

Saija Hurri

AUTOMAATIOTEKNIIKAN  
HARJOITUSLAITTEISTO  
Hissi

Opinnäytetyö  
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  3.5.2010		
<b>Tekijä(t)</b> Saija Hurri	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Sähkötekniikan koulutusohjelma		
<b>Nimeke</b>  Automaatiotekniikan harjoituslaitteisto, hissi			
<b>Tiivistelmä</b>  Tämän insinööriyden tarkoituksena oli kertoa Mikkelin ammattikorkeakoululle automaatiotekniikan harjoitustyöksi rakennetun hissien toteuttamisesta.  Työn tavoitteena oli rakentaa mahdollisimman monipuolisesti ohjelmoitavissa oleva vastapainolla toteutettu hissi. Hissistä tuli myös rakentaa mahdollisimman pitkäikäinen ja oikeaa hissiä muistuttava. Aiheesta oli tehty aikaisemmin kaksi opinnäytetyötä, jotka ovat jääneet rakenteen suunnitteluun. Tämän työn tarkoituksena oli keskittyä saamaan aikaan toteutus.  Työssä hyödynnettiin koululle edellisten suunnitelmien toteuttamista varten hankittua askelmoottoria ja sen ajuria, induktiivisia antureita, BTL -mikropulssianturia ja Modicon M340 -logiikkaa. Hissi rakennettiin pyörillä olevan pöydän päälle, jotta hissistä saatiin helposti liikuteltava. Pöydän avulla hissiä voidaan käyttää opetuskäytön lisäksi esimerkiksi koulutusalan markkinointitehtävissä.  Työ oli mielenkiintoinen kokemus ja opetti paljon niin ohjelmointi ohjelman saloista kuin oikeiden hissien toiminnastakin.			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Automaatiotekniikka, hissi, logiikka, ohjelmointi, anturit			
<b>Sivumäärä</b> 43 + liitteet	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Kieli</b> Suomi</td> <td style="width: 50%;"><b>URN</b></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>		
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Jouko Hyppönen	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Mikkelin ammattikorkeakoulu		

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  3.5.2010
<b>Author(s)</b> Saija Hurri	<b>Degree programme and option</b> Electrical Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Automation technique exercise, elevator		
<b>Abstract</b>  <p>The purpose of this thesis was to build a small elevator for automation courses at Mikkeli University of Applied Sciences. The elevator must be implemented with counterweight and it must be possible comprehensive, longlife and it must look like an elevator.</p> <p>Previous thesis of subject has concentrated to plan the structure of elevator. Now the main goal was to build the elevator and fulfill possible many at the beginning set requirements.</p> <p>Thesis were used previous thesis for acquired step motor and driver, inductive sensors, BTL-micropulse sensor and Modicon M340 -logic. The elevator was built on wheeled table, which makes it easy to move. Because it is moveable it can also be used for example when marketing degree program if needed.</p> <p>Thesis was interesting experience which teaches much about programming program but it also teach a lot of real size elevators.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Automation technique, elevator, logic, programming, sensor		
<b>Pages</b> 43 + apps.	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>  Jouko Hyppönen	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Mikkeli University of Applied Sciences	

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO.....	1
2 PROJEKTIN ALOITUS .....	2
3 HISSI.....	4
3.1 Materiaalit.....	4
3.2 Hissikori.....	4
3.2.1 Korin ohjurit .....	9
3.2.2 Korin anturit.....	9
3.3 Hissikorin ohjaimet.....	11
3.4 Hammashihna .....	12
3.5 Hissin konehuone.....	13
3.6 Vastapaino .....	16
3.7 Hissikuilu.....	18
3.8 Hissin kerrokset .....	19
3.9 Hissin sisäpaneeli.....	20
4 SÄHKÖISTYS .....	21
4.1 Pääsyöttö.....	21
4.2 Logiikka.....	23
4.3 Maadoitus .....	23
5 KUSTANNUKSET .....	23
6 TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN .....	24
7 OHJELMOINTI .....	26
7.1 Laitteisto .....	26
7.2 Grafcet -kielellä toteutetun esimerkkiohjelman toiminta.....	26
7.2.1 Hissikutsu .....	27
7.2.2 Ajaa_alas.....	30
7.2.3 Drive_alas .....	30
7.2.4 Ajaa_ylos .....	33
7.2.5 Drive_ylos.....	33
7.2.6 Kerrokseen .....	33
7.2.7 Kerrokseen2.....	34
7.2.8 Stop_krs .....	34

7.2.9 Loppu .....	35
7.3. Hälytys .....	35
7.3.1 Hata .....	36
7.3.2 Resetointi .....	36
7.4 Moottorin lämpötila .....	37
7.5 Graafinen näkymä .....	37
7.5.1 Toimintojen kuvaus .....	38
7.5.2 Graafiset näkymät eri tilanteissa .....	40
7.6 I/O -taulut .....	41
8. POHDINTA .....	43

## LÄHTEET

## LIITTEET

Liite 1 Havaintokuva edestä

Liite 2 Havaintokuva takaa

Liite 3 Havaintokuva sisäpaneelistä

Liite 4 Transsonar Linear Transducer BTL2

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Legohissi.....	3
KUVA 2. Hissikorin mitat .....	5
KUVA 3. Hissikori.....	6
KUVA 4. Kattoledi .....	6
KUVA 5. Ovimekanismi ylhäältä .....	7
KUVA 6. L -pala .....	8
KUVA 7. Ovien elektroniikka .....	9
KUVA 8. Induktiiviset anturit.....	10
KUVA 9. Vastakappale induktiiviselle anturille.....	11
KUVA 10. Ohjaimen pahka .....	12
KUVA 11. Hammashihnan kiinnike hissikorin katossa ja ylärajakytkin.....	13
KUVA 12. Hammaspyörä ja hammaspyörän teline.....	14
KUVA 13. Lattakaapelin paino.....	15
KUVA 14. Lattakaapelin vedonpoisto .....	16
KUVA 15. Vastapaino .....	17
KUVA 16. Magneetti .....	17
KUVA 17. BTL-mikropulssianturi ja alumiinitanko katon tasalta, pöytälevyn tasalta ja pöytälevyn alta .....	18
KUVA 18. Kerros .....	19
KUVA 19. Sisäpaneeli .....	21
KUVA 20. KytKentäkuva.....	22
KUVA 21. Hälytin .....	25
KUVA 22. Grafcet -kaavio .....	27
KUVA 23. Hissi odottaa ovet auki.....	27
KUVA 24. Hissin tilaaminen .....	28
KUVA 25. Ovet sulkeutuvat .....	28
KUVA 26. Hälytyksen tekeminen .....	29
KUVA 27. Kohdesijainnin arvonn vienti eteenpäin .....	29
KUVA 28. Valinta ja varattuvalon ohjaus .....	30
KUVA 29. Siirtymäehto alas ajettaessa .....	30
KUVA 30. Moottori ajaa koria alaspäin .....	30
KUVA 31. Muunnokset .....	31
KUVA 32. Kiihdytyksen ja hidastuksen toteuttaminen .....	31

KUVA 33. Hälytyksen tekeminen ajon aikana .....	32
KUVA 34. Siirtymäehto ylös ajettaessa.....	33
KUVA 35. Kerroksen saavuttaminen.....	33
KUVA 36. Hissin pysähtyminen.....	34
KUVA 37. Set -tilojen asettaminen reset -tiloiksi.....	35
KUVA 38. Siirtymäehto palatessa ohjelman alkutilaan (Hissikutsu).....	35
KUVA 39. Hälytysignaalien ohjaukset ja kuittauksen aloitus .....	36
KUVA 40. Hissin ajaminen 1.kerrokseen ja ohjelman nollaus.....	37
KUVA 41. Moottorin lämpötila .....	37
KUVA 42. Graafinen näyttö .....	38
KUVA 43. Kerroksien osoitinpalkki.....	38
KUVA 44. Korkeuden numeronäyttö .....	39
KUVA 45. Hälytysvalo .....	39
KUVA 46. Ovet sulkeutumassa -valo .....	39
KUVA 47. Ovet avautumassa -valo .....	39
KUVA 48. Moottorin nopeus -näyttö .....	39
KUVA 49. Moottorin lämpötila –näyttö .....	40
KUVA 50. Kiihdytys/hidastus diagrammi .....	40
KUVA 51. Graafinen näkymä hissillä ollessa liikkeessä.....	40
KUVA 52. Graafinen näkymä hissillä ollessa häiriössä tai hälytyksessä.....	41
KUVA 53. Graafinen näkymä hissillä lähtiessä 2.kerrokseen .....	41

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa pieni hissi Mikkelin ammatti-korkeakoululle automaatiotekniikan harjoitustyöksi. Aiheesta on tehty aikaisemmin kaksi opinnäytetyötä, jotka ovat molemmat jääneet hissien rakenteen suunnitteluun. Varsinaista toteutusta suunnitelmista ei ole aikaisemmin tehty. Tämän insinööriöraportin tarkoituksena on kertoa automaatiotekniikan harjoitustyöksi rakennettavan hissien toteuttamisesta.

Lähtökohtana oli toteuttaa mahdollisimman monipuolisesti ohjelmoitavissa oleva neljäkerroksinen, vastapainolla toteutettu, hissien kaltainen hissi opetuskäyttöön. Työssä tuli myös hyödyntää koululle edellisten suunnitelmien toteuttamista varten hankittuja osia ja hissien kokonaishinnan tuli jäädä inhimilliselle tasolle.

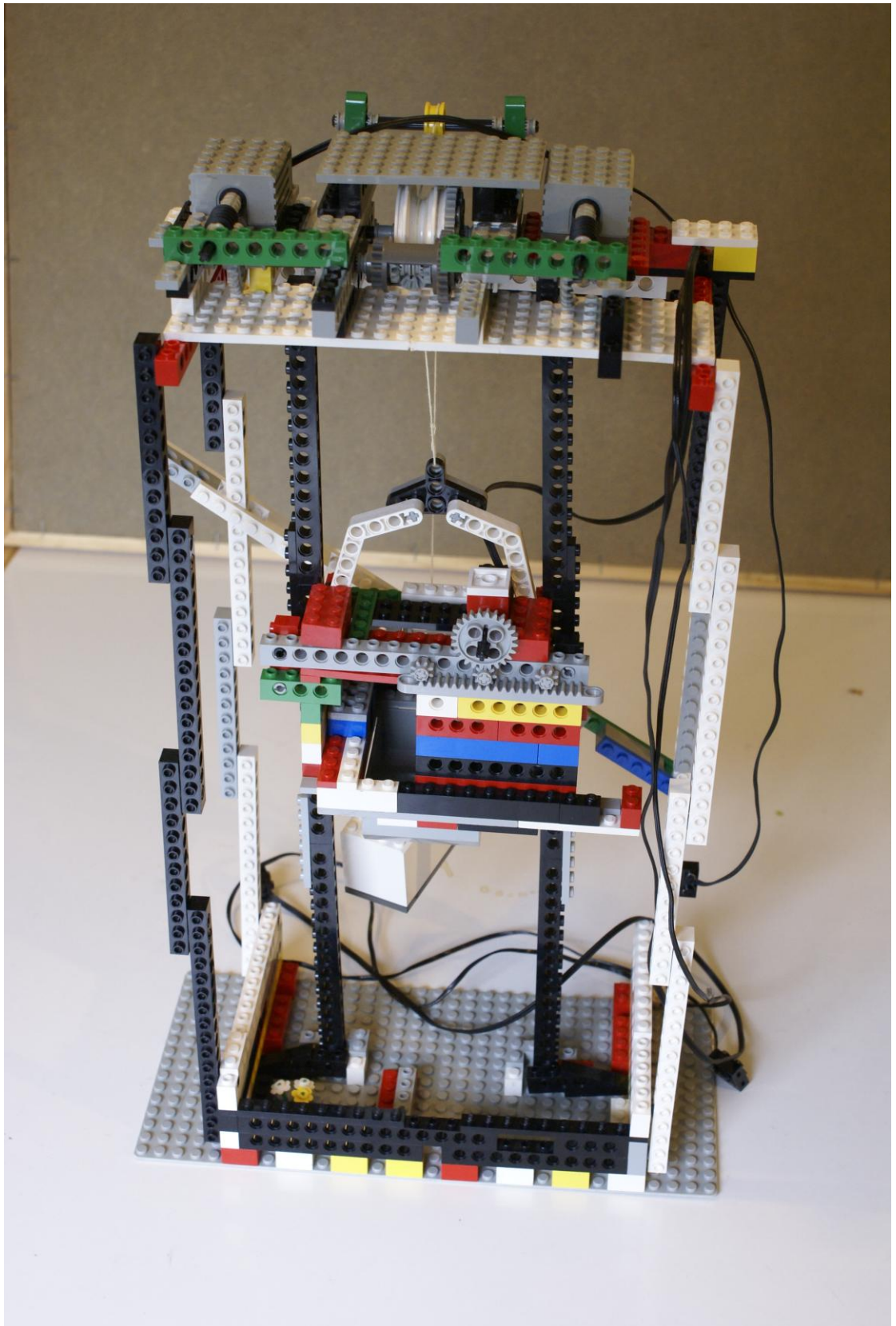
Käytännön osuuden toteutin yhdessä työelämän ohjaajani, opettaja Teemu Mannisen kanssa.

## 2 PROJEKTIN ALOITUS

Työtä aloittaessa kävin toimeksiantajan ja tulevan käyttäjän kanssa läpi, mitä vaatimuksia hissin tulisi täyttää. Hissin haluttiin olevan neljäkerroksinen ja vastapainolla toteutettu. Itse hissikoriin haluttiin liukuovi tai ovet ja korin haluttiin liukuvan kiskojen välissä. Anturien tuli olla säädettävissä. Käytettävien materiaalien ja osien tuli olla pitkäikäisiä ja helposti vaihdettavissa. Hissiin tuli saada numeronäyttö ja jokaiseen kerrokseen kutsunappi. Hississä tuli olla ylä- ja alarajakytkimet hissin yliajamisen estämiseksi ja ympärille täytyi saada suoja vahinkojen ja ilkivallan välttämiseksi. Moottorille tahdottiin lämpötila-anturi. Lisäksi työssä tuli käyttää jo olemassa olevia osia.

Aikaisemmin tehdyissä suunnitelmissa oli keskitytty saamaan aikaan sovellus, joka toimii kuin hissi, mutta ei juuri näytä hissiltä. Nyt tarkoituksena oli toteuttaa hissin näköinen ja toiminnoiltaan oikean hissin kaltainen sovellus, joten hissistä täytyi tehdä jälleen uusi suunnitelma.

Hissin rakennetta oli kuitenkin vaikea pohtia pelkällä paperilla, joten otin avukseni tekniikkalegot. Legopalikoista syntyikin oivallinen prototyyppi hissi, jonka avulla selvisi monta yksityiskohtaa jotka olisivat varmasti aiheuttaneet ongelmia varsinaisen toteutuksen rakentamisessa. Legohissi (kuva 1) herätti hieman hilpeyttä niin opettajissa kuin oppilaissakin, mutta se täytti tehtävänsä - ajatus hissin rakenteesta tuli selväksi.



KUVA 1. Legohissi./9./

## **3 HISSI**

### **3.1 Materiaalit**

Pohdin yhdessä avustavan opettajani kanssa hissiin käytettäviä materiaaleja ja ensimmäisinä mieliimme tulivat alumiini ja polykarbonaatti. Rakenteeseen käytettäviä materiaaleja oli kuitenkin helpompi pohtia, kun ne olivat konkreettisesti nähtävissä, joten kävimme katsomassa eri materiaalivaihtoehtoja niitä myyvissä liikkeissä ja ostimme samalla tarvittavat määrät käyttötarkoitukseemme sopivia.

Lopulta valitsimme käytettäväksi materiaaleiksi kirkasta polykarbonaattia, erilaisia alumiinilistoja, vihreää teknistä muovia, hieman mustaa teknistä muovia, teflonia, sekä erilaisia pultteja, muttereita ja ruuveja.

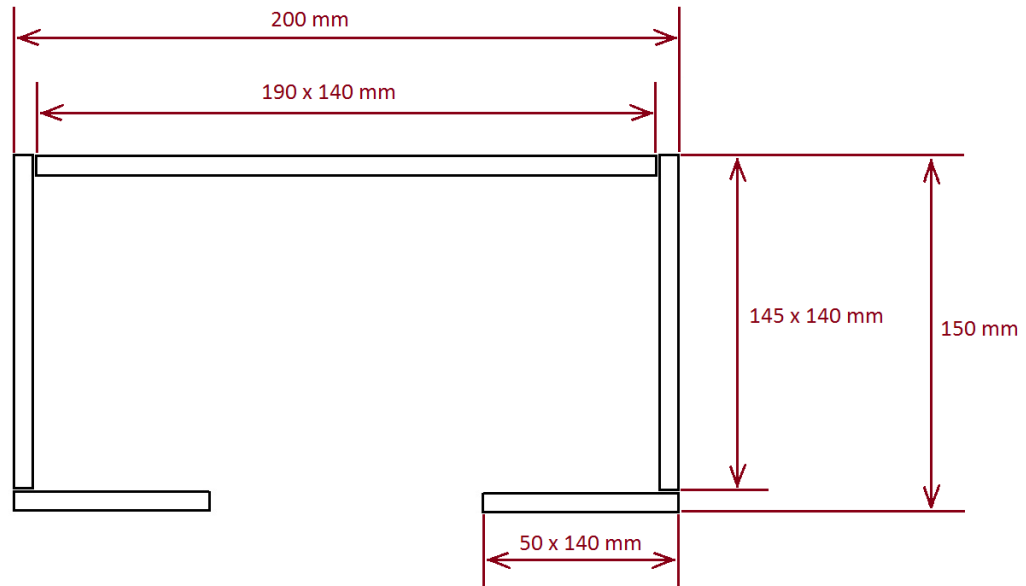
Polykarbonaatista oli tarkoituksena valmistaa hissin ovet, hissikori, hissikuilunseinämät ja hissin käyttöpaneeli. Erilaisia alumiinilistoja ostimme liitoksien tekemisen avuksi, hissikorin ohjaimiksi ja hissikuilun ristituiksi. Teknistä muovia halusimme pöytälevyksi pyörillä liikkuvaan pöytään, jonka päälle hissi rakennettaisiin. Pöytälevyyn tarvitsimme teknistä muovia 490 x 700 mm palan, joka kiinnitettiin pöydän metallikehikkoon ruuveilla.

Lisäksi halusimme käyttää teknistä muovia kerroksien osoittamisessa ja hissikuilun katossa. Teflonia oli tarkoitus käyttää liukupinnoilla. Pultteja, muttereita ja ruuveja hankimme liitoksia ja erilaisia kiinnityksiä varten.

### **3.2 Hissikori**

Ensimmäinen osa hissiä oli hissikori. Korin mitat määräsi hissikuilun koko ja visuaalinen ilme. Alkuperäinen arvio hissikuilun ulkomitoista oli (pituus, leveys, korkeus) 267 x 267 x 1000 mm, joiden pohjalta hahmottelin hissikorille sopivaa kokoa. Lopulta korin ulkomitoiksi muodostui 150 x 200 x 150 mm, materiaalina korin rakentamisessa käytettiin 5 mm paksua kirkasta polykarbonaattia. Polykarbonaatti levystä sahautettiin 2 kappaletta 150 x 200 mm, 2 kappaletta 145 x 140 mm, 1 kappale 140 x 190 mm ja 2

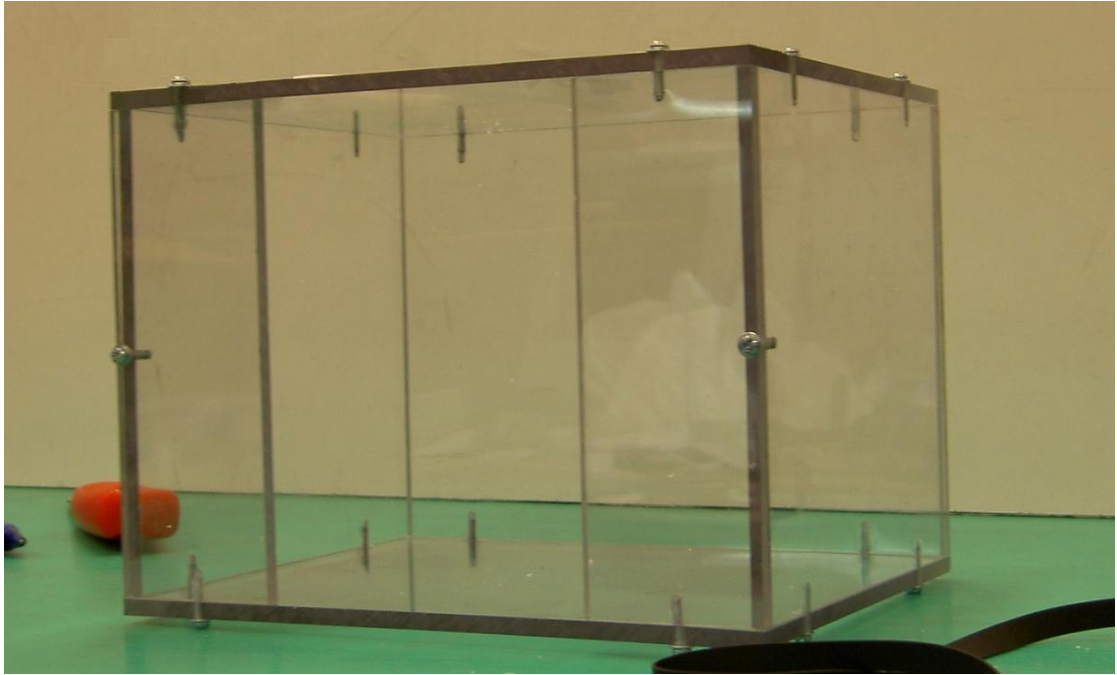
kappaletta 140 x 50 mm palat Mikkelin ammattikorkeakoulun Puupolilla. Lisäksi sa-  
hautimme hissikorin ovien rakentamista varten 2 kappaletta 140 x 50 mm palaa. Ku-  
vassa 2 on esitetty kappaleiden sijoittelu.



**KUVA 2. Hissikorin mitat./9./**

Korin kasaamisessa oli tarkoituksena käyttää L-alumiinilistoja, mutta alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen päätimme avustavan opettajani kanssa kokeilla osien toisiinsa liittämässä perinteistä ruuviliitosta. Liitoksien tekeminen 5 mm paksuun polykarbonaattiin onnistui niin hyvin, että päätimme käyttää ruuviliitosta lopullisena liitostapana hissikorin (kuva 3) kasaamisessa.

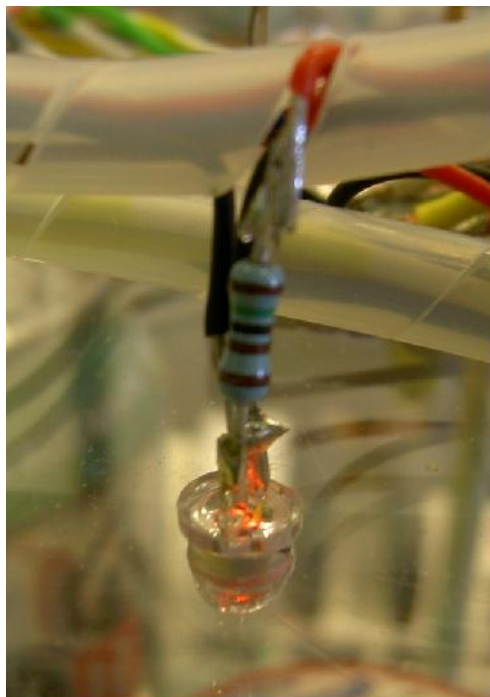
Korin osat liitettiin toisiinsa lyhyillä M3 -ruuveilla, jolle porattiin 2,5 mm esireiät, mahdollisimman keskelle 5mm paksua levyn päätä. Esireikien tarkoituksena oli helpottaa ruuvien kiertämistä ja estää polykarbonaattilevyä lohkeamasta kiinnityskohdistta. Jokaisen ruuvinkannan alle laitoimme M3-aluslevyn.



**KUVA 3. Hissikori./9./**

Myöhemmin koriin lisättiin kahdeksan kappaletta kuvassa 4 olevia punaisia 5 mm superkirkkaita led valoja. Valot upotettiin korin kattoon tekemällä ledeille niiden halkaisijan suuruiset reiät. Ledien etuvastukset olivat 1,2 k $\Omega$ .

Valot saivat syötön hissikorin katolla olevalta kytkentälevyltä.

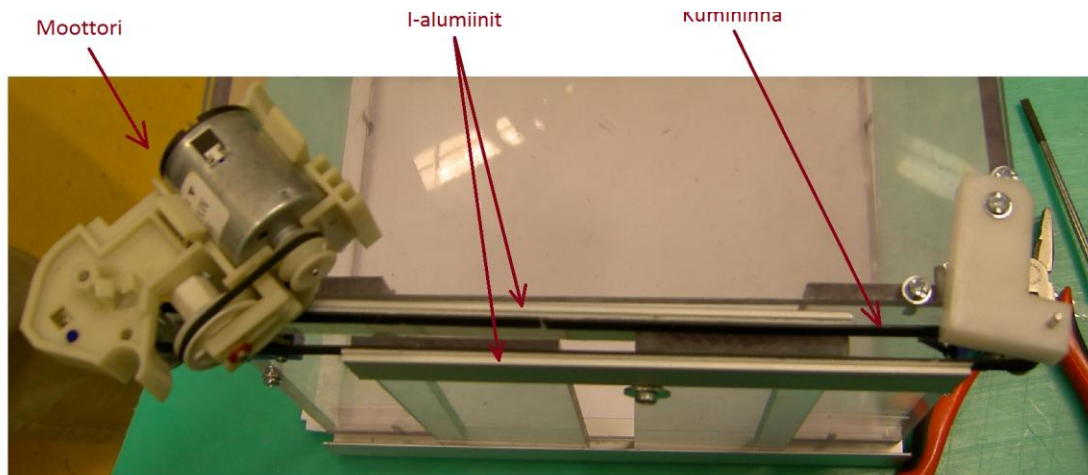


**KUVA 4. Kattoledi./9./**

### 3.2.1 Korin ovet

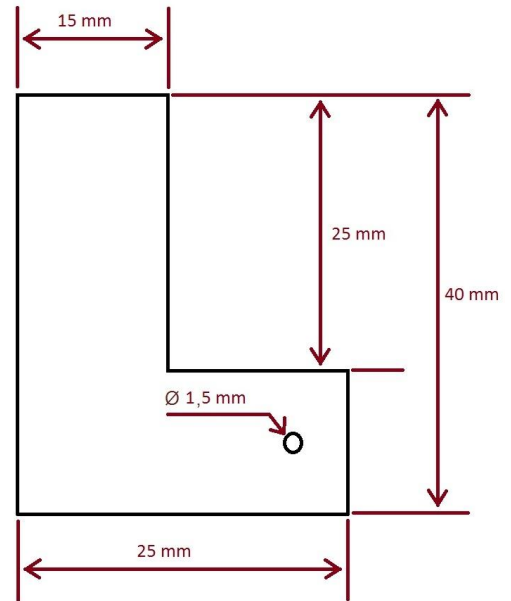
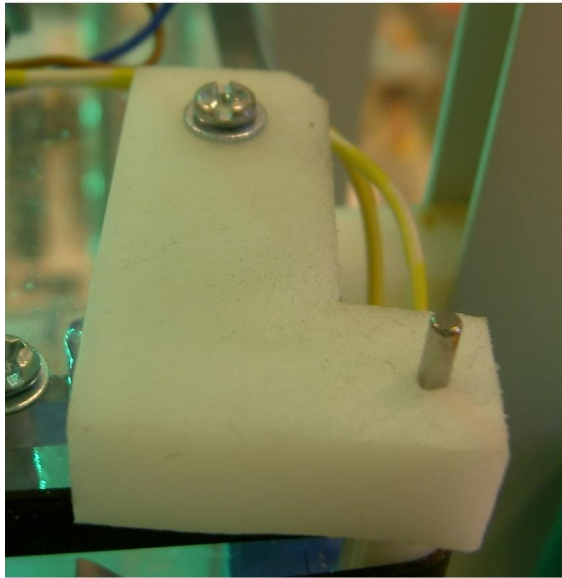
Hissin ovien toteuttamistapaa pohdin pitkään niin yksin kuin yhdessä avustavan opettajani kanssa. Oviksi mietittiin useita erilaisia liukuovityyppejä, kuten yksi- ja kaksilehtisiä liukuovia sekä teleskooppiovia. Päädyimme kuitenkin kaksilehtiseen liukuovityyppiin, joka toteutettiin kuvan 5 mukaisesti.

Liukuovien materiaalina käytettiin samaa polykarbonaattia, kuin korissa. Ovet tehtiin kahdesta 50 x 140 mm palasta. Palat kiinnitettiin kaksipuolisella teipillä 20 x 2 mm I-alumiinista sahattuihin noin 150 mm pitkiin paloihin, joiden tehtävänä oli toimia ohjaimina, sekä käyttää rajakytkimiä. Samaisella teipillä kiinnitettiin ohjaimet videonauhureissa käytettävään kumihihnaan, joka liikuttaa ovia sivuttaissuunnassa.



**KUVA 5. Ovimekanismi ylhäältä./9./**

Ovien moottorina toimi vanhan videonauhurin kasettikelkan moottori. Oviaukon toisessa reunassa kumihihnaa sopivalla kireydellä pitämään laitettiin hihnarulla, joka myös oli vanhasta videonauhurista. Hihnarullalle tehtiin kiinnike L-muotoon sahatusta teflonpalasta (kuva 6), johon rulla kiinnitettiin tekemällä rullan akselia hiukan pienempi reikä ja painamalla akseli siihen paikoilleen. L-pala kiinnitettiin hissikorin kattoon läpipulttaamalla käyttäen M3 -pulttia, jotta hihnan kireyttä voidaan tarvittaessa säätää.

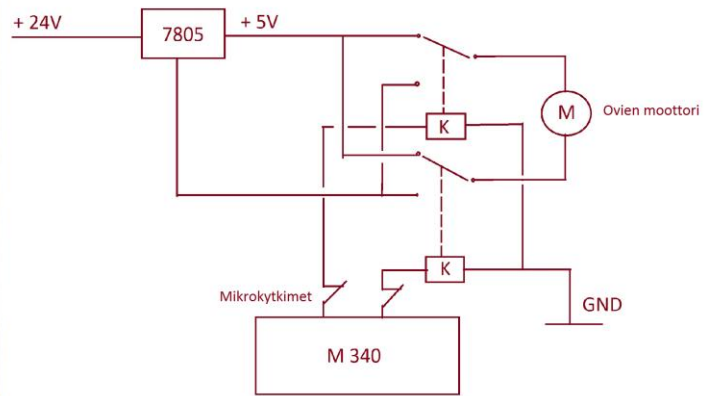
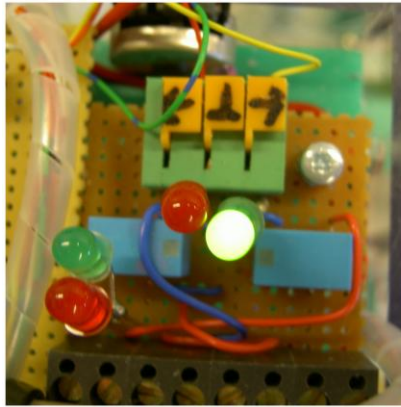


**KUVA 6. L -pala./9./**

Muutaman kokeilukerran jälkeen havaitsimme ovien pyrkivän kallistumaan sivuttaissuunnassa. Kallistumisen ehkäisemiseksi päätimme laittaa pienet ruuvit ohjaamaan ovien ohjaimia. Lisäksi ovimekanismin päälle laitettiin suoja, joka peitti mekanismin samalla estäen ohjaimien nousemisen. Myös alas laitoimme listan joka pitää ovet paikoillaan, sekä toimii kynnyksenä.

Kumihihnan paikaltaan valumisen estämiseksi laitoimme moottorin puoleiseen hihnarullaan 6 mm prikan kuumaliimalla pitämään hihnan sopivalla korkeudella.

Liukuoviin laitettiin rajakytkimiksi pienet mikrokytkimet estämässä ovia avautumasta liikaa. Kytkimet kiinnitettiin M2-ruuveilla hissikorin etuseinään. Toinen kytkimistä kiinnitettiin läpipulttaamalla, toisen kiinnitys tapahtui tavallisella ruuviliitoksella. Ovien sähköistys toteutettiin pienoisreleiden avulla.



**KUVA 7. Ovien elektroniikka./9./**

Kuvassa 7 on esitettyä mikrokytkimillä vaihtoreleiden avulla toteutettu kytkentä, jolla moottori saadaan pyörimään myötä- sekä vastapäivään. Kytkennällä on myös estetty oikosulun mahdollisuus.

Hissikorin katolla olevalla piirilevyllä olevat keltainen ja vihreä led osoittavat ovatko ovet avautumassa vai sulkeutumassa. Keltainen led osoittaa ovien olevan sulkeutumassa, vihreä led puolestaan osoittaa ovien olevan avautumassa.

Myöhemmin ovien yläpuolelle asennettiin Omronin E3Z-R81 -mallinen valoveräjä. Valoveräjä asennettiin hissikorin kattoon mahdollisimman lähelle hissien oviaukkoa. Valoveräjän tarkoituksena oli estää ovien sulkeutuminen, mikäli ovien välissä on jotakin. Valoveräjän toiminta määritetään ohjelmallisesti.

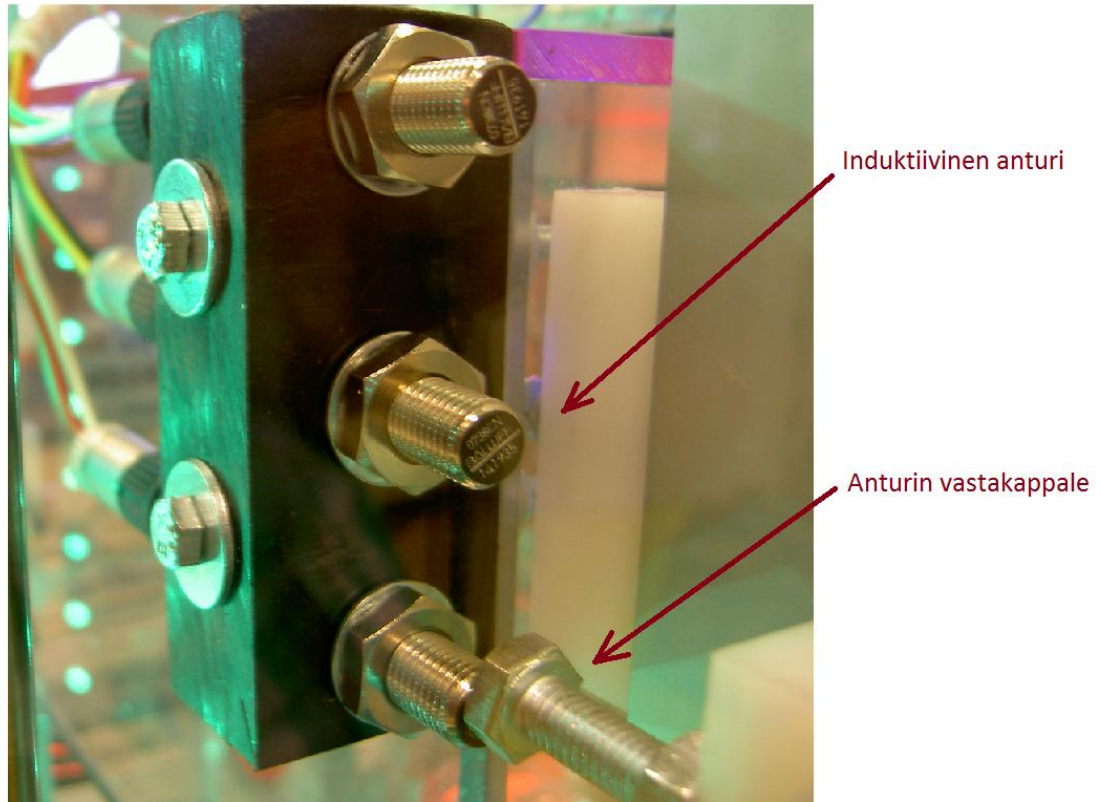
### 3.2.1 Korin ohjurit

Korin kummallekin sivulle kiinnitettiin neljä 10 x 26 x 50 mm teflon palaa ohjaimia varten, joihin tehtiin reiät M4-pulteille ja pulttien kannoille upotukset. Palat kiinnitettiin läpipulttaamalla, lukkomutterein, hissikoriin. Teflon palat sahautettiin Mikkelin ammattikorkeakoulun Puupolilla. Palojen tarkoituksena on liukua hissikorin ohjaimien urissa pitäen hissikori vakaana.

### 3.2.2 Korin anturit

Hissikorin taakse kiinnitettiin kolme induktiivista BES M08MI-PSC20B-S49G anturia /2./. Induktiivisten anturien kiinnityksessä käytettiin 70 x 30 x 20 mm palaa mustaa

teknistä muovia, johon porattiin kolme anturien mentävää 6 mm reikää. Pala (kuva 8) kiinnitettiin hissikoriin M4-pulteilla, anturien paikkojen väliin jäävistä kohdista. Anturit lukittiin sopivan matkan päähän vastakappaleistaan antureiden mukana olleiden muttereiden ja lukkoprikkojen avulla. Anturien johdot kiinnitettiin hissikorin katolla olevaan reiälliseen juotosliuskoilla varustettuun kytkentälevyyn, josta lattakaapelia pitkin anturin tilatieto kulkee hissien katolle ja sieltä edelleen logiikalle.



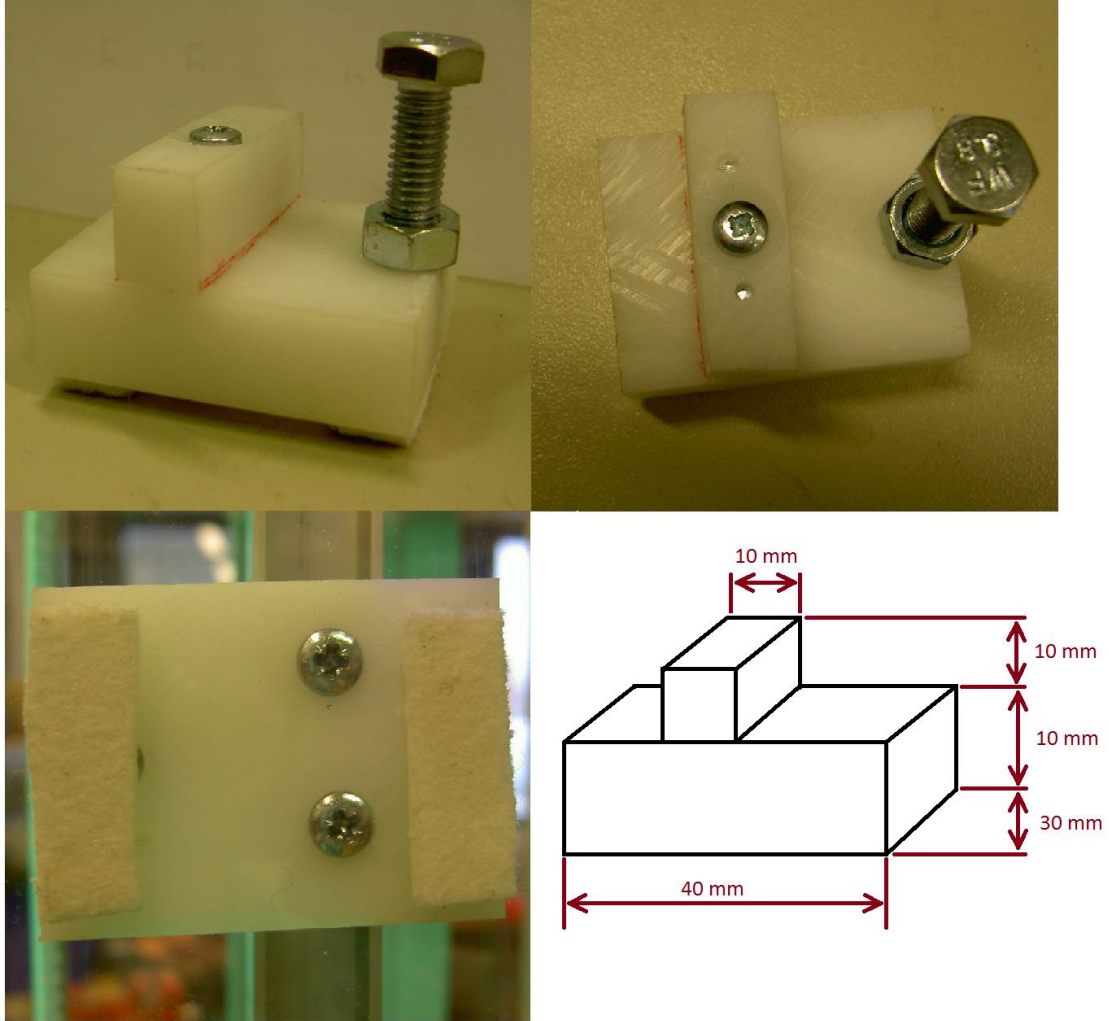
**KUVA 8. Induktiiviset anturit./9./**

Antureiden vastakappaleista tehtiin liikuteltavat, kuvan 9 mukaiset, T-muotoiset palat, joihin tehtiin kierteet M8-pulttia varten. Pulteissa on pieni säätövara, jota varten pultteihin kierrettiin mutterit. Muttereiden avulla pultit voidaan lukita halutun matkan päähän anturien päistä. Palat kasattiin 40 x 30 x 10 mm ja 10 x 30 x 10 mm teflonista leikatuista kappaleista, käyttäen M3-ruuveja. Kappaleita tehtiin neljä.

Aluksi kappaleiden liikuttaminen suunniteltiin toteutettavan neodyymimagneettien avulla, mutta vastakappaleen prototyypin kokeilussa havaitsimme kappaleista tulevan riittävän tiukat pysyäkseen paikoillaan ja liikuttamisen olevan riittävän yksinker-

taista ilman magneetteja. Päätimme avustavan opettajani kanssa jättää magneettien käyttämisen pois.

Hissikulun seinämien naarmuuntumisen estämiseksi T-kappaleiden kulun seinämän puoleisiin päihin laitoimme palat huopatarraa.



**KUVA 9. Vastakappale induktiiviselle anturille./9./**

### 3.3 Hissikorin ohjaimet

Hissikorin ohjaimina toimii 13 x 22 x 1,5 mm H-alumiinilistat, joita oli saatavana yhden metrin pituisina tankoina. Listoja varten teetettiin kahdeksan kappaletta 50 x 50 x 21 mm teflon pahkoja (kuva 10), joihin jyrsityttiin urat H-listoja varten. Pahkat ja jyrsitys teetettiin Etelä-Savon ammattiopiston kone- ja metallialan yksikössä.



**KUVA 10. Ohjaimen pahka./9./**

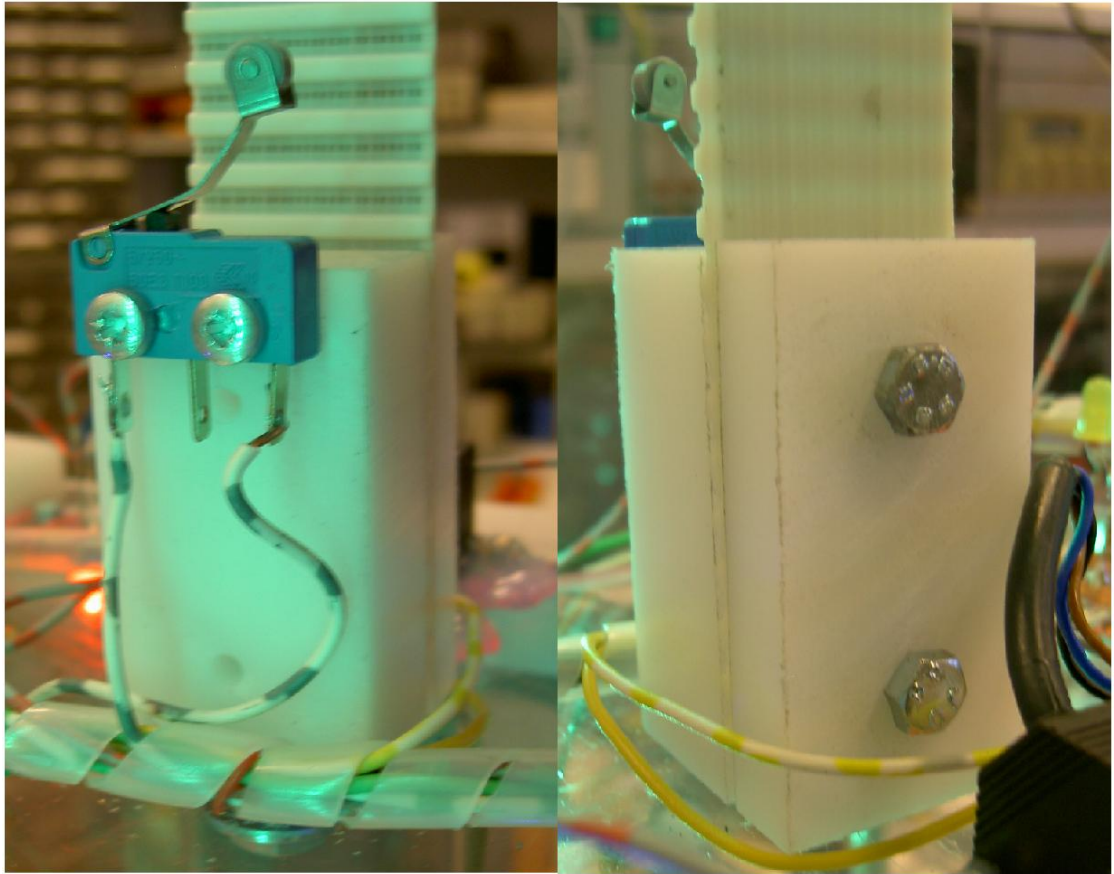
Pahkoihin porattiin reiät M4-pulteille, joilla varmistettiin listojen pysyminen kiinni pahkoissa. Lisäksi jokaiseen pahkaan porattiin neljä 4 mm reikää M4-pulteille, joilla ohjaimet kiinnitettiin pöytälevyyn ja hissikuilun kattoon. Hissikuilun kattoon käyttimme 15 mm paksua 260 x 306 mm vihreää teknistä muovia. Ennen ohjaimien lopullista kiinnittämistä paikoilleen laitoimme hissikorin ohjureineen niiden väliin.

### 3.4 Hammashihna

Hissikorin liikuttamiseen oli aluksi ajatuksena käyttää polkupyöränketjua ja hammasrattaita, mutta vieraillessani yhdessä avustavan opettajani kanssa Etelä-Savon Hydraulikkakeskuksessa päädyimme tilaamaan hissiin hammashihnan ja kaksi hammashihnapyörää. Toiseen pyöristä tuli kuulalaakerointi, toiseen sitä ei haluttu.

Hammashihnan kiinnittämiseksi hissikoriin tehtiin hihnalle kuvan 11 mukainen kiinnike. Teflonista sahattiin 25 x 9 x 50 mm kappale sekä 25 x 20 x 50 mm kappale. Paloihin tehtiin kahdet reiät ja reikiin kierteet kierretapin avulla 4 mm pultteja varten. Palojen väliin puristettiin hammashihna, johon tehtiin reiät pulteille hihnan paikoillaan pysymisen varmistamiseksi.

Teflon pala kiinnitettiin hissikoriin tekemällä reikä korin kattoon ja isompaan teflonpalaan kierteet M8-pulttia varten. Pultin kannan alle tuli aluslevy.



**KUVA 11. Hammashihnan kiinnike hissikorin katossa ja ylärajakytkin./9./**

Hammashihnan pitimen yläreunaan kiinnitettiin ylärajakytkin. Ylärajakytkimenä käytimme rullapäistä mikrokytkintä.

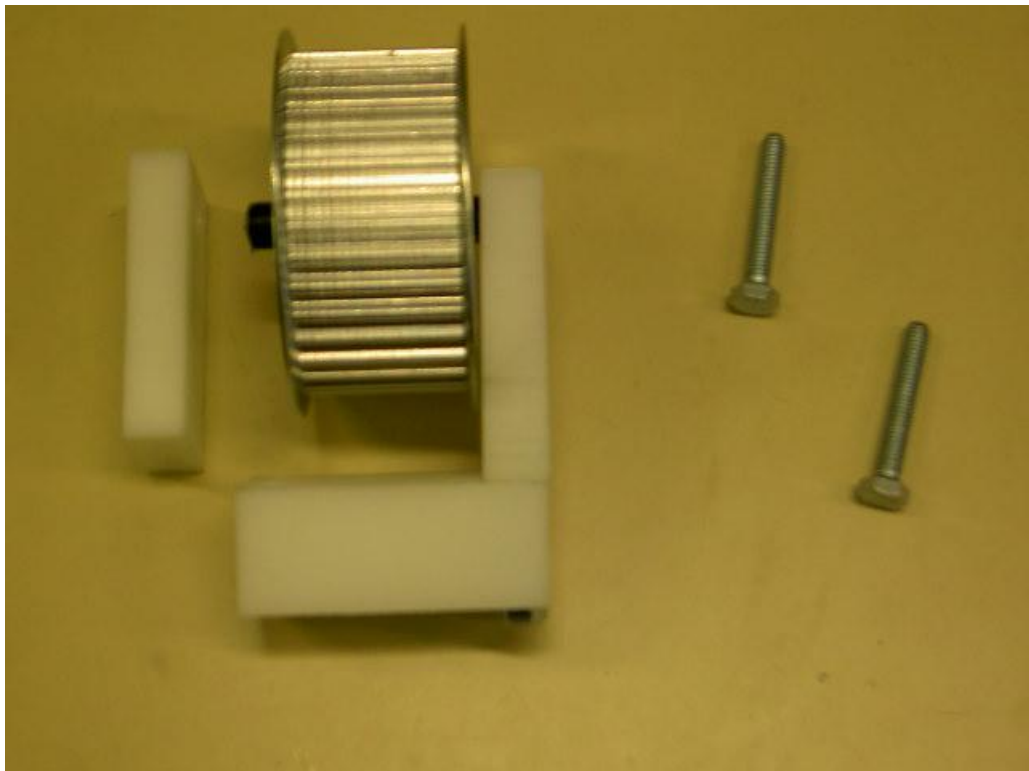
### **3.5 Hissin konehuone**

Hissin moottorina käytettiin koululle jo aikaisempia suunnitelmia varten tilattua askelmoottori pakettia, joka sisälsi 24 VDC moottorin tyyppiltään PK264AT-SG18 ja moottorin tarvitseman ajurin malliltaan CSD21120-T /6./. Moottori kiinnitettiin hissikuilun kattolevyyn neljällä M4-pultilla. Moottorin tarvitsema ajuri kiinnitettiin moottorin viereen M3-ruuveilla.

Suoraan moottorin akseliin kiinnitettiin kuulalaakeroitu hammashihnapyörä, jonka rinnalle liitettiin Kublerin holkkiakselimallinen inkrementtianturi. Anturin läpikulkevaa akselia tukemaan sahattiin mustasta teknisestä muovista 25 x 20 x 90 mm pala, johon porattiin akselille sopiva 10 mm reikä, sekä kiinnitettiin itse anturi oman telineensä avulla. Tukipala kiinnitettiin hissikuilun kattoon M6-pultilla.

Konehuoneeseen sijoitettiin myös suurin osa laitteiden tarvitsemasta elektroniikasta.

Toinen hammaspyörä (kuva 12) kiinnitettiin kahdesta 25 x 9 x 50 mm ja yhdestä 25 x 20 x 50 mm teflonpalasta muodostetulla telineellä kuilun katolle. Telineen osat kiinnitettiin toisiinsa neljällä M3-pultilla. Tälle hammaspyörälle avustavaopettajani teki koululla olevalla pienoissorvilla mustasta teknisestä muovista noin 40 mm pitkän ja 8 mm halkaisijaltaan olevan akselin, jonka päälle porattiin pyörän telineen sivukappaleisiin reiät. Näin saimme kiinnityksistä siistit ja toimivat. Telineen osia toisissaan kiinnittävien pulttien kannoille teimme upotukset hissikuilun kattolevyyn. Itse teline kiinnitettiin yhdellä M8-pultilla kuilun kattoon. Telineä kasassa pitävien pulttien kannoille teimme upotukset kuilun kattoon.



**KUVA 12. Hammaspyörä ja hammaspyörän teline./9./**

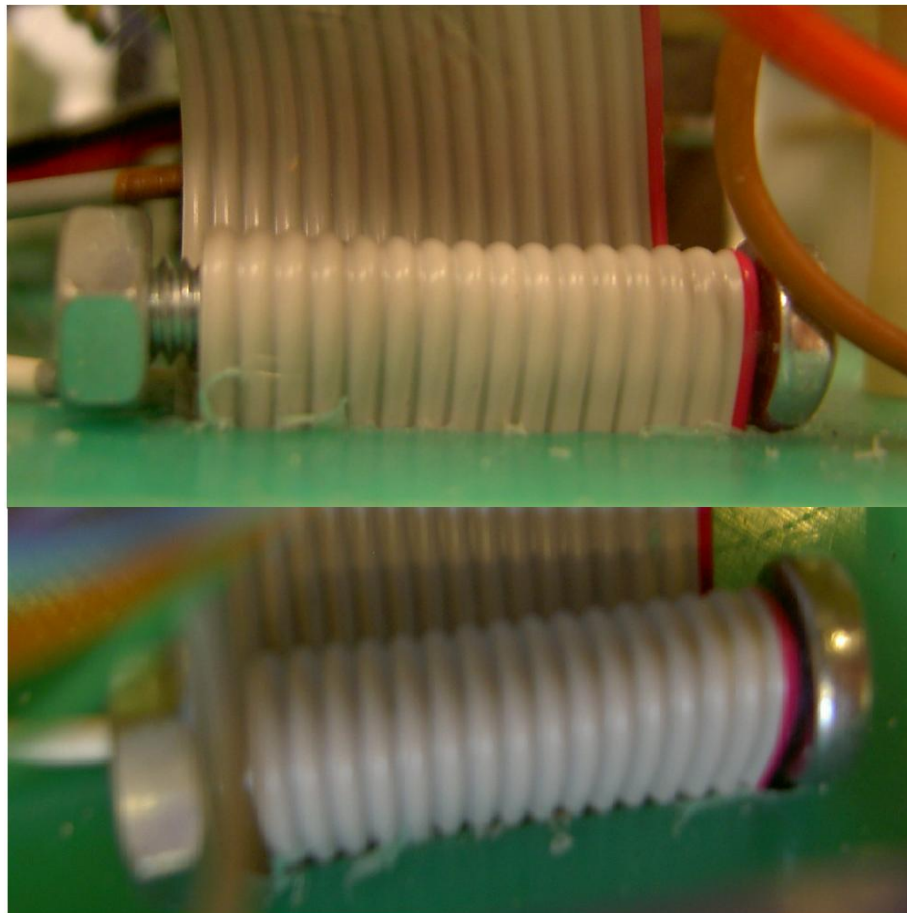
Kattoon tehtiin poraamalla aukko hammashihnalle, lisäksi kattoon porattiin reiät H-listoissa kuljetettavia johtoja varten.



**KUVA 13. Lattakaapelin paino./9./**

Hissikorin katolle tulevan lattakaapeliin tehtiin prikoista ja I-alumiinilistoista kuvassa 13 oleva paino, jonka avulla kaapeli mukautuu aina korin sijainnin mukaan. Muutamien ajokertojen jälkeen hissikuilun seinämään alkoi ilmestyä pieniä hakkaumia, minkä jälkeen painon alareunaan laitettiin pienet palat huopatarraa estämään uusien hakkaumien syntymistä.

Vedonpoisto lattakaapeliin toteutettiin M3-ruuvilla ja mutterilla (kuva 14).

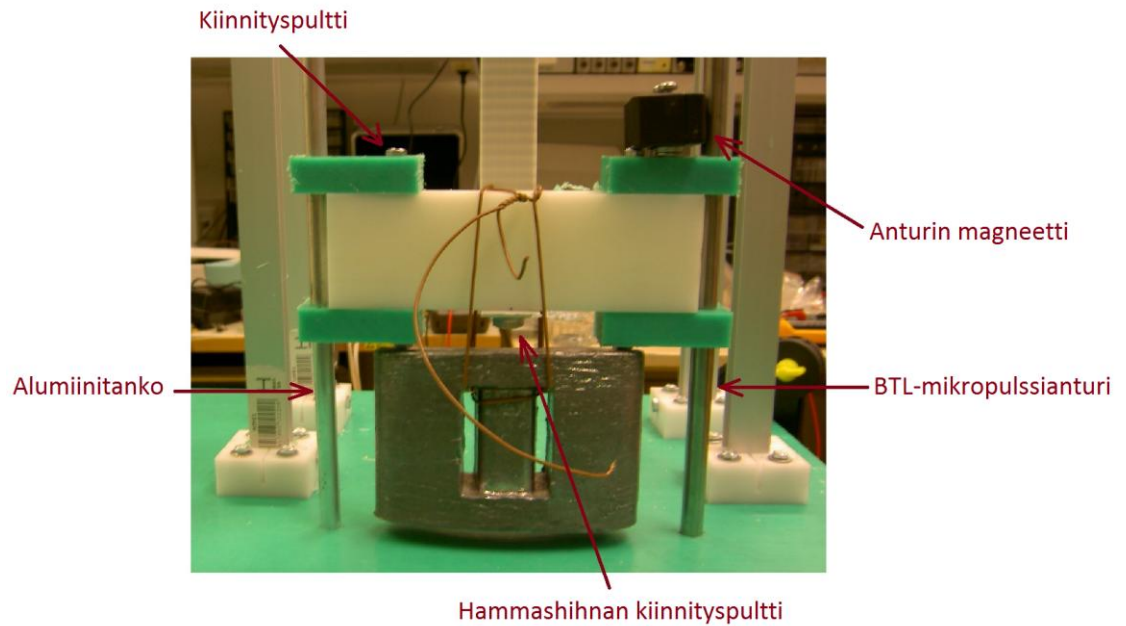


**KUVA 14. Lattakaapelin vedonpoisto./9./**

### **3.6 Vastapaino**

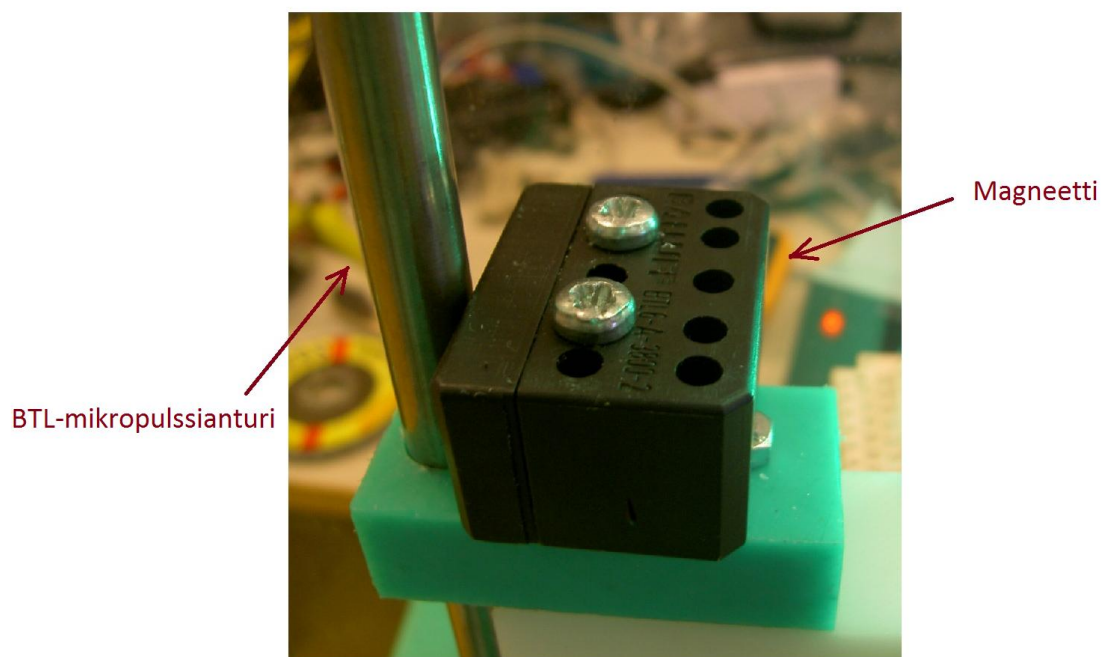
Vastapainona hississä toimi pala vanhasta sukelluspainosta, joka kiinnitettiin teknisestä muovista ja teflonista rakennettuun telineeseen (kuva 15). Teknisestä muovista leikatut 24 x 50 x 14 mm palat kiinnitettiin M4-pulteilla 24 x 160 x 50 mm palaan teflonia. Teknisestä muovista oleviin paloihin porattiin 10 mm halkaisijaltaan olevat reiät. Reikien poraamisen jälkeen teline asetettiin liikkumaan 10 mm alumiinitangon ja sauvamallisen BTL-mikropulssianturin väliin. Käytetty mikropulssianturi oli malliltaan BTL2-E10-1000-B-S32, jonka tarkkuus käyttökohteessa on noin 1 mm./3./

BTL-mikropulssianturin toiminta perustuu sauvassa olevan ohuen johtimen, jonka ympärille muodostetaan virtapulssien avulla sähkömagneettinen kenttä, sekä sauvan pinnan lähellä liikkuvan paikanosoitinmagneetin magneettikenttien törmäykseen. Törmäyksestä aiheutuneen mekaanisen aallon nopeuden avulla voidaan tarkasti määrittää magneetin sijainti./1, s. 18-20./



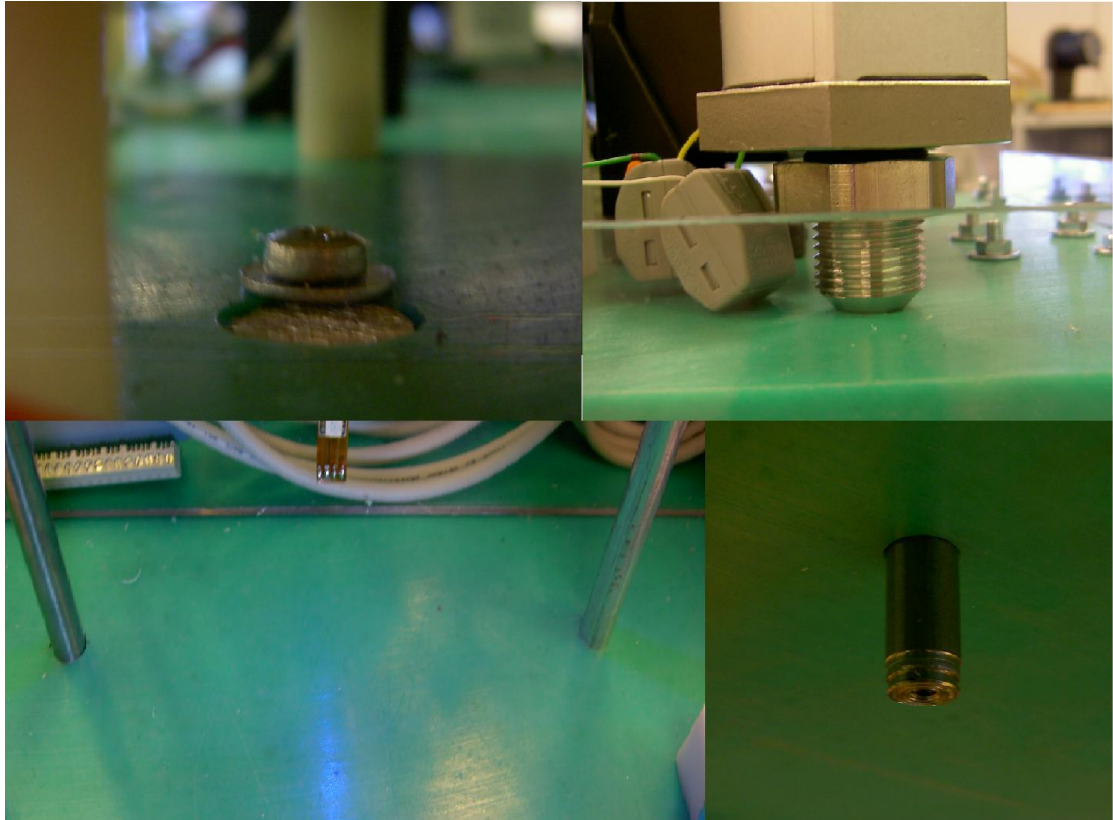
**KUVA 15. Vastapaino./9./**

Telineen pohjaan kiinnitettiin hammashihna M8-pultin ja prikan avulla. Telineen päälle, lähes kiinni mikropulssianturiin, kiinnitettiin kahdella M3-ruuvilla anturin tarvitsama magneetti. Kuvassa 16 esitetyn magneetin alle täytyi laittaa kolme priikkaa kumpaankin ruuviin, pitämään magneettia sauvaan nähden kohtisuorassa.



**KUVA 16. Magneetti./9./**

Kuten kuvasta 17 on nähtävissä, alumiinitangon toinen pää upotettiin pöytälevyyn ja toinen jätettiin hissikuilun katon tasalle. Alumiinitangon katon tasalle jääneeseen päähän laitettiin M3-ruuvi ja -prikka estämään tangon mahdollinen paikaltaan nousu. BTL-mikropulssianturiin ei haluttu kohdistuvan rasitusta, joten sauvalle porattiin läpi-reikä pöytälevyyn sekä hissikuilun kattoon.



**KUVA 17. BTL-mikropulssianturi ja alumiinitanko katon tasalta, pöytälevyn tasalta ja pöytälevyn alta./9./**

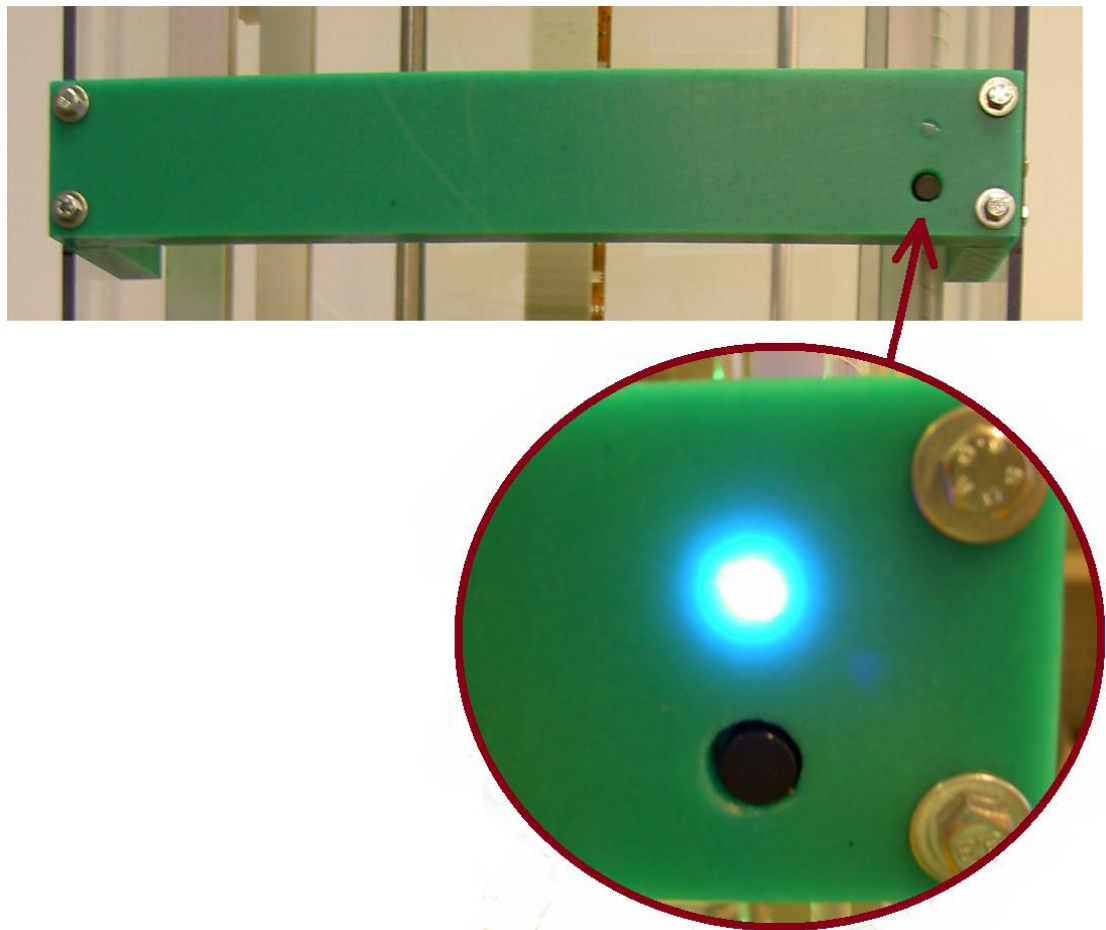
### 3.7 Hissikuilu

Hissikuilun seinämät rakennettiin kirkkaasta 5 mm paksusta polykarbonaatista. Polykarbonaatti levystä sauhutettiin Mikkelin ammattikorkeakoulun Puupolilla kaksi 266 x 1045 mm ja yksi 406 x 1045 mm palat, jotka liitettiin toisiinsa käyttäen samaa ruuvi-liitos tekniikkaa kuin hissikorissa.

Hissikuilun seinämät kiinnitettiin hissien ohjaimien pahkoihin sekä hissikuilun kattolevyyn M4-pulteilla. Pulteille tehtiin kierteet pahkoihin sekä kattolevyyn.

### 3.8 Hissin kerrokset

Kerroksien osoittamiseen käytimme 15 mm paksua vihreää teknistä muovia. Muovista leikkautettiin Puupolilla viisi 306 x 50 mm palaa ja kymmenen 50 x 50 mm palaa. Paloista kasattiin viisi, kuvan 18 mukaista, U-muotoista osaa käyttäen M4-pultteja. Osat kiinnitettiin M4-pulteilla hissikuilun sivuseiniin.



**KUVA 18. Kerros./9./**

Kerroksia osoittaviin paloihin tehtiin oikeaan reunaan paikat kytkimille ja valolle. Kytkin upotettiin kerrospalaan jättäen kytkimen nuppi palan tasalle. Upotus tapahtui tekemällä kytkimen kaulukselle M6-kierteet ja poraamalla nupille hieman nupin halkaisijaa suurempi aukko.

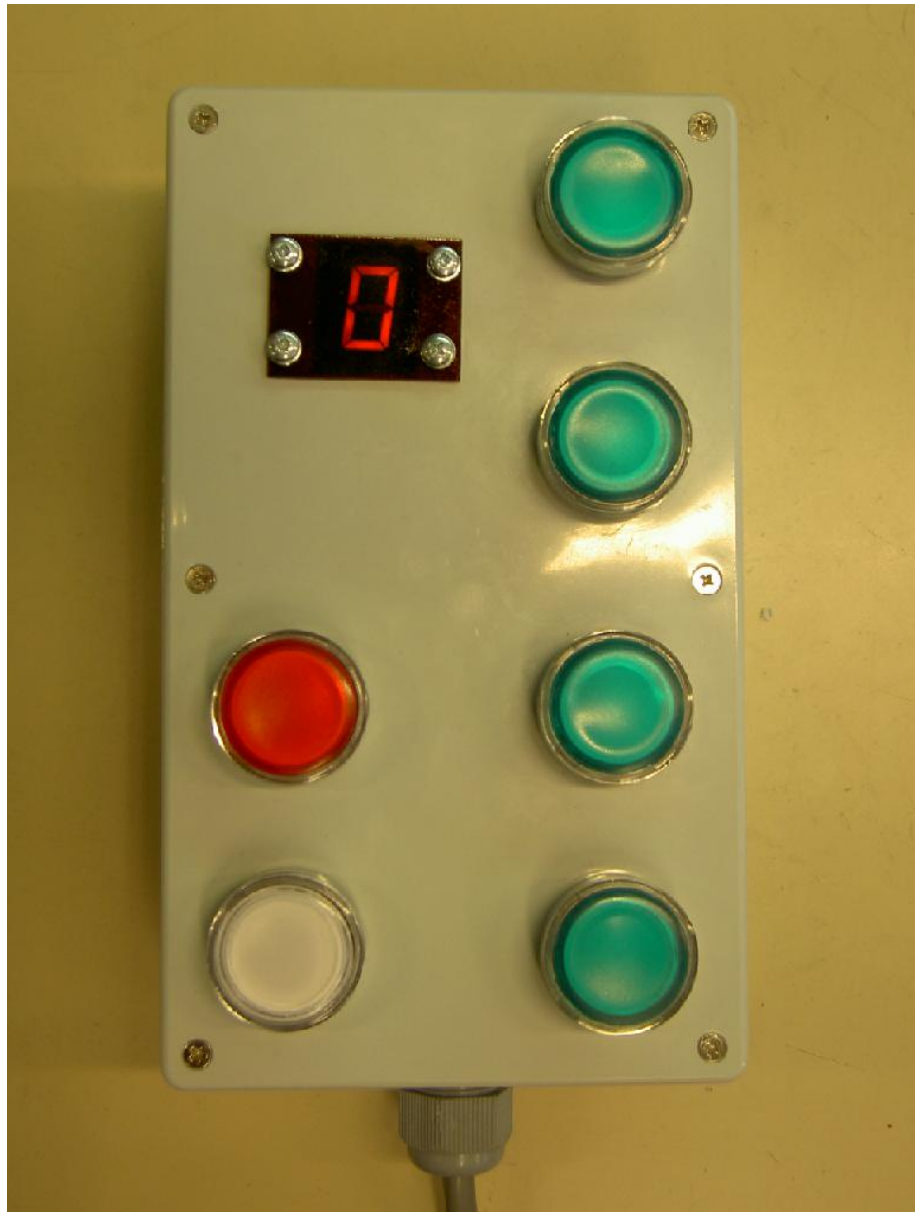
Led-valoille porattiin 3 mm läpäreiät, joihin ledit painettiin. Tyhjäksi jäävältä osalta reiät täytettiin kuumaliimalla. Liiman tarkoituksena oli myös kiinnittää valot paikoilleen.

### 3.9 Hissin sisäpaneeli

Hissikorin pienuuden ja käytön helpottamiseksi hissien sisäpaneeli (kuva 19) toteutettiin 190 x 110 x 61 mm muovikoteloon. Koteloa kanteen porattiin 22 mm reiät neljälle kerrosnapille sekä ovien avaus- ja hälytysnapille. Painikkeina käytettiin Schneider Telemecaniquen XB4BAxx sarjan painokytkimiä. Kerroksien valintapainikkeina oli vihreitä sulkeutuvilla koskettimilla varustettuja kytkimiä, ovien avauspainikkeena oli valkea sulkeutuvalla koskettimella oleva kytkin ja hälytyspainikkeena olivat punainen avautuvalla koskettimella oleva kytkin.

Paneeliin haluttiin myös näyttö, osoittamaan hissien sijaintia. Koululta löytyi toimiva 7-segmenttinäyttö, joka oli aikoinaan purettu jostakin vanhasta laitteesta piirilevyineen. Nyt näyttö sai uuden toimen hississä. Näyttöä varten koteloa kanteen täytyi vuolla sopivan kokoinen aukko. Näyttö liimattiin koteloa pinnan tasalle kuumaliimalla ja näytön päälle laitettiin 40 x 25 mm pala punaista näytölle sopivaa ikkunamateriaalia, numeroiden näkyvyyden parantamiseksi. Näytön kantoihin jouduttiin juottamaan pätkät taipuisaa johtoa, jotta näyttö saatiin asemoitua kanteen sopivalla tavalla ja jotta näytön piirilevy saatiin mahtumaan koteloa sisään.

Koteloaan tuotiin yksi plussajohdin, josta jaettiin käyttö sähkö painonapeille ja näytölle, sekä yksi miinusjohdin, josta painonappien lamput ja näyttö saivat miinuksensa. Paneelin jokaisella painonapilla ja painonapin valolla on oma osoitteensa logiikassa, lisäksi 7-segmenttinäytön näyttämille luvuille 1, 2 ja 4 on omat osoitteensa.



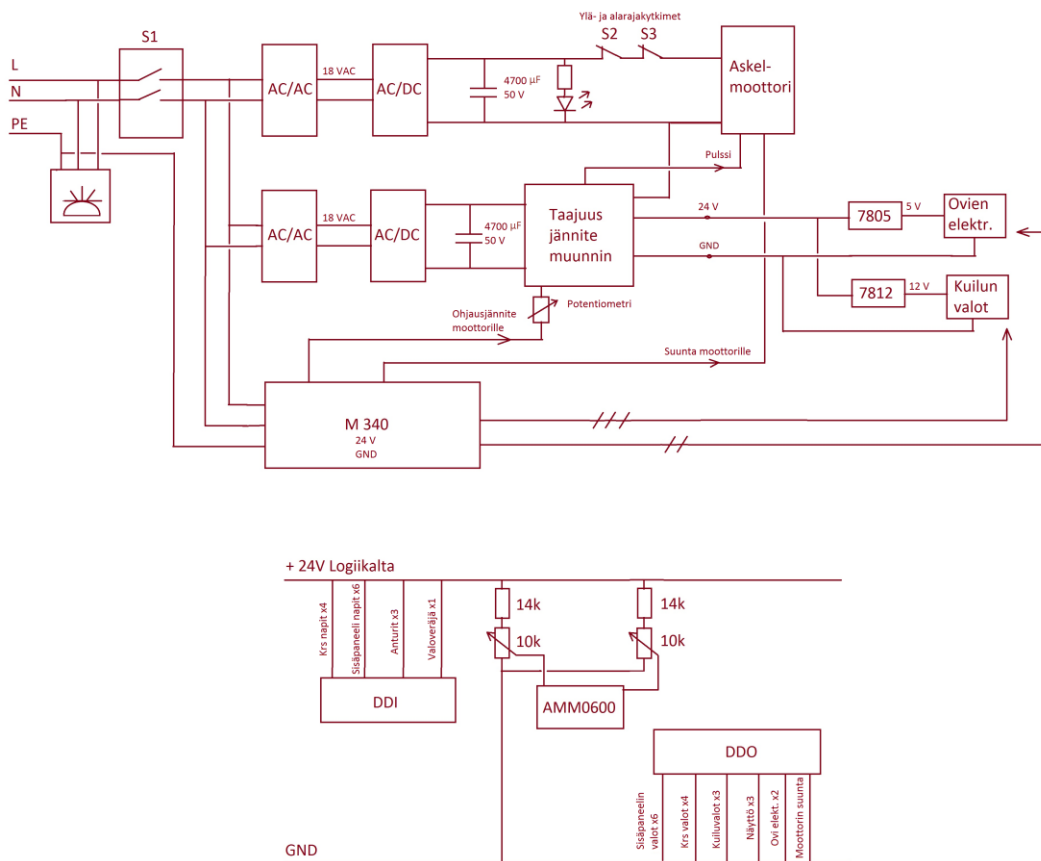
**KUVA 19. Sisäpaneeli./9./**

## **4 SÄHKÖISTYS**

### **4.1 Pääsyöttö**

Koska laitteistosta pyrittiin saamaan liikuteltava, myös sähkönsyöttö oli suunniteltava sen mukaisesti. Sähkönsyöttö toteutettiin kuvan 20 osoittamalla tavalla. Hissin viereen pöydälle sijoitettiin asennuskotelo, johon sähkö oli tarkoitus tuoda yhden pistokkeen avulla. Laatikon päälle laitettiin pääkytkin, jolla laitteisto saadaan nopeasti jännitteettömäksi. Asennuskotelon sisällä on kaksi muuntajaa, joiden kautta laitteiston 24 V -järjestelmät saavat sähkönsyötön.

Järjestelmän ainoat osat, jotka tarvitsevat 230 V vaihtojännitteen ovat logiikka ja pöydän alatasolle laitettu jatkojohto tietokonetta varten. Tietokoneen syöttö ei ole pääkytkimen takana, tällä estetään ohjaus ohjelman katoaminen tietokoneelta, mikäli pääkytkin käännetään nolla -asentoon tahallisesti tai tahattomasti.



**KUVA 20. KytKentäkuva./9./**

AC/AC -muuntajat muuntavat 230 V jännitteen 18 VAC -tasolle, sillä tasasuuntauksessa jännite nousee  $\sqrt{2}$  verran lähtöjännitteestä. Tasasuuntauksen jälkeen tuloksena on lähellä 24 V oleva tasajännite. Kondensaattoreilla pyrittiin saamaan tasajännitteestä vieläkin ”tasaisempaa”.

KytKentälevyille tehdyissä kytkennöissä johtimet ja komponentit ovat hajallaan. Hajauttamisella vähennetään häiriöiden mahdollisuutta.

Logiikalta lähtevät ja logiikkaan tulevat johtimet on esitetty alemmassa kuvassa. Kahden analogiseen sisäänmenoon lisättiin potentiometrit, joilla voidaan säätää haluttuja arvoja.

## 4.2 Logiikka

Logiikka sijoitettiin hissikuilun taakse ja kiinnitettiin M4-pulteilla pöytälevyyn. Logiikalle vietiin 230 V vaihtojännite, sillä logiikka muunsi jännitteen 24 V tasajännitteeksi.

## 4.3 Maadoitus

Hissin rakenteeseen tuli runsaasti muovia ja toisiinsa hankautuvia osia, joten staattisen sähköän muodostumiselta ei voinut välttyä. Pienien sähköiskujen poistamiseksi, lisäsimme pöytään maadoituskiskon. Maadoitimme kiskon avulla hissikorin ohjaimet, sekä logiikan pohja-alustan. Kiskoon liitettiin myös kaapelien konsentriset vaipat.

## 5 KUSTANNUKSET

Kuten taulukosta 1 nähdään, hissien tarvikkeiden hinnaksi muodostui noin 3615 €. Työtä hissien rakentamiseen kului kahdelta henkilöltä noin 1000 tuntia. Työlle ei tässä tapauksessa ollut hintaa, mutta arviolta hissien kustannuksiksi tulisi työtuntien kera noin 40 000 €.

### TAULUKKO 1. Kustannuslaskelma

	Arvioitu hinta
Moottori	400,00
Puttit ja mutterit	50,00
Hihna ja hihnapyörät teetettyinä	160,00
Muovit	250,00
Riviliittimet	50,00
Kourut	20,00
Hälytin ja rele	35,00
Elektroniikka	120,00
Sisäpaneeli	160,00
Syöttö muuntajineen	100,00
Logiikka	1500,00
BTL-mikropulssianturi	150,00
Induktiiviset anturit	300,00
Tietokone kokonaisuus	200,00
Pientarvikkeet	120,00
<b>Yhteensä</b>	<b>3615,00</b>

Koska on kyseessä ensimmäinen toteutettu versio hissistä, kustannukset ovat kohtuulliset. Mikäli hissistä tehtäisiin tulevaisuudessa uusi versio, sen kustannukset jäisivät varmasti nykyisen hissien kustannuksia pienemmiksi. Kustannuksia pienentäisi mahdollisuus kopioida olemassa olevasta hissistä ratkaisuja ja kehittää niitä eteenpäin.

## 6 TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN

Valmiista hissistä tuli noin metrin korkuinen, helposti liikuteltavissa oleva, automaatiotekniikan harjoituspöytä. Pöytää voidaan käyttää opetuskäytön lisäksi esimerkiksi koulutusalan markkinointitehtävissä.

Hissiin tuli neljä kerrosta ja se toteutettiin vastapainolla. Hissikoriin tuli kaksilehtiset liukuovet ja kori liikkuu H-alumiinista tehtyjen ohjaimien välissä.

Hissikorissa olevien anturien vastakappaleet ovat helposti liikuteltavissa ja niiden etäisyyttä anturiin voidaan säätää. Lisäksi anturien rikkoutuessa, ne ovat helposti vaihdettavissa uusiin.

Hississä on sisäpaneeli, jossa on kerroksien valintapainikkeet, hälytyspainike sekä ovien avauspainike. Sisäpaneelissa on myös 7-segmenttinäytöllä toteutettu numeronäyttö, joka näyttää kohdekerroksen numeron. Lisäksi hissien jokaisen kerroksen vieressä on kutsupainike, sekä varattuvalo.

Käytetyt materiaalit ovat kestäviä, mutta tarvittaessa vaihdettavissa uusiin. Etenkin kuluvien osien kohdalla vaihdettavuuden helppouteen kiinnitettiin huomiota.

Hissikoriin tuli ylä- ja alarajakytkimet hissien yliajamisen estämiseksi. Kytkimet katkaisevat toimiessaan moottorin syötön.

Moottorille laitettiin myös lämpötila-anturi, joka toteutettiin 10 k $\Omega$  NTC -vastuksella.

Lisäksi työssä käytettiin koululle aikaisempien suunnitelmien toteuttamista varten hankittuja osia. Ainoastaan inkrementtianturia ei kytketty toimintaan, koska sille olisi

tarvinnut tilata erillinen lohko logiikkaan. Anturi on kuitenkin paikoillaan ja kytkentävalmiudessa tulevaisuuden varalle.

Harjoituspöytään asennettiin myös tietokone, joka sisältää UnityPro -ohjelmiston. Näin ohjelmointi voidaan suorittaa helposti yhdessä pisteessä, huolimatta ympäröivän tilan varustelusta. Ainoana vaatimuksena laitteistolle on pistorasian löytyminen.

Hissiin lisättiin myös hälytin. Hälyttimenä toimi kuvan 21 omakotitaloihin tarkoitettu murtohälytin, joka kytkettiin logiikkaan 24 V -releen avulla.



**KUVA 21. Hälytin./9./**

Kokonaishinnaksi hissille tuli noin 3615 €, joka on varsin kohtuullinen hinta ensimmäiselle toteutukselle hissistä.

Nähdäkseni työn aloituksessa asetetut tavoitteet täyttyivät kaikin puolin. Lisäksi työstä tuli varsin monipuolisesti ohjelmoitavissa oleva hissien kaltainen hissi. Käytännössä opiskelijoilla on vain mielikuvitus rajana hissiä ohjelmoidessa.

## 7 OHJELMOINTI

Hissin ohjaamiseksi haluttuun kerrokseen voidaan harjoitustyössä käyttää induktiivisia-antureita yksin tai yhdessä jonkin muun anturin kanssa. Ohjaus on mahdollista toteuttaa myös inkrementtianturilla, jota tässä työssä ei kytketty toimintaan. Anturi on kuitenkin kytkentävalmiudessa. Esimerkkiohjelmassa hissikorin sijainnin määrittämiseen on kuitenkin käytetty BTL-mikropulssianturia.

Ohjelmointiohjelma tarjoaa laajan valikoiman erilaisia lohkoja hissien ohjelmoimiseksi. Hissien ohjelmointi voidaan kuitenkin helpoimmillaan toteuttaa käyttämällä tavantomaisia lohkoja, kuten OPERATE-, COMPARE-, COIL-, SET- ja RESET -lohkoja.

### 7.1 Laitteisto

Modicon M340 -logiikalla toteutettiin ohjelmointiesimerkki hissien ohjauksesta. Ohjelmointi toteutettiin UnityPro M -ohjelmalla Grafset- ja ladder -kaavioiden avulla. Lisäksi ohjelmassa on graafinen näyttö.

Hissien logiikkana käytetyn Modicon M340 virtalähteenä toimi BMX CPS 3500 -moduuli, jota syötetään 230 V vaihtojännitteellä. Prosessori moduulina käytettiin BMX P342030 -moduulia. Digitaalisten sisäänmenojen moduulina oli BMX DDI 3202 K -moduuli, jossa oli 32 sisäänmenoa. Digitaalisten ulostulojen moduulina oli BMX DDO 3202 K -moduuli, jossa oli 32 ulostuloa. Analogisena moduulina käytettiin BMX AMM 0600 -moduulia, jossa oli 4 analogista sisäänmenoa ja 2 analogista ulostuloa./4; 5; 7./

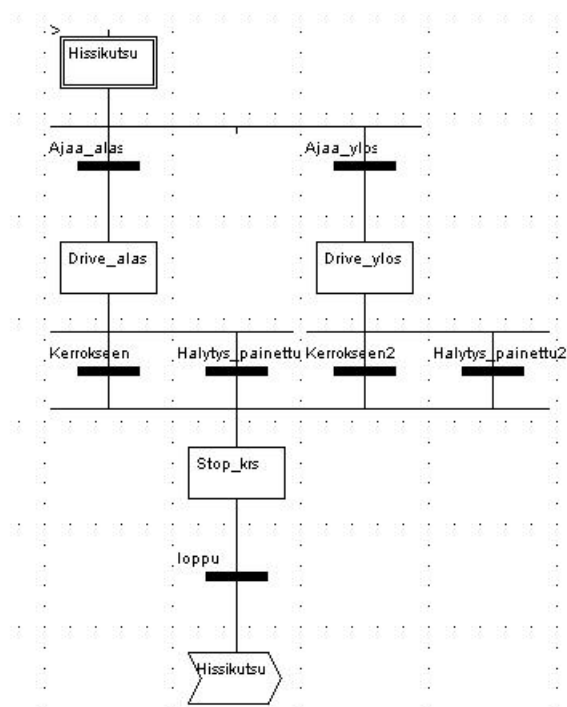
### 7.2 Grafset -kielellä toteutetun esimerkkiohjelman toiminta

Kuvassa 22 on esitetty esimerkkiohjelman toimintakaavio. Esimerkkiohjelmassa hissi odottaa toimintakäskyä kerroksessa ovet avattuina. Painettaessa kerrospainiketta kerroksessa tai hissien sisäpaneelistä, ovet sulkeutuvat. Ohjelma vertailee hissien lähtösijaintia kohdesijaintiin, jonka tuloksen mukaan hissien moottori kuljettaa hissikoria ylös tai alas. Aluksi hissi kiihdyttää nopeuttaan, mutta kohdesijainnin lähestyessä hissi

alkaa hidastamaan vauhtiaan. Hissin saavutettua kohdesijainti, hissi pysähtyy ja palautuu alkutilaan.

Mikäli kesken ajon tehdään hälytys, hissi pysähtyy ja jää odottamaan hälytyksen kuittaamista, hälytys alkaa soida. Hälytyksen kuittaamisen jälkeen takaseinällä olevan RGB led-nauhan valo käy vihreänä ja hissi ajaa 1. kerrokseen. Hissin saavutettua 1. kerroksen ohjelma nollautuu ja hälytysääni loppuu. Hälytyksen kuittaus tapahtuu hissien sisäpaneelin painikkeilla.

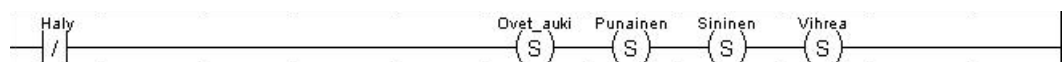
Hälytys on toteutettu grafcet -kaaviosta erillisellä ladder -kaaviolla.



**KUVA 22. Grafcet -kaavio**

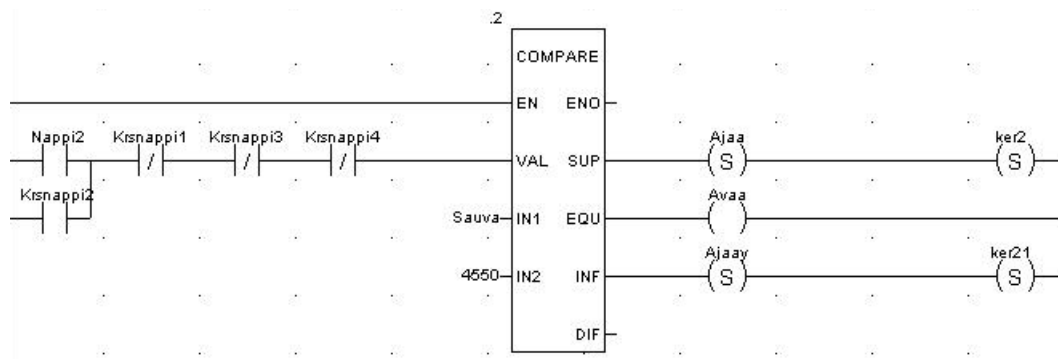
### 7.2.1 Hissikutsu

Kuvan 23 askeleessa hissi on pysähdyksissä, ovet ovat auki ja hissikuilun takaseinällä olevan RGB led -nauhan valo on valkoinen.



**KUVA 23. Hissi odottaa ovet auki**

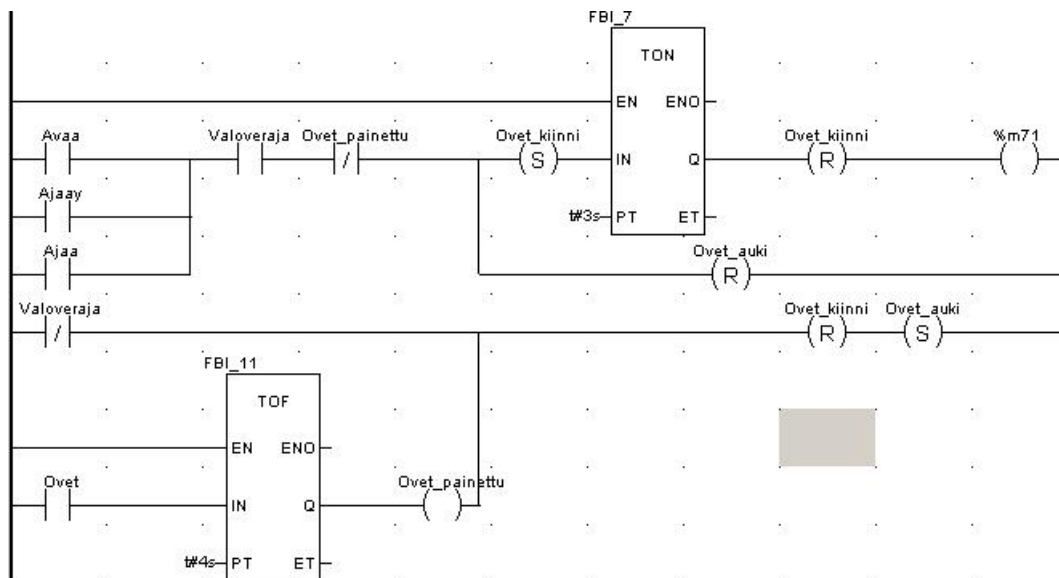
Painettaessa kutsu- tai kerrospainiketta ohjelma vertailee COMPARE -lohkojen (kuva 24) avulla ajaako hissin moottori hissikoria ylös, alas, vai pysyykö hissi paikallaan ja pitää ovet auki tai avaa ne niiden ollessa kiinni.



**KUVA 24. Hissin tilaaminen**

Poikkeuksina 1. kerroksessa COMPARE – lohkon havaitessa korin olevan liian alhaalla, seuraa hälytys. 4. kerroksessa puolestaan lohkon havaitessa hissikorin olevan liian ylhäällä, ohjelma tekee hälytyksen.

Kuten kuvasta 25 nähdään, vertailun jälkeen ovet sulkeutuvat kolmen sekunnin kulu-  
tua. Mikäli Ovet -painiketta painetaan ovien ollessa sulkeutumassa, ovet aukeavat ja ovat auki neljä sekuntia. Ajan täyttymisen jälkeen ovet aloittavat jälleen sulkeutumi-  
sen.



**KUVA 25. Ovet sulkeutuvat**

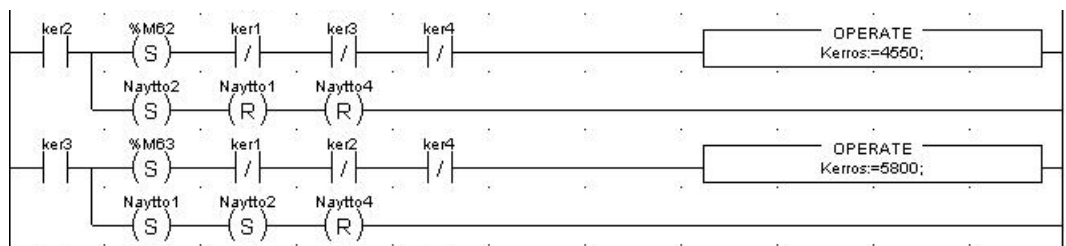
Ovet avautuvat myös mikäli hissien ovien sisäpuolella olevan valoveräjän säteen eteen tulee jotakin ovien sulkeutuessa. Ovet eivät myöskään sulkeudu, mikäli valoveräjän edessä on jotakin kutsu- tai kerrospainiketta painettaessa.

Mikäli hälytyspainiketta painetaan, siirtyy ohjelma kuvassa 26 olevan käskyn avulla ohjelmalohkosta eteenpäin, eikä aiheuta ohjelman jumiutumista.



**KUVA 26. Hälytyksen tekeminen**

Vertailun jälkeen, ovien ollessa sulkeutumassa, OPERATE -lohkon (kuva 27) avulla viedään kohdesijainnin arvo INT\_TO\_REAL -lohkolle. Samalla hissien sisäpaneeliin tulee näkyville kohdekerroksen numero.

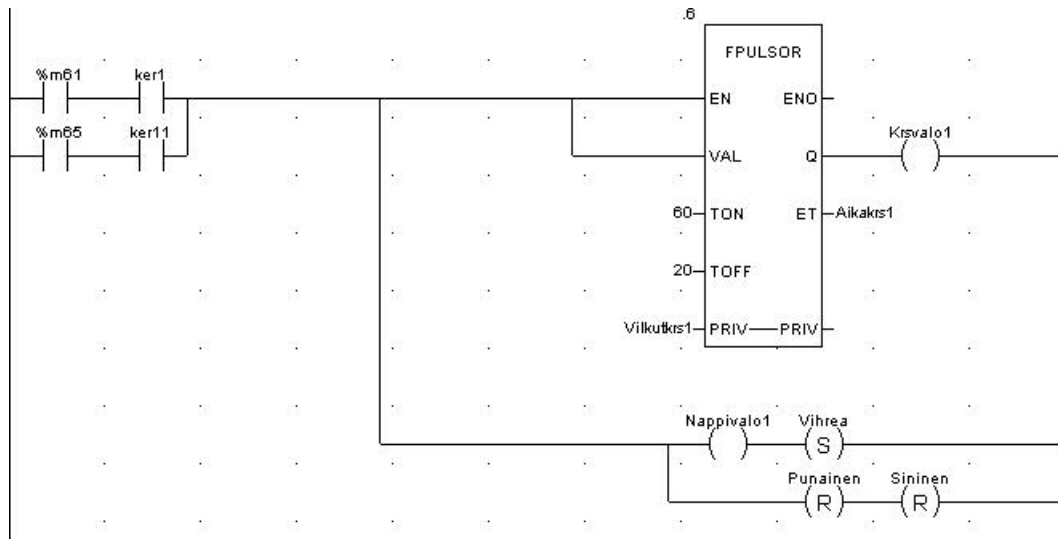


**KUVA 27. Kohdesijainnin arvon vienti eteenpäin**

Kohdekerroksen valinnan jälkeen sisäpaneelin valitun kerroksen painikkeen valo palaa, samalla hissikuilun takana olevan RGB led -nauhan valo muuttuu vihreäksi ja kerroksessa oleva varattu valo alkaa vilkkua. Varattuvalon vilkkuminen on toteutettu kuvassa 28 olevalla FPULSOR -lohkolla.

FPULSOR -lohkoon syötetään TON aika, jonka aikaa valo palaa. Kohtaan TOFF aika, jonka aikaa valo on pois päältä. Lisäksi lohkon kohdille PRIV ja ET tulee määrittellä tallennuspaikat kohtien haluaman muotoon.

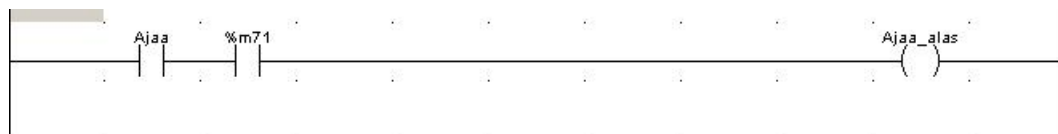
Jokaiselle kerrokselle on tehty oma valo-ohjaus ohjelma.



**KUVA 28. Valinta ja varattuvalon ohjaus**

### 7.2.2 Ajaa\_alas

Kuvassa 29 on esitetty siirtymäehto. Kun Ajaa ja %m71 ehdot täyttyvät, ohjelma siirtyy seuraavaan lohkokoon.

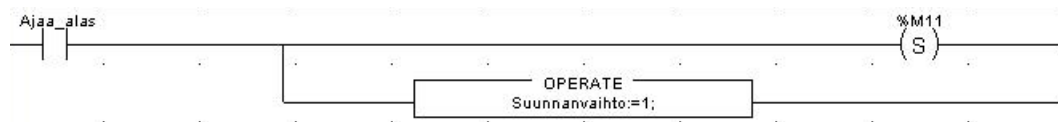


**KUVA 29. Siirtymäehto alas ajettaessa**

### 7.2.3 Drive\_alas

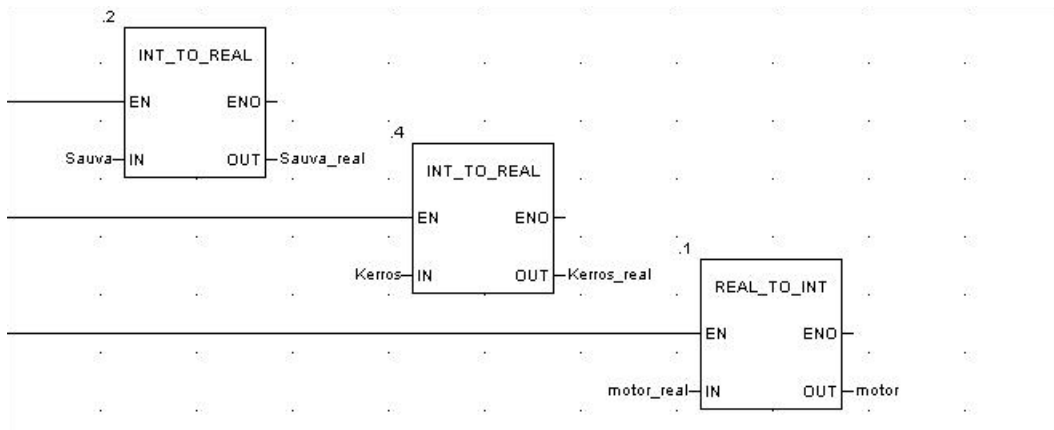
Tässä askeleessa kuvan 30 OPERATE -lohkolla määritetään suunnanvaihto päälle.

Tämän avulla moottori ajaa hissikoria alas.



**KUVA 30. Moottori ajaa koria alaspäin**

Seuraavaksi muunnetaan moottorin ohjauksen tarvitsemat arvot ohjaavalle lohkolle sopivaan muotoon (kuva31).

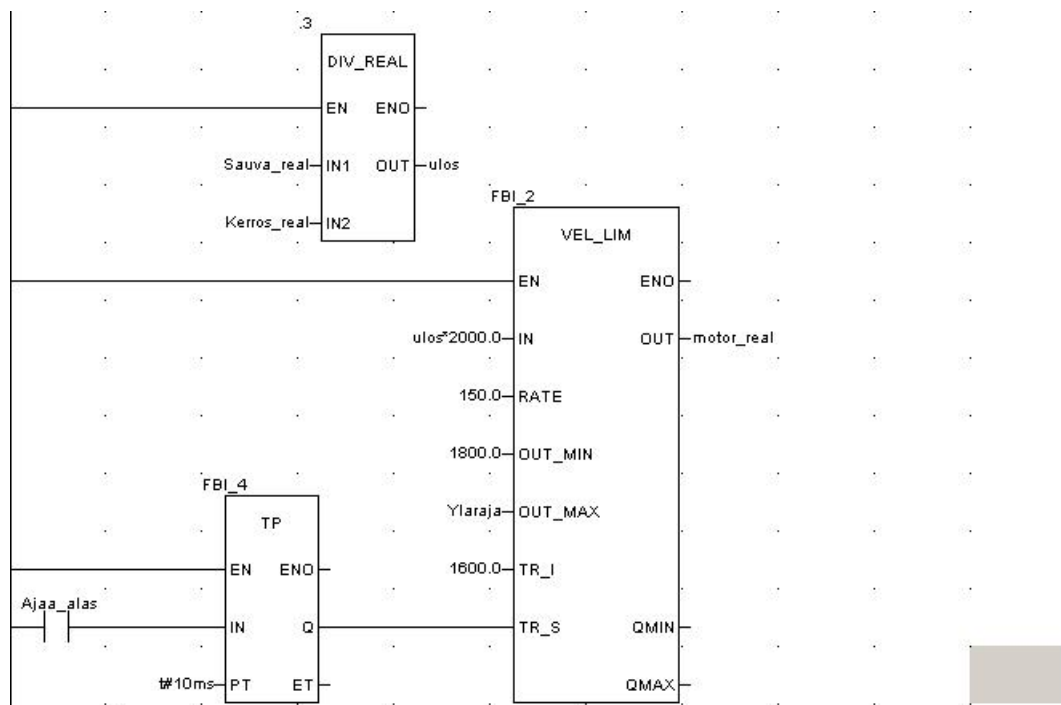


**KUVA 31. Muunnokset**

INT\_TO\_REAL muuttaa kokonaisluvun reaalityyppiä.

REAL\_TO\_INT muuttaa reaalityyppiä kokonaisluvuksi.

Lohkot muuttavat Sauva ja Kerros arvot DIV\_REAL -lohkoon sopiviksi ja motor\_real arvon moottorille sopivaan muotoon.



**KUVA 32. Kiihdytyksen ja hidastuksen toteuttaminen**

DIV\_REAL -lohko jakaa IN1 arvon IN2 arvolla. Tulos siirtyy VEL\_LIM -lohkon IN kohtaan, jossa se kerrotaan luvulla 2000.

VEL\_LIM -lohkolla /8, s. 107-112./ on toteutettu hissien kiihdytys ja hidastus. Kiihdytyksen ja hidastuksen aloitus on mahdollista määrittää myös induktiivisten antureiden avulla.

VEL\_LIM -lohkoa käytettäessä lohkon syötetään kohtaan IN arvo, joka syötetään moottorille tietyin rajoituksin.

RATE arvolla määritetään nopeuden nousun vauhti.

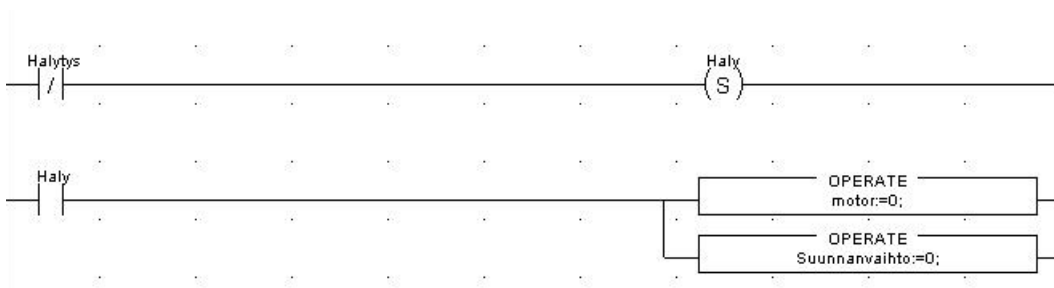
OUT\_MIN kohtaan määritetään minimi nopeus, jonka alle hissien vauhti ei pääse lohkon ollessa toiminnassa.

OUT\_MAX kohtaan määritetään puolestaan maksimi arvo, jonka yli hissien vauhti ei pääse lohkon toimiessa.

TR\_I kohtaan määritetään hissien alkunopeus.

TR\_S kohdalla lohko määritetään toimintaan. Lohkon käynnistämistä varten sen eteen on laitettu TP -lohko, jolla saadaan aikaan pulssi. Pulssin loputtua VEL\_LIM -lohko aloittaa toiminnan.

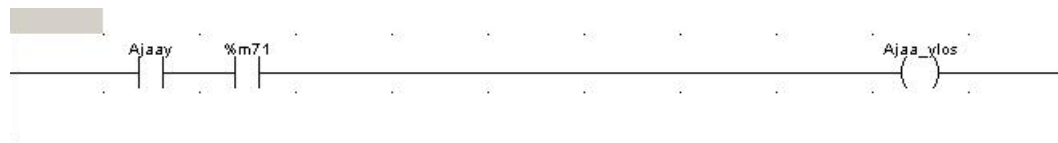
Mikäli tässä vaiheessa ohjelmaa painetaan hälytyspainiketta, moottori pysähtyy ja Suunnanvaihto asetetaan pois päältä kuvan 33 mukaisesti, OPERATE -lohkoja käyttäen. Tämän jälkeen ohjelma siirtyy Grafset -ohjelman loppuun ja jatkaa toimintaa Hata-kaaviossa.



**KUVA 33. Hälytyksen tekeminen ajon aikana**

### 7.2.4 Ajaa\_ylos

Kuvassa 34 on esitetty siirtymäehto, jossa ehtojen Ajaay ja %m71 täytyttyä, ohjelma siirtyy seuraavaan lohkkoon.



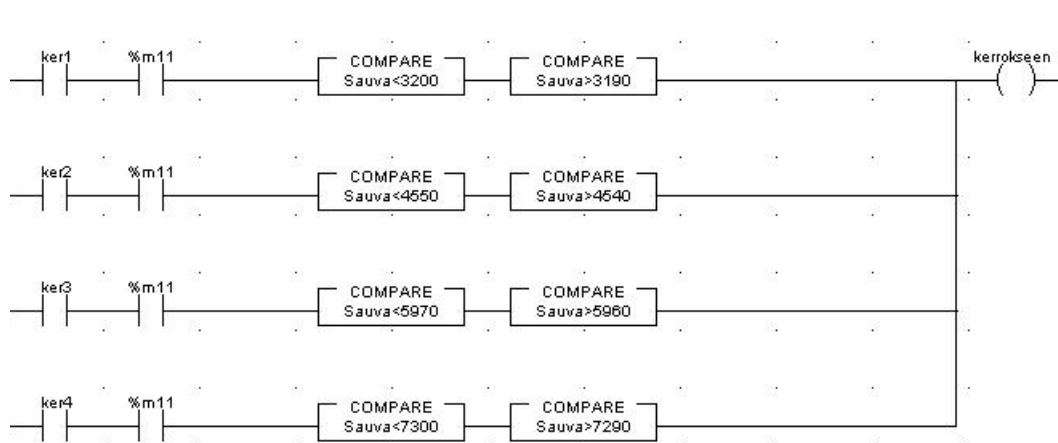
**KUVA 34. Siirtymäehto ylös ajettaessa**

### 7.2.5 Drive\_ylos

Tässä askeleessa hissiä ajetaan ylös. Hissikorin liikkua ylös ei Suunnanvaihdon tarvitse olla päällä. Tästä syystä Drive\_ylos -lohko on sisällöltään muutoin samanlainen kuin Drive\_alas -lohkon, mutta siitä on jätetty Suunnanvaihdon päälle määrittelevä OPERATE -lohko pois.

### 7.2.6 Kerrokseen

Kuvassa 35 on esitetty siirtymäehto, jossa BTL -mikropulssianturin saavuttaessa kohdekerroksen COMPARE -lohkojen arvot ohjelma siirtyy seuraavaan lohkkoon.



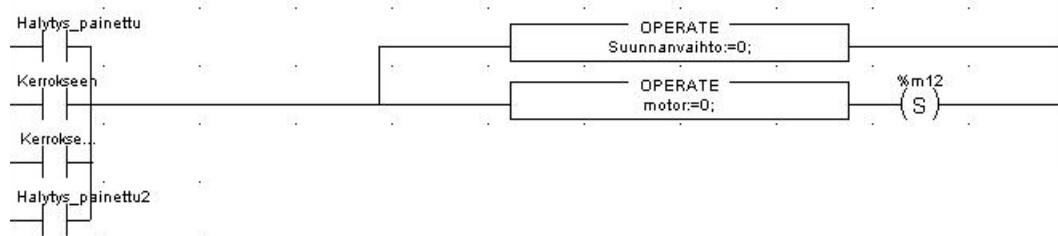
**KUVA 35. Kerroksen saavuttaminen**

### 7.2.7 Kerrokseen2

Kerrokseen2 siirtymäehto on sisällöltään samanlainen kuin siirtymän Kerrokseen (kuva 35). Ainut ero on numerointi, jossa ker -kohtien numerot ovat 11, 21, 31 ja 41. Lisäksi %m11 tilalla on %m13 ja Kerrokseen tilalla on Kerrokseen2.

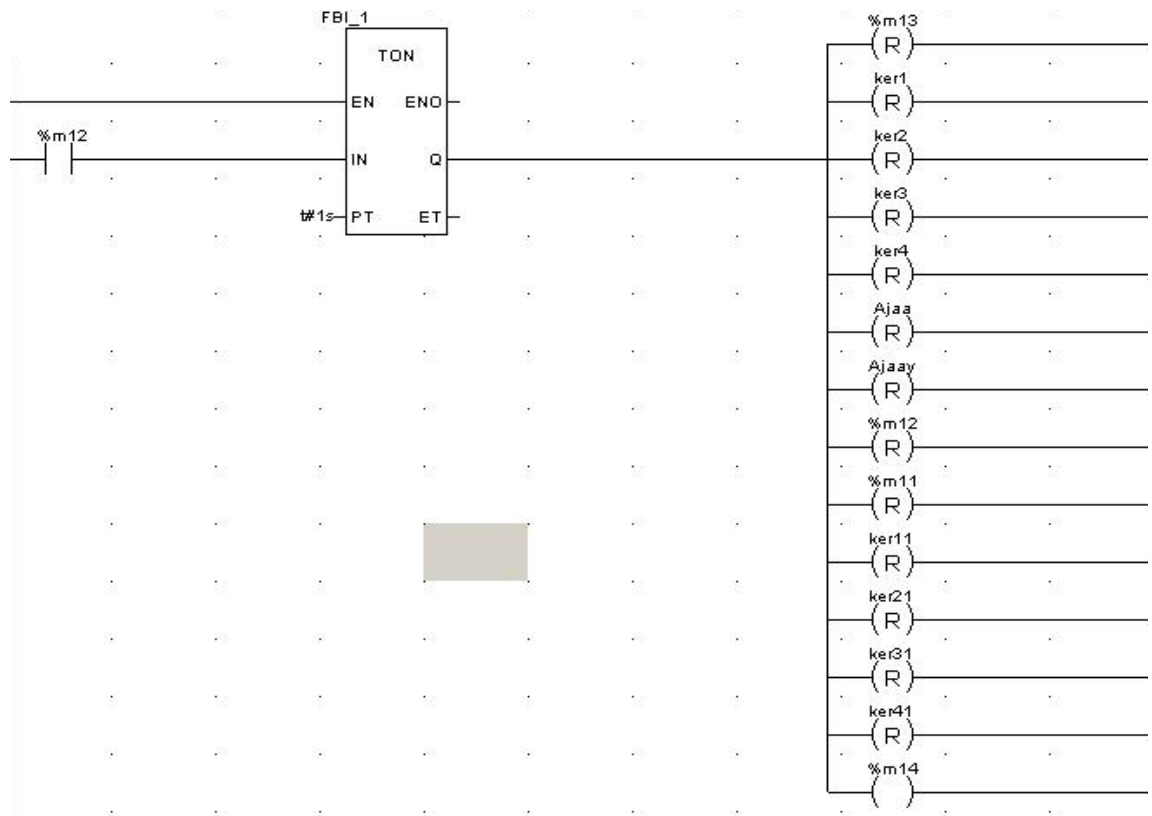
### 7.2.8 Stop\_krs

Tässä askeleessa moottorin toiminta ja Suunnanvaihto asetetaan pois päältä kuvan 36 mukaisesti, OPERATE -lohkojen avulla.



**KUVA 36. Hissin pysähtyminen**

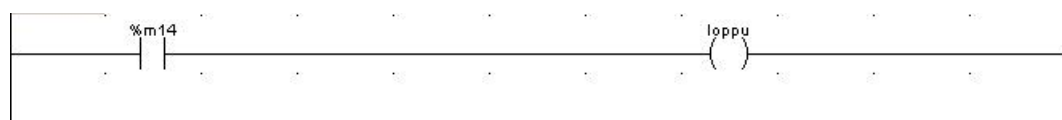
Lisäksi kuvassa 37, päästöhidastuksen avulla asetetaan RESET – tilaan kaikki ohjelman SET – tiloissa olleet coilit.



**KUVA 37. Set -tilojen asettaminen reset -tiloiksi**

### 7.2.9 Loppu

Kuvassa 38 on esitetty siirtymäehto, jonka avulla ohjelma palaa Hissikutsu – lohkkoon odottamaan uutta kutsua.



**KUVA 38. Siirtymäehto palatessa ohjelman alkutilaan (Hissikutsu)**

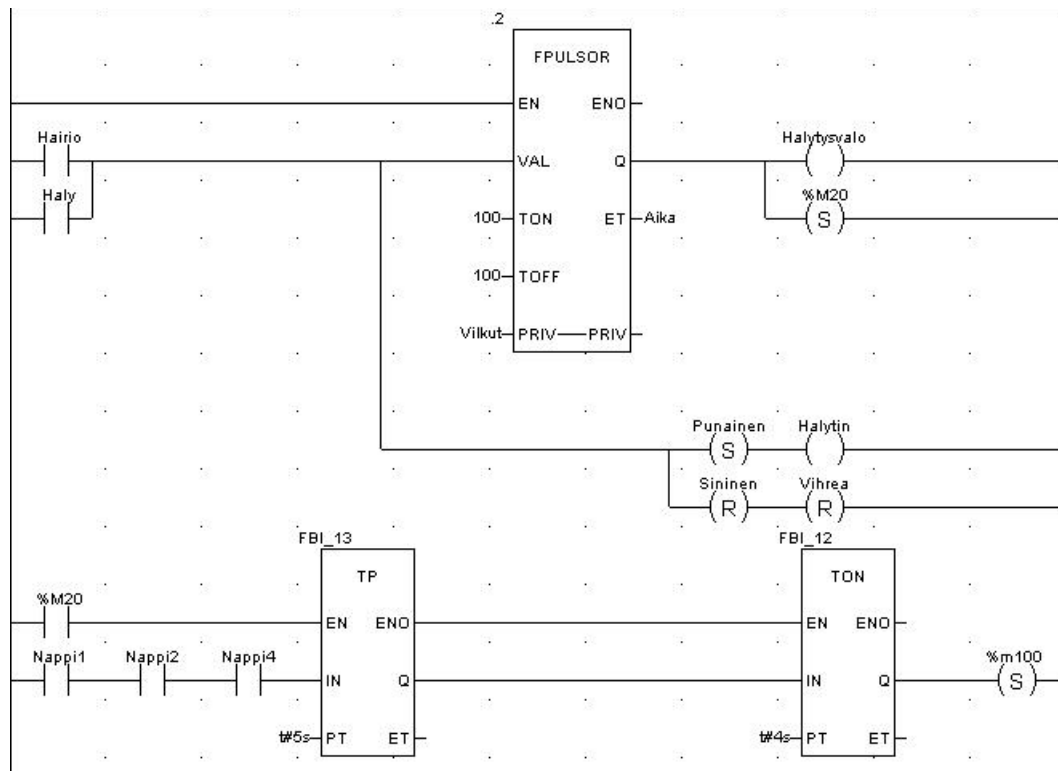
### 7.3. Hälytys

Hälytyksen tai häiriön tapahduttua sisäpaneelin hälytyspainikkeen valo alkaa vilkkua. Lisäksi hälytin alkaa soida ja takaseinässä olevan RGB led -nauhan valo on punainen. Hälytys tai häiriö kuitataan sisäpaneelin painikkeiden avulla.

Hälytys -toiminto koostuu Hata- ja Resetointi -kaavioista, jotka on toteutettu ladder -kaavioilla.

### 7.3.1 Hata

Tässä kaaviossa (kuva 39) FPULSOR -lohkolla on toteutettu sisäpaneelin hälytys-painikkeen valon vilkkuminen. Hälytyksen kuittaaminen tapahtuu painamalla 1., 2. ja 4. kerroksen painikkeita yhtäaikaisesti. pienen aikaviiveen jälkeen ohjelma siirtyy Resetointi -kaavioon.

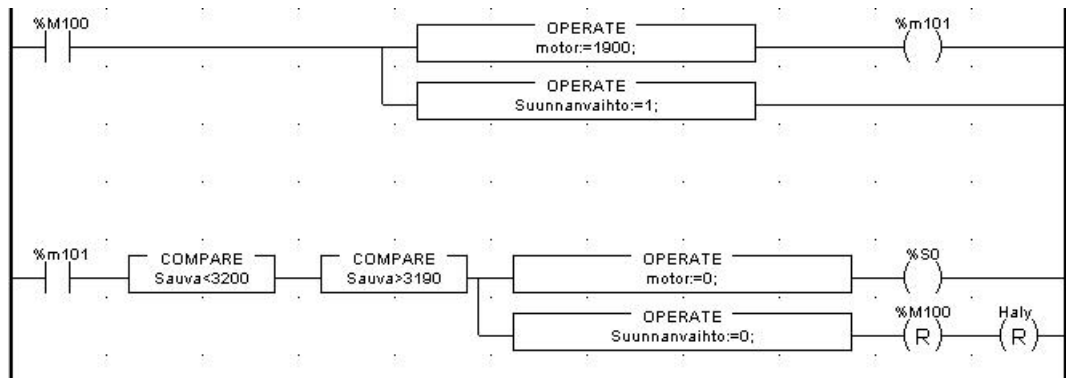


**KUVA 39. Hälytyssignaalien ohjaukset ja kuittauksen aloitus**

### 7.3.2 Resetointi

Tässä kaaviossa (kuva 40) OPERATE -lohkojen avulla hissi ajetaan tasaisella nopeudella 1. kerrokseen. Sauva-anturin saavuttaessa COMPARE -lohkojen arvot hissi pysäytetään OPERATE -lohkojen avulla. Hissin ollessa pysähtynyt asetetaan RESET -tilaan kaikki SET -tilassa olleet coilit ja nollataan ohjelma.

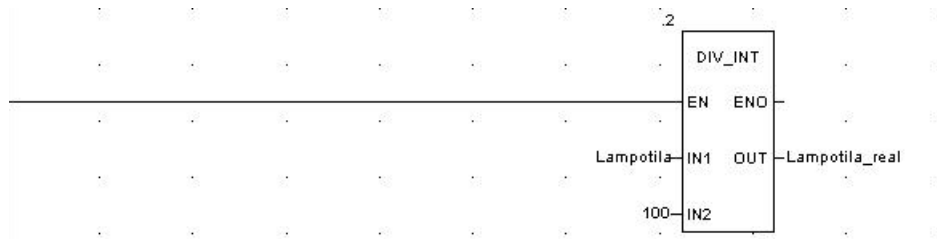
Nollaus on toteutettu SystemBits %S0:lla.



**KUVA 40. Hissin ajaminen 1.kerrokseen ja ohjelman nollaus**

#### 7.4 Moottorin lämpötila

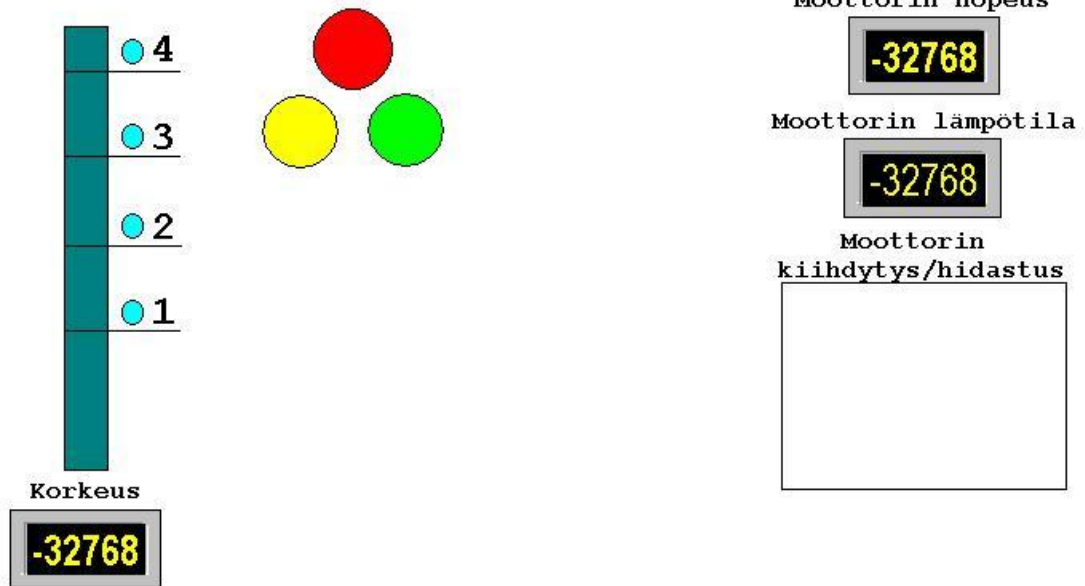
Moottorin lämpötilatieto tuodaan logiikkaan moottorin pintaan kuumaliimalla kiinnitetystä lämpötila-anturilta. Anturin arvo jaetaan 100:lla kuvassa 41 olevan DIV\_INT -lohkon avulla.



**KUVA 41. Moottorin lämpötila**

#### 7.5 Graafinen näkymä

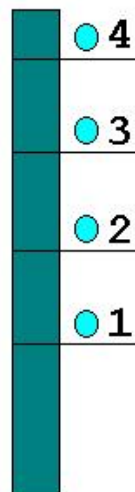
Tässä ohjelmoinnissa kuvassa 42 esitettyä graafista näkymää käytettiin pelkkänä valvomona. Graafiseen näkymään on myös mahdollista lisätä erilaisia säätimiä, joiden avulla hissien toimintoja, kuten kiihdytyksen ja hidastuksen aikaa, voidaan tarvittaessa säätää.



**KUVA 42. Graafinen näyttö**

### 7.5.1 Toimintojen kuvaus

Kuvan 43 palkki, osoittaa hissikorin sijainnin. Numerot palkin vieressä osoittavat kerroksen numeron. Sininen valo kerrosnumeron vieressä simuloi varattuvaloa ja osoittaa näin ollen kohdekerroksen sijainnin.



**KUVA 43. Kerroksien osoitinpalkki**

Korkeusnäyttö kuvassa 44, osoittaa hissijon sijaintikorkeuden numeroilla BTL -anturin avulla.



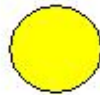
**KUVA 44. Korkeuden numeronäyttö**

Hälytysvalo kuvassa 45, vilkkuu punakeltaisena hissien ollessa häiriössä tai kun sisäpaneelista on tehty hälytys.



**KUVA 45. Hälytysvalo**

Kuvassa 46 oleva valo, ilmaisee ovien olevan sulkeutumassa.



**KUVA 46. Ovet sulkeutumassa -valo**

Valo kuvassa 47, ilmaisee ovien olevan avautumassa.



**KUVA 47. Ovet avautumassa -valo**

Moottorin nopeusnäyttö kuvassa 48, osoittaa moottorin nopeuden numeroilla.



**KUVA 48. Moottorin nopeus -näyttö**

Moottorin lämpötilanäyttö kuvassa 49, kertoo moottorin lämpötilan numeroilla.

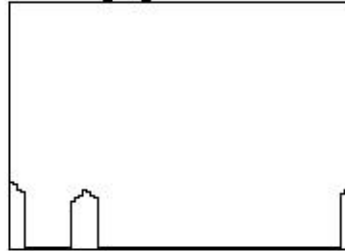
### Moottorin lämpötila



**KUVA 49. Moottorin lämpötila –näyttö**

Kuvan 50 diagrammi näyttää graafisesti VEL\_LIM -lohkolla toteutetun kiihdytyksen ja hidastuksen liikuttaessa kerroksien välillä.

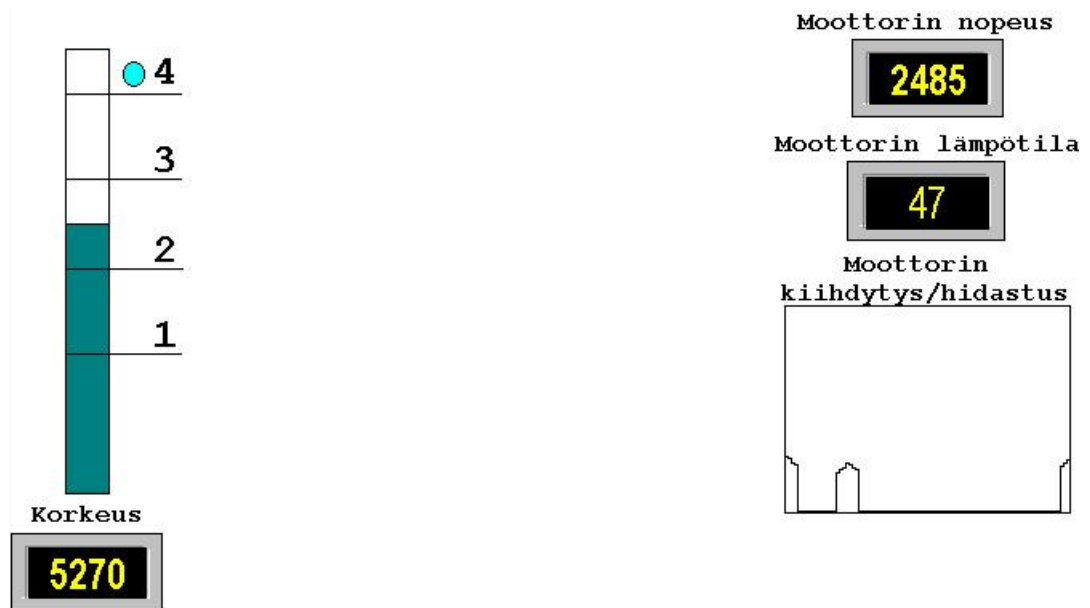
### Moottorin kiihdytys/hidastus



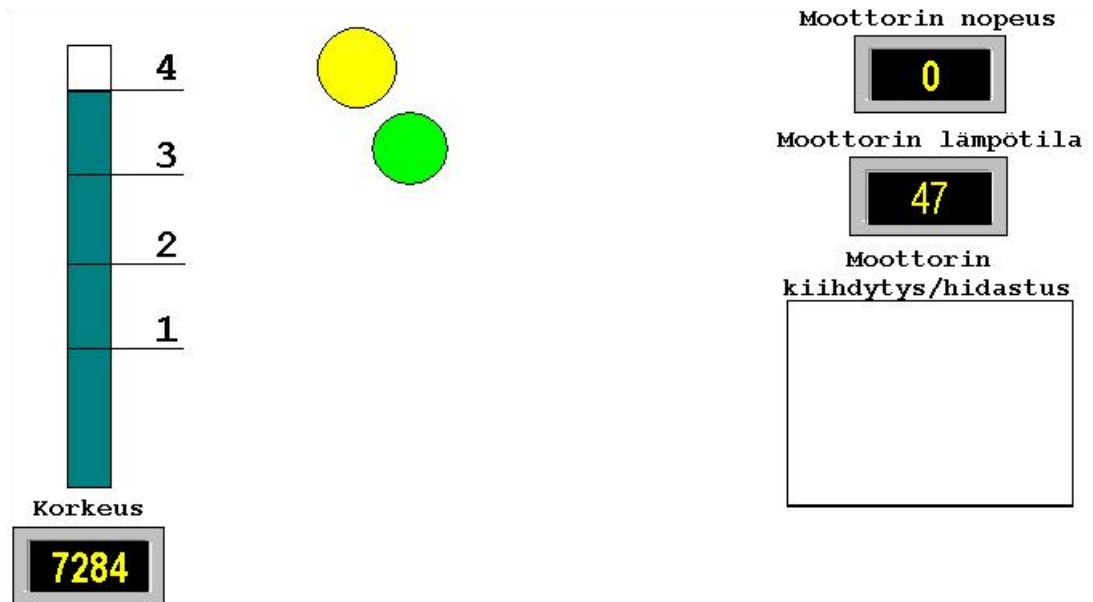
**KUVA 50. Kiihdytys/hidastus diagrammi**

### 7.5.2 Graafiset näkymät eri tilanteissa

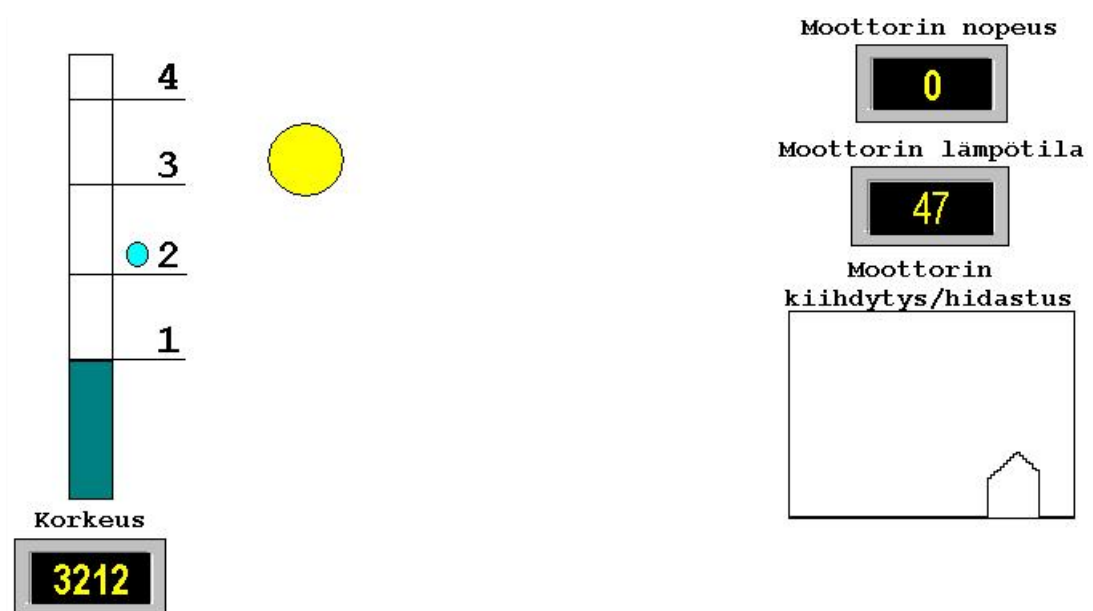
Kuvissa 51, 52 ja 53 on esitetty graafinen näkymä eri tilanteiden aikana, jotta kuvitteellinen käyttäjä sisäistää nopeasti näkymän eri toiminnot.



**KUVA 51. Graafinen näkymä hissillä ollessa liikkeessä**



**KUVA 52. Graafinen näkymä hissillä häiriössä tai hälytyksessä**



**KUVA 53. Graafinen näkymä hissillä lähtiessä 2. kerrokseen**

## 7.6 I/O –taulut

I/O – tauluihin on listattu kaikki käytössä olevat digitaaliset ja analogiset sisäänmenot ja ulostulot.

Taulukoista 2, 3, 4, ja 5 tehdään koonti pääkytkimen viereen, joka laminoidaan ja kiinnitetään pääsyötön kotelon päälle. Koonnilla pyritään helpottamaan opiskelijoiden työskentelyä logiikan parissa.

**TAULUKKO 2. Digitaaliset sisäänmenot.**

%I0.1.0	Sisäpainike4
%I0.1.1	Sisäpainike3
%I0.1.2	Sisäpainike2
%I0.1.3	Sisäpainike1
%I0.1.4	Hälytyspainike
%I0.1.5	Ovetpainike
%I0.1.10	Valoveräjä
%I0.1.11	Indukt.anturi1
%I0.1.12	Indukt.anturi3
%I0.1.13	Indukt.anturi2
%I0.1.16	Krspainike4
%I0.1.17	Krspainike3
%I0.1.18	Krspainike2
%I0.1.19	Krspainike1

**TAULUKKO 3. Digitaaliset ulostulot.**

%Q0.2.0	Ovet auki
%Q0.2.1	Ovet kiinni
%Q0.2.2	Suunnanvaihto
%Q0.2.3	Painikevalo4
%Q0.2.4	Painikevalo3
%Q0.2.5	Painikevalo2
%Q0.2.6	Painikevalo1
%Q0.2.7	Hälytyspainikevalo
%Q0.2.8	Ovipainikevalo
%Q0.2.15	Hälytin
%Q0.2.16	Krsvalo4
%Q0.2.17	Krsvalo3
%Q0.2.18	Krsvalo2
%Q0.2.19	Krsvalo1
%Q0.2.20	Kuilu sininen
%Q0.2.21	Kuilu vihreä
%Q0.2.22	Kuilu punainen
%Q0.2.23	Näyttö4
%Q0.2.24	Näyttö2
%Q0.2.25	Näyttö1
%Q0.2.30	C.off

**TAULUKKO 4. Analogiset sisäänmenot.**

%IW0.3.0	BTL-anturi
%IW0.3.1	Lämpötila-anturi
%IW0.3.2	Säädin1
%IW0.3.3	Säädin2

**TAULUKKO 5. Analogiset ulostulot.**

%QW0.3.4	Moottori
----------	----------

**8. POHDINTA**

Hissiin kului ajateltua enemmän aikaa, mutta valmiina kokonaisuutena hissi näytti varsin tekniseltä ja onnistuneelta. Hissiä rakennettiin ajatuksella – lopullinen kokeilu. Ajatusmallissa oli toki riskinsä, mutta tässä projektissa se toimi hyvin. Toisin sanoen ainoa rakenteessa ongelmia tuottanut osa olivat hissin ovet, joita ideoitiin useaan kertaan ja toteutustakin hiottiin pitkään.

Hissin rakentaminen oli mielenkiintoinen kokemus kaikin puolin. Logiikan ohjelmointi kysyi välillä pitkää pinnaa ja käyttöohjeita mutta kokonaisuutena työ opetti paljon niin ohjelmointi ohjelmasta kuin oikeiden hissien toiminnastakin.

Hissiin jäi vielä kehitettävääkin, kuten ääniohjaus ja hissikoriin painon tunnistus. Ääniohjaus onnistuu nykyteknologialla ilman erillisiä komponenttejäkin, mutta laitteiston käytön kannalta komponenteilla toteutettu toiminto olisi parhaiten käyttäjiä palveleva.

Toivottavasti hissi saa palvella opetuskäytössä pitkään ja monipuolisesti, sekä kehittyä teknologian mukana entistä paremmaksi.

## LÄHTEET

1. Balluf. BTL –lineaarianturien liitosjohdot, pistokkeet ja erilaiset muunnoskorit +yleistietoa ja sovelluksia. PDF -dokumentti.  
[http://www.murri.fi/pdf/B11luettelo\\_murrilineaarianturit\\_liitosjohdot\\_pistokkeet\\_muuntimet\\_2008Lop.pdf](http://www.murri.fi/pdf/B11luettelo_murrilineaarianturit_liitosjohdot_pistokkeet_muuntimet_2008Lop.pdf)  
Päivitetty 20.10.2004. Luettu 22.3.2010
2. Balluf. Induktiiviset-anturit. PDF -dokumentti.  
<http://www.balluff-china.com/PDF/en/datenblaetter/BES%20M08MI-PSC20B-S49G.pdf>  
Päivitetty 20.10.2004. Luettu 22.3.2010
3. Balluf. Transsonar Linear Transducer BTL2. PDF -dokumentti.  
Liite 4. Päivitetty 15.11.2005. Luettu 13.1.2010
4. Modicon M340 with Unity Pro. Analog input/output modules User manual. PDF -dokumentti.  
[http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/D39A7FEDFFF6C346852576C000704DB8/\\$File/35011978k01000.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/D39A7FEDFFF6C346852576C000704DB8/$File/35011978k01000.pdf)  
Päivitetty 17.3.2009. Luettu 26.3.2010
5. Modicon M340 Using Unity Pro. Discrete Input/Output Modules User Manual. PDF -dokumentti.  
[http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/F62A964687C9CEBA852576C0007193AD/\\$File/35012474k01000.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/852575A6007E5FD3/all/F62A964687C9CEBA852576C0007193AD/$File/35012474k01000.pdf)  
Päivitetty 25.3.2009. Luettu 26.3.2010
6. Oriental motor general catalogue. PDF -dokumentti.  
[http://www.orientalmotor.de/de/uploads/documents/csk-series\\_2-phase.pdf](http://www.orientalmotor.de/de/uploads/documents/csk-series_2-phase.pdf)  
Päivitetty 30.6.2005. Luettu 13.1.2010
7. Schneider Electric. Modicon M340. Verkkosivu.  
[http://www.schneider-electric.com/sites/corporate/en/products-services/automation-control/products-offer/range-presentation.page?p\\_range\\_id=1468](http://www.schneider-electric.com/sites/corporate/en/products-services/automation-control/products-offer/range-presentation.page?p_range_id=1468)  
Julkaisuaika tuntematon. Luettu 26.3.2010

8. Unity Pro 4.0. Control Block Library. PDF –dokumentti.

<http://www.download.schneider-electric.com/C125746500687003/all/>

852566B70073220C85256EDF003B3AE0/\$File/33002535\_k01\_000\_06.pdf

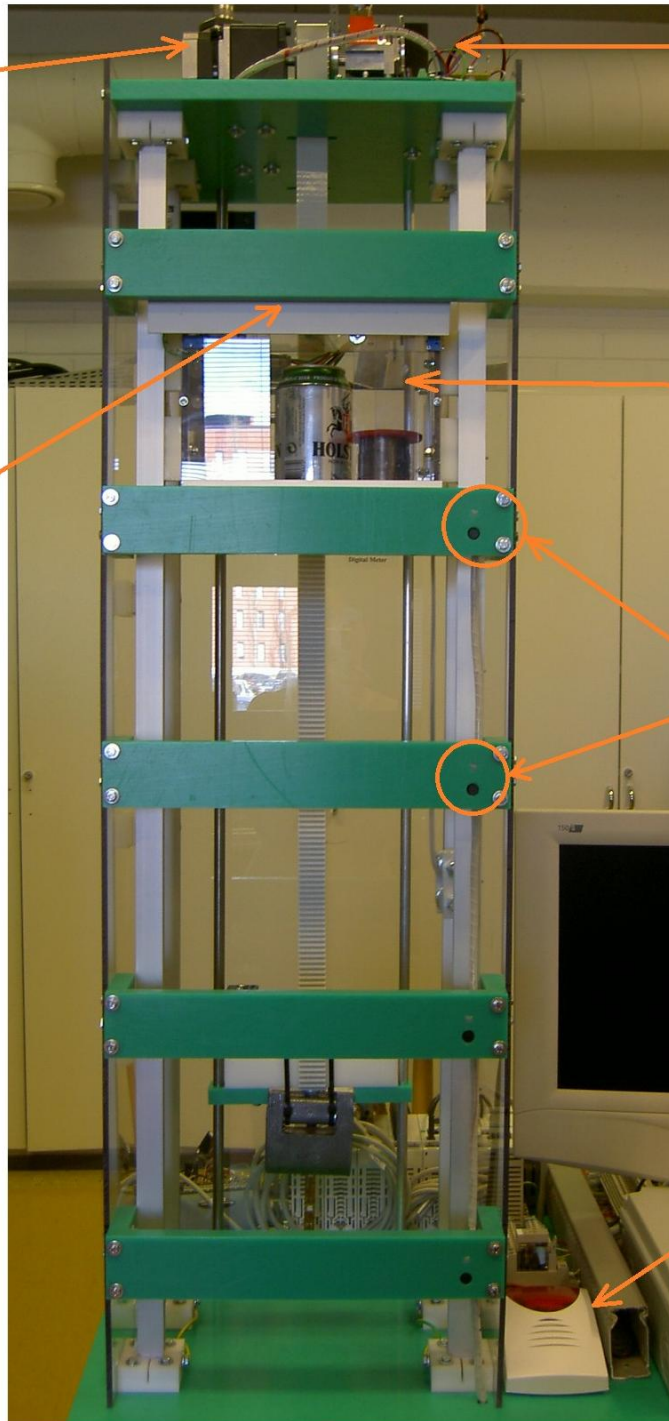
Päivitetty 24.6.2008. Luettu 29.3.2010

9. Hurri, Saija. 2010. Kuvamateriaali.

## Liite 1. Havaintokuva edestä

Moottori  
%QW0.3.4  
Moottorin  
lämpötila-anturi  
%IW0.3.1

Valoveräjä  
(korin katolla)  
%IO.1.10



Suunnanvaihto  
%Q0.2.2  
C.off\*  
%Q0.2.30

Hissikorin ovet  
Auki: %Q0.2.0  
Kiinni: %Q0.2.1

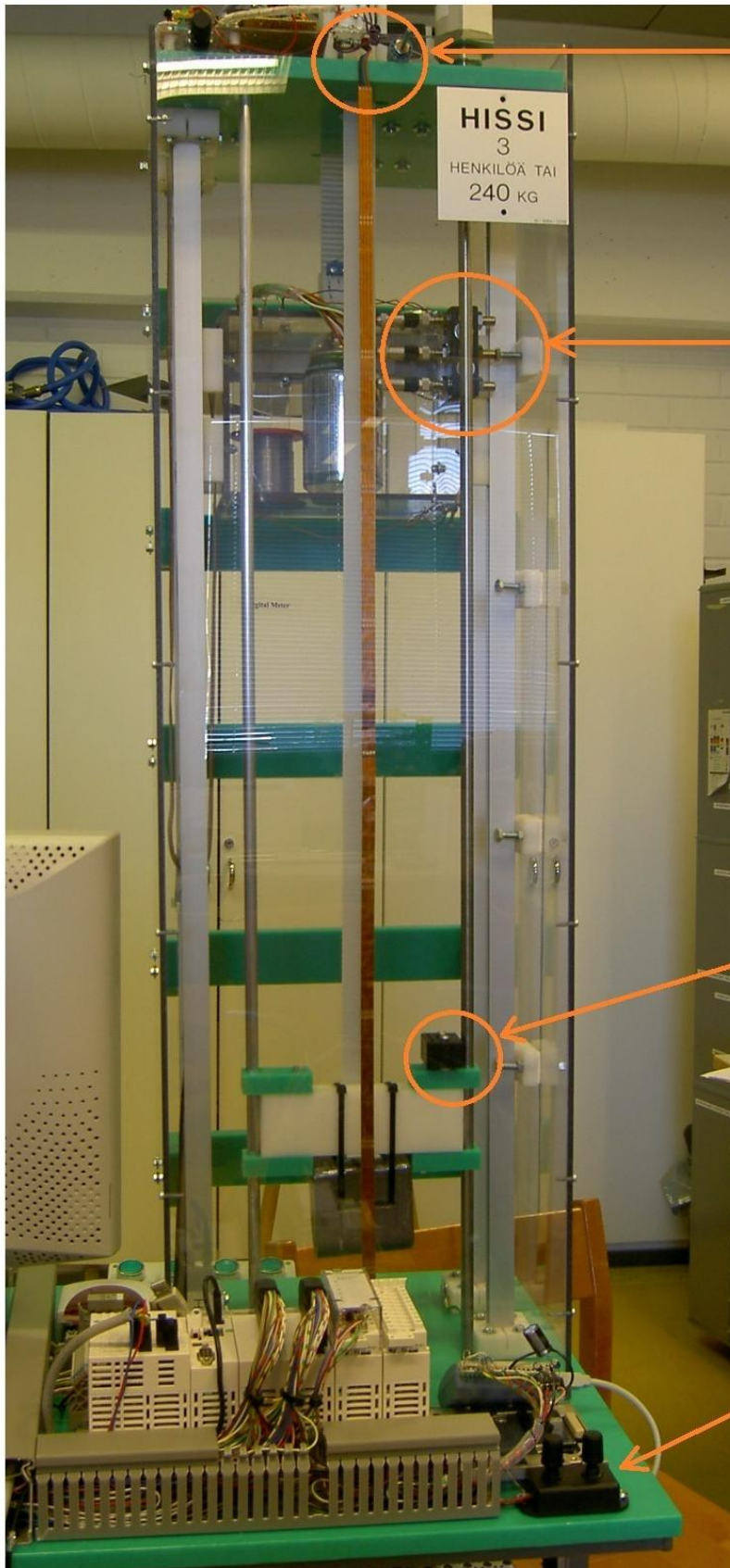
Kerrospainikkeet  
4krs: %IO.1.16  
3krs: %IO.1.17  
2krs: %IO.1.18  
1krs: %IO.1.19

Varattuvalot  
%Q0.2.16  
%Q0.2.17  
%Q0.2.18  
%Q0.2.19

Hälytin  
%Q0.2.15

\*moottoria voidaan  
pyörittää käsin  
toiminnon ollessa ON

## Liite 2. Havaintokuva takaa



Kuilun valot  
Sininen: %Q0.2.20  
vihreä: %Q0.2.21  
Punainen: %Q0.2.22

Induktiiviset anturit  
1: %I0.1.11  
2: %I0.1.13  
3: %I0.1.12

BTL-mikropulssianturi  
%IW0.3.0

Säätimet  
1: %IW0.3.2  
2: %IW0.3.3

### Liite 3. Havaintokuva sisäpaneelistä

#### Näyttö

1: %Q0.2.25  
2: %Q0.2.24  
4: %Q0.2.23

#### Hälytyspainike

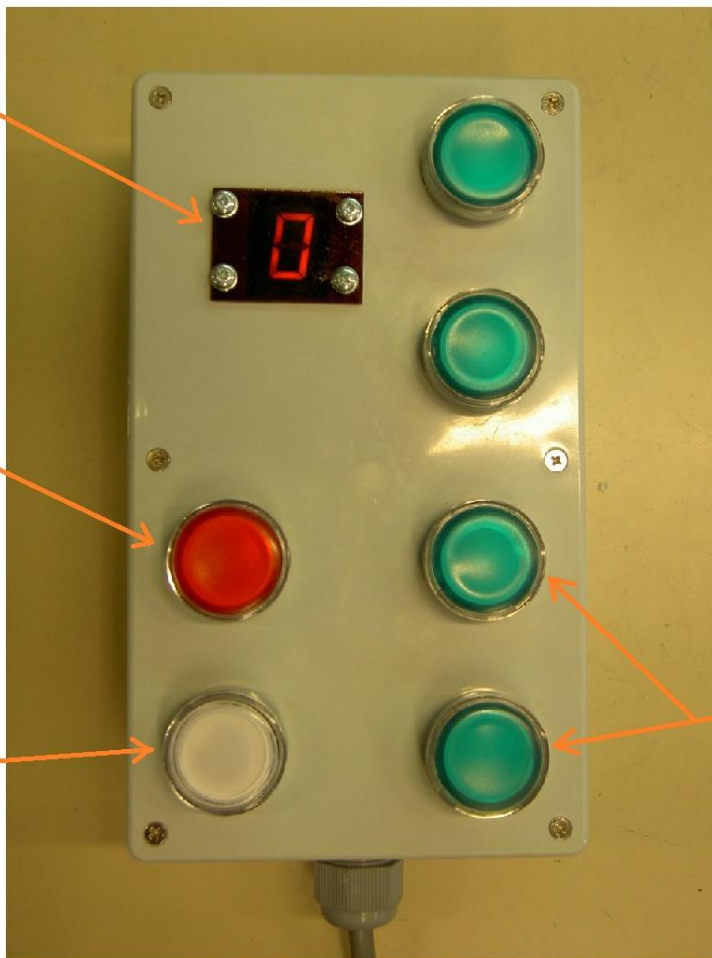
%I0.1.4

Painikkeen valo  
%Q0.2.7

#### Ovet -painike

%I0.1.5

Painikkeen valo  
%Q0.2.8



#### Sisäpainikkeet

4krs: %I0.1.0

3krs: %I0.1.1

2krs: %I0.1.2

1krs: %I0.1.3

#### Painikkeiden valot

4krs: %Q0.2.3

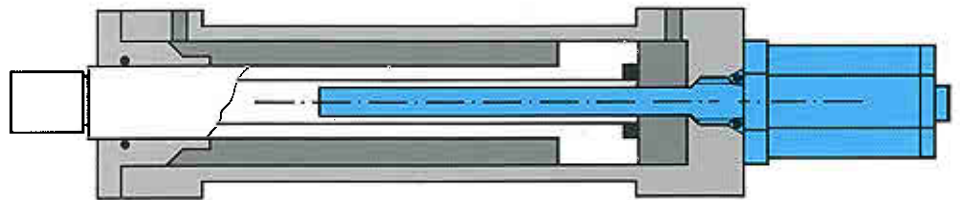
3krs: %Q0.2.4

2krs: %Q0.2.5

1krs: %Q0.2.6

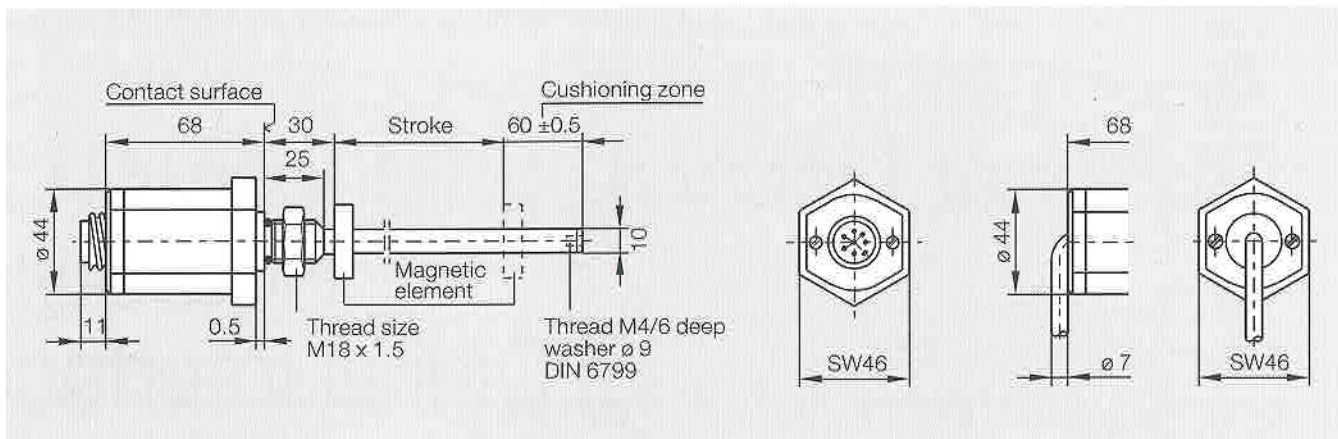
# Transsonar Linear Transducer BTL2

## Rod Style Digital Interface

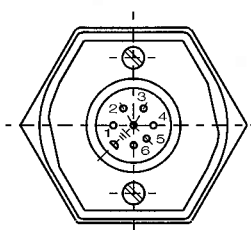


**Transsonar Linear Transducer BTL  
Digital Interface**

Series	<b>BTL2-P - - -S 50</b>	<b>BTL2-P - - - -KA</b>
	with Connector	with Cable



Repeatability	≤ 6 µm (hysteresis + system resolution)
System resolution	≤ 2 µm (depends on processor)
Hysteresis	≤ 4 µm
Sampling frequency	f <sub>STANDARD</sub> = 1 kHz
Max. deviation from linearity	±150 µm up to 500 mm stroke ±0.03 % 501...3550 mm stroke
Temperature coefficient (of overall system)	≤ 20 ppm/°C
Shock rating	50 g/11 ms to DIN IEC 68 part 2 - 27
Vibration	6 g, 10...150 Hz to DIN IEC 68 part 2 - 6
Transverse velocity of the magnetic element	any
Supply voltage	24 V DC ±10 %
Ripple V <sub>SS</sub>	≤ 1 V
Current draw	≤ 130 mA
Supply voltage	±15 V ±2 %
Ripple V <sub>SS</sub>	≤ 1 V
Current draw	≤ 35 mA
Polarity reversal protected	yes
Over-voltage protection	Transzorb protection diodes
Electrical strength	100 V (ground to housing)
Operating temperature	-20 °C...+80 °C
Storage temperature	-25 °C...+100 °C
Protection class to DIN 40 050	IP 67 (when connected)
Pressure rating	up to 600 bar (dependent on length)



<b>BTL2-P1</b>	<b>BTL2-P2</b>	Pin	Leads
Connections	Connections		
+24 V DC	+15 V DC	5	brown
GND	-15 V DC	⊥	white
I <sub>A</sub> INIT	I <sub>A</sub> INIT	1	yellow
I <sub>B</sub> INIT	I <sub>B</sub> INIT	3	pink
O <sub>A</sub> START/STOP	O <sub>A</sub> START/STOP	2	grey
O <sub>B</sub> START/STOP	O <sub>B</sub> START/STOP	6	green
GND	GND	4	blue



<b>Connectors BKS-S 50-00/BKS-S 51-00</b>	
Solder terminal	max. 0.75 mm <sup>2</sup>
Housing material	PBTP GV black
Contact	CuZn
Contact surface	AG
Cable strain relief	PG 9
Cable diameter min.	8 mm
Protection class to DIN 40 050	IP 67 (when connected)

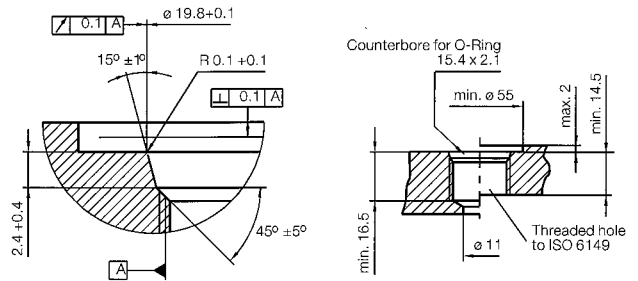
Shielded cable must be used.



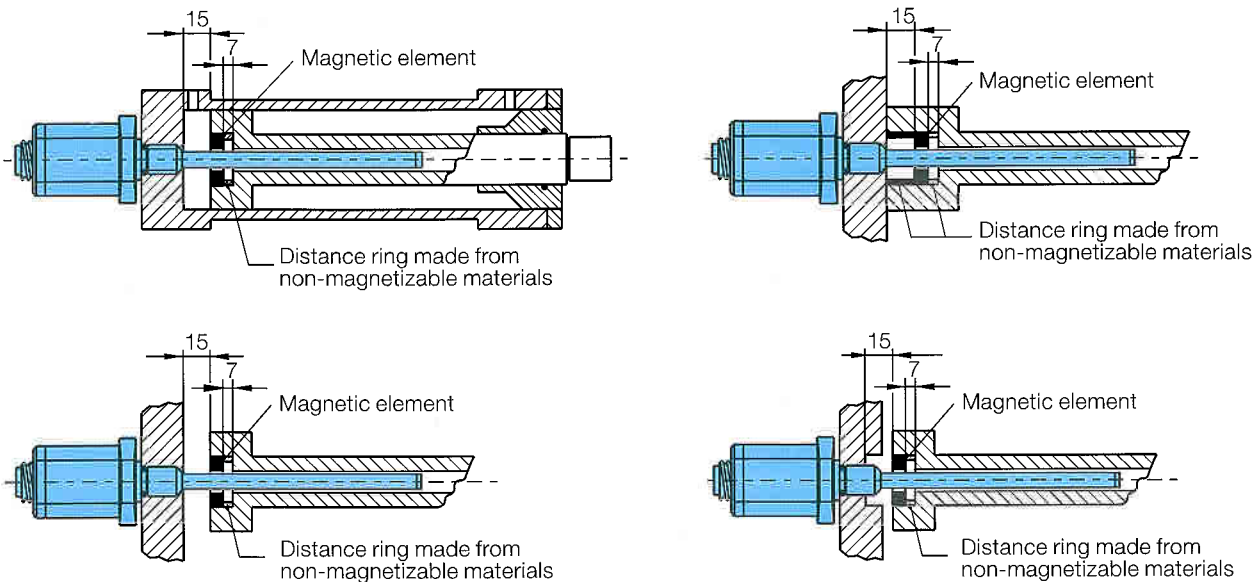
### Mounting and Installation

The Transsonar Linear Transducer BTL is available with mounting thread M18 x 1.5. We recommend mounting in non-magnetizing materials. If mounting in a magnetizing material, the dimensions shown below must be met. Sealing takes place on the flange face using the supplied O-ring 15.4 x 2.1 for mounting thread M18 x 1.5.

### Counterbore for M18 x 1.5



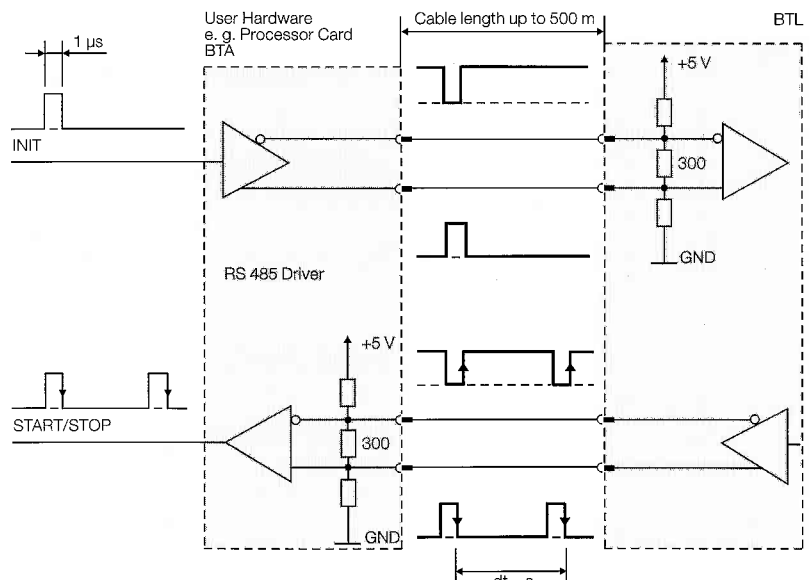
### Mounting Variations in Magnetizable Materials



### Cable Lengths

The special noise immune RS 485 differential driver and receivers guarantee error-free signal transmission. Even with cable lengths of up to 500 meters between the BTA processor unit and the BTL linear transducer, signal integrity is assured. The RS 485 differential driver and receivers serve to effectively suppress interfering noise signals.

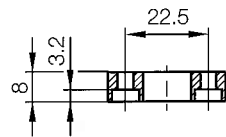
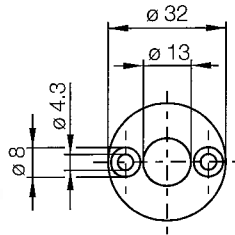
### P-Interface



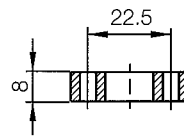
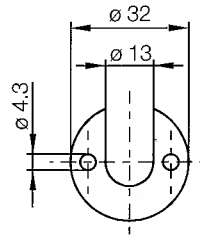
**Accessories  
Ordering Codes**

**Magnetic Elements**  
(please order separately)

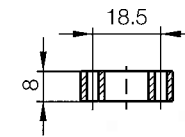
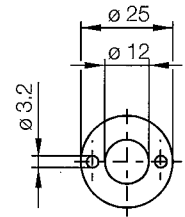
**BTL-P-1013-4R**



**BTL-P-1013-4S**

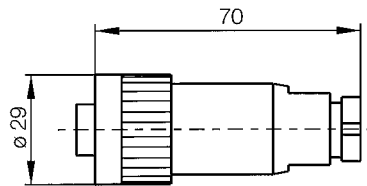


**BTL-P-1012-4R**

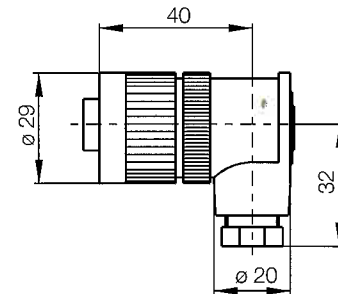


**Connectors for  
Linear Transducers**  
(please order separately)

**BKS-S 50-00**



**BKS-S 51-00**



**Ordering Codes**

**Transsonar Linear Transducer Digital**

**BTL 2 - P 1 - 0750 - B - S 50**

Series 2

Output signal

P = START/STOP uni-directional with RS 485-driver

Supply voltage

1 = 24 V DC ±10 %

2 = ±15 V DC ±2 %

Stroke

Standard lengths (mm) 0050, 0075, 0100, 0125, 0150, 0175, 0200, 0225, 0250, 0275, 0300, 0320, 0340, 0350, 0400, 0450, 0500, 0550, 0650, 0750, 0850, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000, 3200, 3550  
other lengths upon request

Style

B = Rod style thread size M18 x 1.5 (with fastening nut)

Connection type

S 50 = Connector version \*

KA05 = Cable version 5 m long

\* Please order connectors separately.

Straight Connector BKS-S 50-00, Right-Angle Connector BKS-S 51-00.

Gebhard Balluff GmbH & Co.  
Gartenstrasse 21 - 25  
D-73765 Neuhausen/Germany  
P. O. Box 11 60  
D-73761 Neuhausen/Germany  
Phone (071 58) 173-0  
Fax (071 58) 50 10