkertainen komponentti aikaviiveiden ja pulssien tuottamiseen. Komponentit mitoitettiin Multisim-simulaattorilla. Tavoitteena oli saada LEDit vilkkumaan vuorotellen noin puolen sekunnin välein. Harjoituksen myötä havaittiin, että teoreettinen ”puoli sekuntia” on harvoin täsmälleen puoli sekuntia – käytännössä päästään vain lähelle, sillä käytettävät komponenttiarvot ovat rajallisia.

Lopuksi kytkentä rakennettiin koekytkentäalustalle, tuttavallisemmin ”näkkärille”. Komponentit aseteltiin alustalle ja yhdistettiin hyppylangoilla. Jos kytkentä oli tehty oikein, jännitteen kytkemisen jälkeen LEDit alkoivat vilkkua. Tässäkin opiskelijoiden luovuus näkyi. Hyppylankoja käytettiin runsaasti ja komponentit levitettiin laajalle alueelle koekytkentäalustalla.



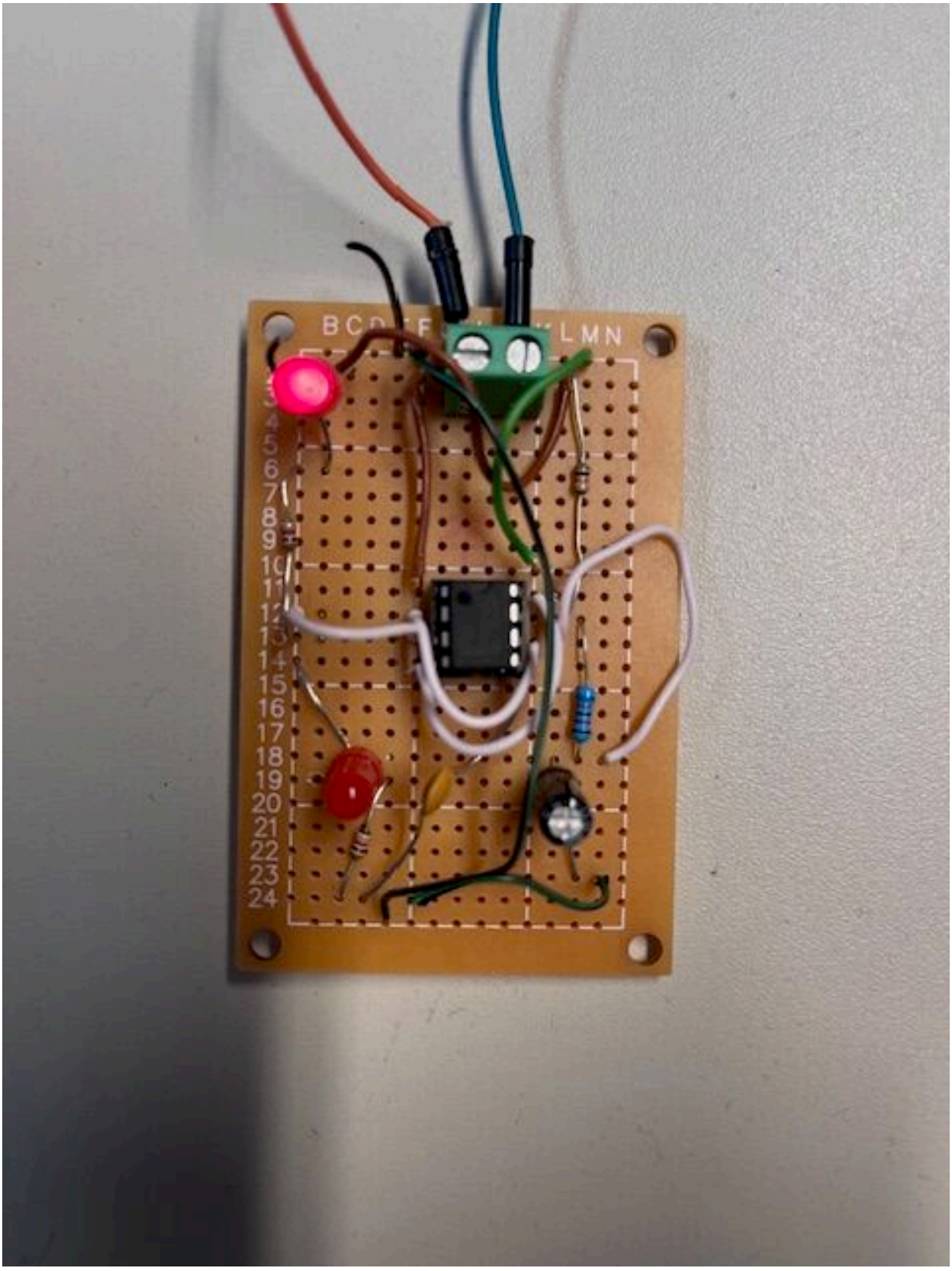
Kuva 1. LED-vilkutin koottuna koekytkentäalustalle (kuva: Juha Vaara, 2026).

Reikälevy ja juottaminen

Juotosharjoitusta varten opiskelijoille oli varattu tarvittavat komponentit ja reikälevy. Reikälevy koostuu matriisinmuotoon poratuista rei’istä, joiden kuparipinnat sijaitsevat levyn alapuolella. Komponentit asetetaan

yläpuolelta levyn läpi ja juotetaan kiinni alapuolelta. Moni opiskelija käytti juotoskolvia ensimmäistä kertaa, joten yhteyksien muodostamiseen tarvittavien tinasiltojen hallinta osoittautui yleiseksi haasteeksi.

Kuten koekytkentäalustalla, myös reikälevyllä hyppylankoja käytettiin paljon. Opiskelijoiden ratkaisutapoja oli tässä vaiheessa helppo ymmärtää. Väljempi sijoittelu helpottaa kokonaisuuden hahmottamista, vaikka se ei olisi tehokkain tapa rakentaa pysyvää kytkentää. Kokeneemmalla tekijällä tavoitteena olisi minimoida hyppylankojen määrä sijoittamalla komponentit mahdollisimman lähelle toisiaan ja käyttää komponenttien omia jalkoja hyppylankojen tapaan.



Kuva 2. Opiskelijan reikälevylle kokoama ja juottama LED-vilkutin (kuva: Juha Vaara, 2026).

Reikälevyjen sijaan verolevyjen käyttö voisi helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä. Verolevy muistuttaa reikälevyä, mutta sen reiät on yhdistetty riveittäin valmiiksi. Tämä vähentää tinasiltojen ja hyppylankojen tarvetta. Haasteena on vetojen katkaisu, mikä voi olla hankalaa ensimmäistä kertaa kirurginveistä tai mattoveistä käyttävälle. Ylisuuren poranterän käsin pyörittäminen reiän päällä voisi olla turvallisin ja helpoin

tapa katkaista yksittäinen rivi.

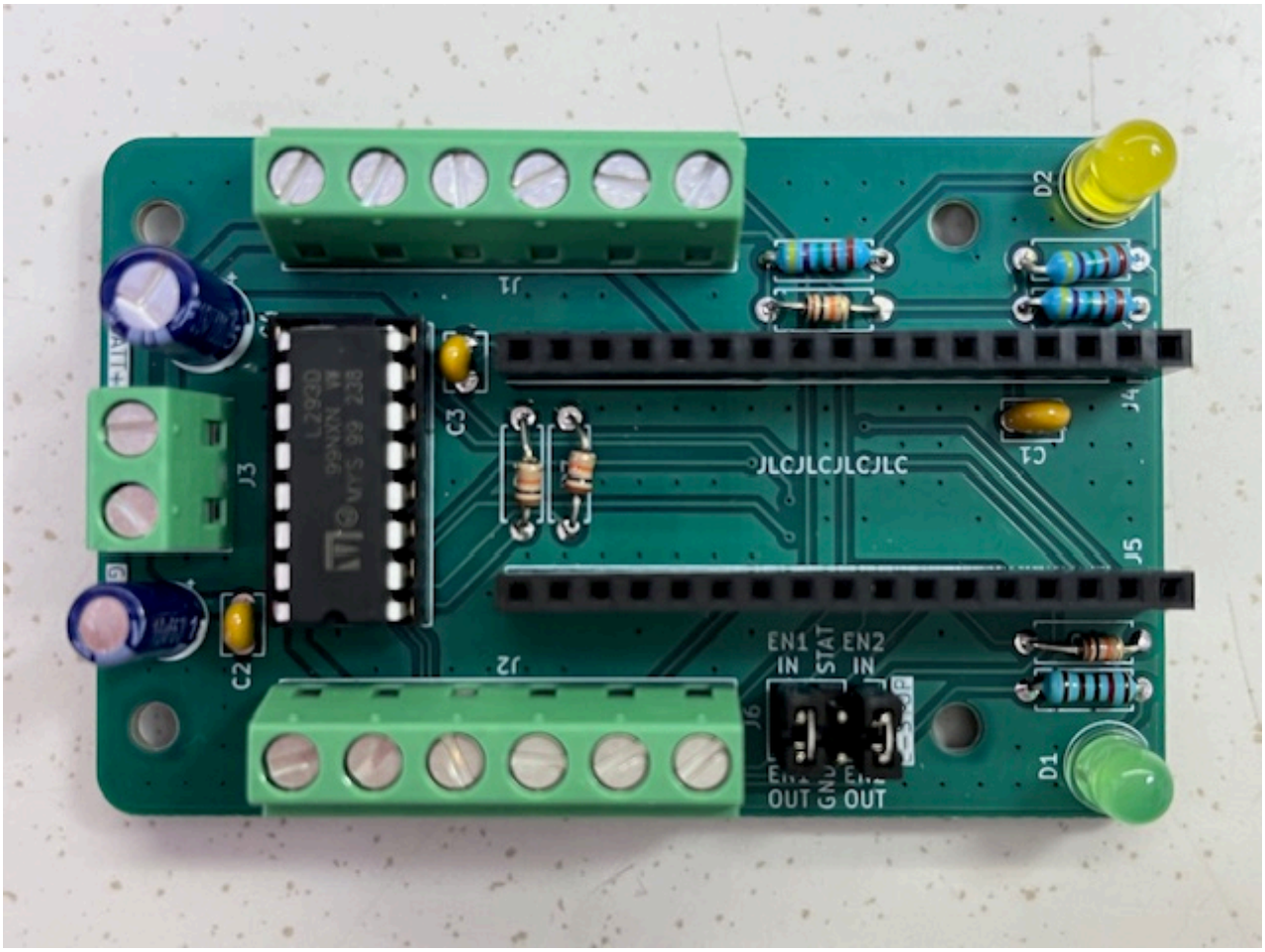
Juotoshankaluuksista seurasi myös hyvää. Se pakotti tutustumaan ja käyttämään yleismittaria vianetsinnässä. Yleismittarin jatkuvuusmittausta, eli piipparia, käyttäen etsittiin vierekkäisten pinnien aiheuttamia oikosulkuja ja juottamatta jääneitä kytkentöjä.

Komponenttien juottaminen valmiille levylle

Kun tilatut levyt ja komponentit olivat saapuneet, aloitettiin levyn kokoonpano. Levylle oli valittu vain läpiladottavia komponentteja, sillä pintaliitoskomponenttien juottaminen on aloittelijoille huomattavasti haastavampaa ja vie enemmän aikaa. Lisäksi pintaliitoskomponenttien juottamisessa on tarpeellista käyttää apuvälineitä, kuten suurennuslasia tai mikroskooppia. Läpiladottavien komponenttien vuoksi osasta ominaisuuksista jouduttiin karsimaan, koska niitä ei saatu mahtumaan levylle. Levyltä löytyvät kuitenkin kaikki korvattavat ominaisuudet, ja levystä voidaan myöhemmin tehdä uusi versio pintaliitoskomponenteilla, jolloin ominaisuuksia saadaan mahdutettua lisää.

Levylle oli viimeisenä muutoksena lisätty piikkirima mahdollisen hätäseis-painikkeen liittämistä varten. Sen voi tarvittaessa ohittaa piikkirimaan asetettavilla oikosulkupaloilla.

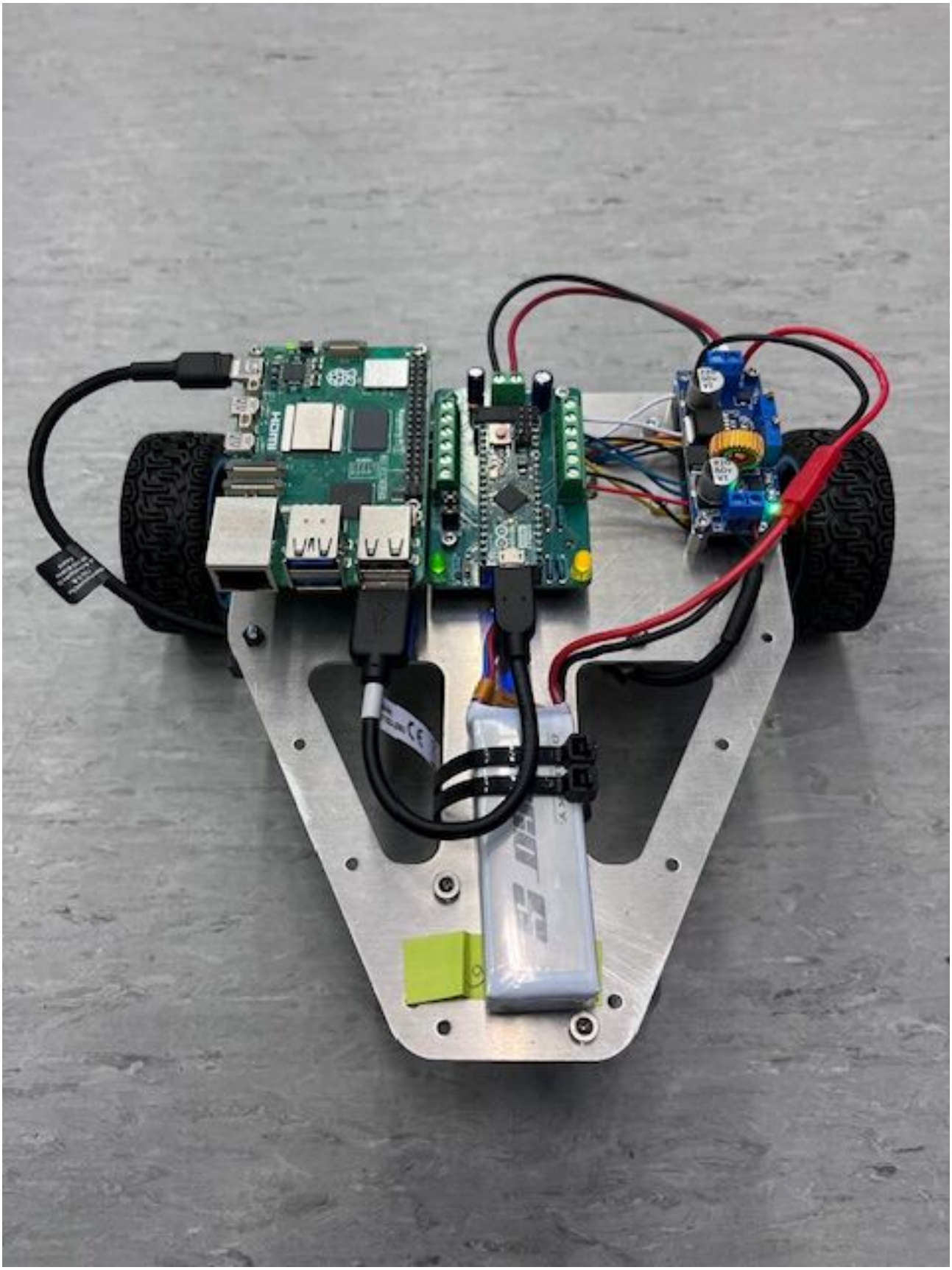
Komponenttien asettelussa oli huomioitava suunta. Elektrolyyttikondensaattorit, LEDit ja H-siltaohjain on asennettava oikeinpäin. Tässä auttavat levylle painetut merkinnät. Myös akulta tulevat ja moottoreille lähtevät kytkennät täytyy tehdä oikein, joten levyn suunnittelussa pidettiin huoli, että johtojen paikat liittimissä säilyvät ennallaan.



Kuva 3. Kalustettu ja juotettu valmis piirilevy (kuva: Juha Vaara, 2026).

Kurssin päätös

Viimeisellä oppitunnilla ennen tenttiä valmiiksi kootut levyt asennettiin SeBOT-robotteihin ja niitä testattiin luokkahuoneessa. Robotteja ohjattiin tietokoneen näppäimistöltä annetuilla komennoilla, ja levyt toimivat odotetusti. Joskus tosin pienien juotoskorjauksien jälkeen.



Kuva 4. Valmis piirilevy SeBOT-robotissa (kuva: Juha Vaara, 2026).

Kurssi osoitti, että konkreettinen tekeminen ja itse suunnitellun laitteen valmistaminen motivoivat opiskelijoita ja auttavat ymmärtämään teoreettisia käsitteitä käytännön tasolla.

Juha Vaara

SEAMK

Kirjoittaja on koulutukseltaan elektroniikan diplomi-insinööri, joka on ollut puolen vuoden ajan työkokeilussa SEAMKissa; kolme kuukautta Euroopan unionin osarahoittamassa Sähköiset Voimalinjat -hankkeessa ja kolme kuukautta Advanced Electronics -kurssin apuopettajana.

Lähteet

Ylimäki, T. (18.12.2025). SeBOT – ROS2-oppimisen uusi, avoin mobiilirobottialusta SEAMKissa.*@SEAMK-verkkolehti.* https://lehti.app-staging.seamk.hion.dev/verkkolehti/sebot-ros2-oppimisen-uusi-avoin-mobiilirobottialusta-seamkissa/

KiCad. (i.a.). *About KiCad*. https://www.kicad.org/about/