

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

TUTES13

2017

Jani Heinonen

JAUHEPEDIN MEKANIIKAN SUUNNITTELU

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | TUTES13

2017 | 165 sivua, 131 liitesivua

Jani Heinonen

JAUHEPEDIN MEKANIIKAN SUUNNITTELU

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on jauhepetitulostimen mekaniikan suunnittelu Koneteknologiakeskus Turku Oy:lle. Mekaniikan suunnittelun lisäksi opinnäytetyötä varten on selvitetty jauhepetimenetelmän perusteoriaa ja koottu suunnittelussa valittujen komponenttien tekniset tiedot yhteen sekä verrattu markkinoilla olevien kaupallisten koneiden ominaisuuksia suunniteltavaan laitteeseen.

Aiempi opiskelijaryhmä on suunnitellut jauhepetimenetelmällä toimivaa laitetta Koneteknologiakeskukselle, jonka suunnittelu on jäänyt kuitenkin kesken. Projektista on jäänyt materiaalia jota on saanut käyttää hyödyksi tätä opinnäytetyötä tehdessä. Opinnäytetyötä varten tehdyt 3D-mallit on joko tehty SolidWorks 2016 –ohjelmalla tai komponenttien mallit on otettu suoraan valmistajien sivuilta.

Ainetta lisäävässä valmistuksessa kappale valmistetaan kerros kerrokselta kunnes rakennettava kappale on valmis. Yksi lisäävän valmistuksen menetelmistä on jauhepetimenetelmä, jossa kerros jauhetta levitetään rakennusaluealle ja sulatetaan. Sulatuksen jälkeen uusi kerros jauhetta levitetään edeltävän päälle ja prosessi toistetaan kunnes kappale on valmis. Kaksi tärkeintä metallijauhetta sulattavia menetelmiä ovat metallien lasersintraus ja elektronisuihkusulatus. Lasersulatukseen perustuvat menetelmät voidaan myös jakaa eri alalajeihin riippuen sulatusasteesta mutta nämä menetelmät ovat muuten samanlaisia

Opinnäytetyön lopputuloksena on valmis 3D-malli jauhepedin mekaniikasta, jonka pohjalta tulevat suunnittelijat voivat aloittaa oman suunnittelutyönsä. Lisäksi kaikki valitut komponentit ja niiden käyttötarkoitukset suunnitellussa laitteessa ovat kuvattu ja niihin liittyvät liitteet ovat liiteosiossa.

ASIASANAT:

3D-tulostus, jauhepeti, jauhepetimenetelmä, jauhepulveri, lisäävä valmistus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering and Production Engineering | TUTES13

2017 | 165 pages, 131 appendices

Jani Heinonen

DESIGNING THE MECHANISM OF A POWDER BED SYSTEM

[Click here to enter text.](#)

The aim of this thesis was to design the mechanism of a powder bed system for Machine Technology Center Turku Ltd. In addition to designing the mechanism of the machine the basic theory of powder bed fusion had to be looked up, the technical specifications of the components had to be gathered together in one place and the capabilities of currently available commercial machines had to be compared to the designed machine's features.

A previous group of students had begun designing their own version of a powder bed for Machine Technology Center but their design was not completed in time. Materials relating to that project could be used in this thesis. The 3D models seen in this thesis were either designed with SolidWorks 2016 or taken straight from manufacturers' websites.

In additive manufacturing a part is constructed layer by layer until the part in question is finished. Powder bed fusion is one method of additive manufacturing in which a layer of powder is deposited on a build plate which is then melted. A new layer of powder is then deposited on top of the previous layer and the process is repeated until the part is ready. Two main processes exist with which to melt powder, namely metal laser sintering for metals and electronic beam melting. Powder bed fusion processes based on laser melting can also be divided into different subcategories depending on the powder's rate of melting but these processes are nonetheless the same.

The end result of this thesis is a 3D model of the powder bed system's mechanism which can be used by future designers as a base to start their designs on. Additionally all the selected components and their purposes in the designed machine are explained in detail.

KEYWORDS:

3D printing, powder, powder bed, powder bed fusion, additive manufacturing

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Koneteknologiakeskus Turku Oy	8
1.2 Työn aihe	9
2 MATERIAALIA LISÄÄVÄ VALMISTUS	10
3 JAUHEPETIMENETELMÄ	11
3.1 Jauhemateriaalit ja niiden ominaisuudet	12
3.2 Eri levitystavat ja niiden vaikutus	13
3.3 Menetelmän muuttajat	13
3.4 Käytetyt termit jauhepetimenetelmästä	14
4 OLEMASSA OLEVAT KAUPALLISET RATKAISUT	16
5 PROJEKTIN OLEMASSA OLEVAT OSAT JA SUUNNITELMAT	18
5.1 Askelmoottori ja kuularuuvi	19
5.2 Kuitulaser ja sen optiikka	20
5.3 Vanha kokoonpanokuva	21
6 SUUNNITELTAVAN SYSTEEMIN KOMPONENTIT JA KOKOONPANOKUVA	24
6.1 Alumiinirunko ja aluslevy sekä työstölevy	24
6.2 Jauheen syöttöjärjestelmä	25
6.3 Jauheen levitysmekanismi	27
6.4 Suojakotelo lineaarijohteille	29
6.5 Liikuttava moottori jauheenlevitykselle ja sen adapteri	29
6.6 Jauhepetitulostimen kokoonpano	30
7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT	32
LÄHTEET	33

LIITTEET

- Liite 1. Vanha PowerPoint -esitys
- Liite 2. MDrive 23
- Liite 3. IPG YLS - 2000-SM
- Liite 4. Fiber Elephant
- Liite 5. Pohjalevyn tekninen piirustus
- Liite 6. Työstölevyn tekninen piirustus
- Liite 7. Sylinteriputki
- Liite 8. Pronssiholkki
- Liite 9. Laakeri LMEK8UU
- Liite 10. Ohjaava akseli 8 mm
- Liite 11. Laakeri 626-2Z
- Liite 12. Kiinnityslevyn tekninen piirustus
- Liite 13. Terän tekninen piirustus
- Liite 14. Kaapan tekninen piirustus
- Liite 15. Linearijohteeseen HSR15A tulevan kiinnityspalan tekninen piirustus
- Liite 16. HSR15A
- Liite 17. KR30H
- Liite 18. Suojakotelon tekninen piirustus
- Liite 19. MDrive 23 Linear Actuator
- Liite 20. MDrive 23 Linear Actuatorin ja KR30H-johteen välisen adapteripalan tekninen piirustus
- Liite 21. Pedin pohjan tekninen piirustus
- Liite 22. Jauhepedin tekninen piirustus

KUVAT

- | | |
|---|----|
| Kuva 1. Koneteknologiakeskus. | 8 |
| Kuva 2. PBF:n toimintaperiaate (Lawrence Livermore National Laboratory). | 11 |
| Kuva 3. PBF-menetelmällä valmistettuja kappaleita. | 12 |
| Kuva 4. Pulverin hienorakeisuuden vaikutus (Inside Metal Additive Manufacturing) | 13 |
| Kuva 5. MDrive 23 -moottori. | 19 |
| Kuva 6. Moottorin liikuttamiseen tarkoitettu kuularuuvi ja sen tuotetiedot (Schneider Electric, 367). | 19 |
| Kuva 7. Fiber Elephant –optiikka ja YLS – 2000-SM kuitulaser. | 20 |
| Kuva 8. Fiber Elephant -optiikan tekniset tiedot (Arges GmbH, 36). | 21 |
| Kuva 9. Keskeneräiseksi jäänyt kokoonpano. | 22 |
| Kuva 10. 3D-malli vanhasta kokoonpanosta. | 23 |
| Kuva 12. Uuden kokoonpanon alumiinirunko. | 24 |
| Kuva 13. Vasemmalla puolella alusalusta, oikealla puolella sen päälle tuleva työstöalusta. | 25 |
| Kuva 14. Vasemmalla sylinteriputki, oikealla mäntä jonka päälle olevalle alustalle syötetään jauhetta sekä messinkiholkki että O-rengas ja kaksi LMEK8UU-laakeria joiden läpi menee kaksi paikoittavaa akselia. | 26 |
| Kuva 15. Kiinnitysalusta moottoreille, LMEK8UU -laakereille ja sylinteriputkille. | 27 |
| Kuva 16. Kaappasysteemi, kuvan yläosassa KR30H ja alaosassa HSR15A -linearijohteet. | 28 |

Kuva 17. Suunniteltu liikerata jauheensyötölle ja –levitykselle ja laserintulolle.	28
Kuva 18. Suojakotelo särmättynä ja litistyskuvana.	29
Kuva 19. MDrive 23 Linear Actuator ja adapteripala.	30
Kuva 20. Lopullinen kokoonpano.	31

TAULUKOT

Taulukko 1. Metallijauheella toimivien PBF-menetelmien vertailua keskenään.	15
Taulukko 2. Laitevalmistajien ja KTK:n laserin vertailua keskenään.	16

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

3D	Kolmiulotteinen
AM	Additive manufacturing
AMF	Additive manufacturing file
ANSI	American National Standards Institute
CNC	Numeerinen ohjaus
DMLS	Direct metal laser sintering
FDM	Fused deposition modeling
ISO	International Organization for Standardization
mLS	Metal laser sintering
KTK	Koneteknologiakeskus
PBF	Powder bed fusion
PLC	Programmable Logic Controller
SLS	Selective laser sintering
SLM	Selective laser melting
STL	STereoLithography

1 JOHDANTO

1.1 Koneteknologiakeskus Turku Oy

Koneteknologiakeskus Turku Oy on Turussa toimiva koulutus- ja kehittämiskeskus joka sijaitsee Lemminkäisenkatu 28:ssä. Yritys on perustettu vuonna 2005. Yrityksen pääomistajia ovat Turun Ammattikorkeakoulu Oy, Turun Kaupunki, Turun Aikuiskoulutussäätiö ja Teknologiateollisuus ry, joiden lisäksi sen osakkaina on 80 lähialueella toimivaa yritystä. Koneteknologiakeskus antaa opiskelijoille mahdollisuuden suorittaa omat työharjoittelunsa yrityksen tilojen puitteissa. Koneteknologiakeskus tarjoaa myös koulutuspalveluja ja -tiloja yrityksille ja täydennystä yritysten tarpeisiin. Koneteknologiakeskuksella on käytössä muun muassa Finn-Powerin LPE levytyöstökeskus, Fastems FMS -laitekokonaisuus ja kaksi kappaletta robottihitsausasemia.



Kuva 1. Koneteknologiakeskus.

1.2 Työn aihe

Opinnäytetyön aiheena oli jauhepetitulostimen jauheensyöttöjärjestelmän ja mekaniikan suunnittelu. Aihe tuli Koneteknologiakeskus Turku Oy:n Aki Piiriselta jolle aikaisempi opiskelijaryhmä oli suunnitellut kokonaista jauhepetitulostinkokonaisuutta. Kyseinen ryhmä oli jo ehtinyt hankkia suunnitelmiensa pohjalta komponentteja jauhepetimenetelmällä toimivaa tulostinta varten. Projektia ei kuitenkaan saatettu loppuun saakka joten aihe vapautui opinnäytetyön tekijälle. Opinnäytetyötä varten tuli sekä tutkia jauhepetimenetelmää että suunnitella jauhepetitulostimen mekaniikka edeltävän ryhmän suunnitelmien avustamana ja olemassa olevan teorian pohjalta. Olemassa olevien komponenttien tietoja piti myös selvittää tulevia suunnittelijoita varten ja saada suunniteltavasta järjestelmästä mahdollisimman yhteensopiva niiden kanssa. Jauhepedin koneistettavien ja leikkattavien komponenttien tulisi myös oltava mahdollisimman yksinkertaisia sekä KTK:n laitteilla valmistettavia. Tarkoituksena oli myös koota kaikki tiedot yhteen paikkaan tulevia suunnittelijoiden työtä helpottamaan.

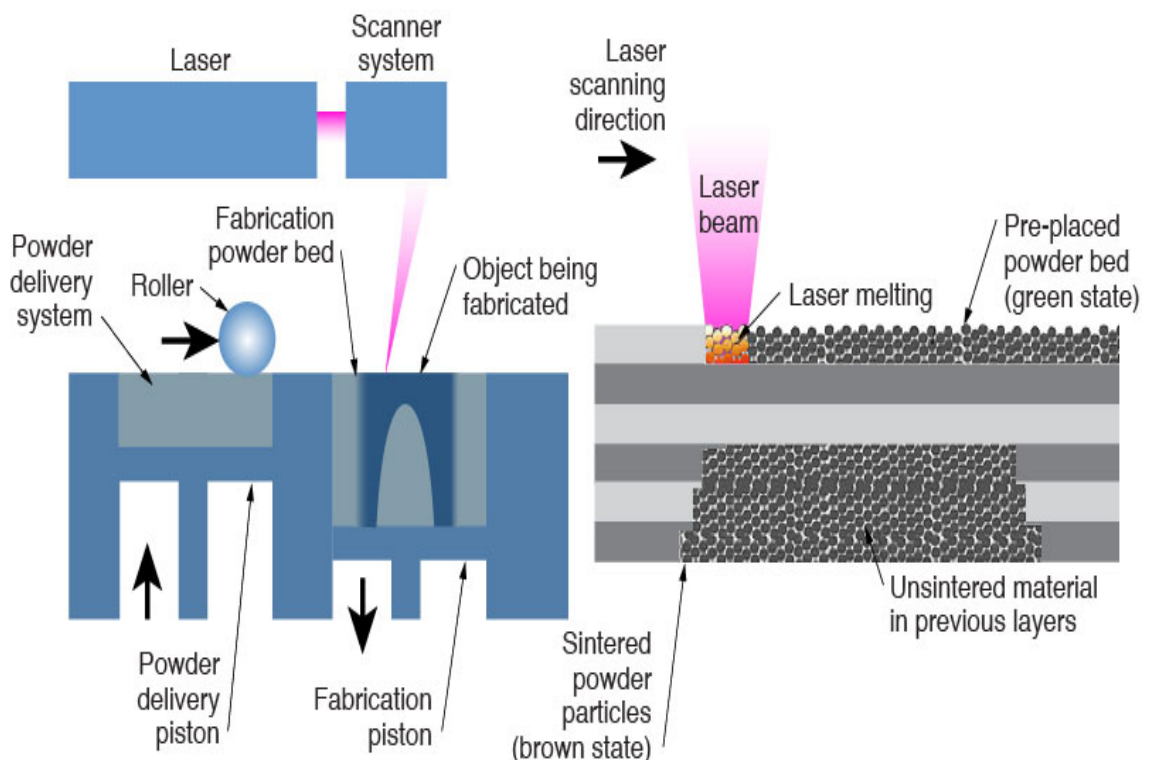
2 MATERIAALIA LISÄÄVÄ VALMISTUS

Materiaalia lisäävän valmistuksen eli 3D-tulostuksen peruseriaatteena kappale valmistetaan kerros kerrokselta ja prosessi toistetaan kunnes kappale on valmis. Käytettävä materiaali voi olla muovia, metallia, polymeeria tai keraamia (Bruun ja Honkanen 2016, 18). Perinteisesti teollisuudessa valmistettavat kappaleet on tehty CNC-koneella työstämällä materiaalia pois kappaleesta tai tekemällä kappale valumuotista. Viimeisen parin vuosikymmenen aikana on kuitenkin yleistynyt kiinnostus materiaalia lisäävää valmistusta kohtaan. Esimerkiksi Suomessa suuret mediayhteisöt kuten Yle ja MTV3 ovat alkaneet viime vuosina kiinnittää huomiota 3D-tulostuksen aihepiiriin ja julkaista aiheesta uutisia (MTV3 2013; Yle 2015). Materiaalia lisäävästä valmistuksesta käytetään muun muassa englanninkielistä termiä Additive Manufacturing eli AM. Tunnetuin menetelmä arkikielessä on 3D-tulostuksen yksi alamuodoista FDM-menetelmä, jonka pohjalta esimerkiksi ovat syntyneet harrastelumielessä rakennettavat halvat 3D-tulostimet kuten RepRapid. On myös mahdollista ostaa kotikäyttöön kaupallisia koneita. Alun perin 3D-tulostusta käytettiin pääosin prototyyppien valmistamiseen. Tekniikan kehittyessä ja uusien menetelmien tullessa markkinoille on kuitenkin alettu siirtyä yhä käytännöllisempien ja pinnanlaadultaan tarkempien kappaleiden valmistukseen jotka sopivat teollisuuden käyttöön. 3D-tulostuksen kehitystä nykyisenkaltaiseksi ovat edistäneet paremmat CAD-ohjelmistot, tietokoneiden tehojen kasvu, laserien hintojen aleneminen, varsinkin kuitulaserien, uusien tulostustekniikoiden tulo markkinoille ja nykyaikaiset PLC:t. Lisäksi vanhojen patenttien raukeaminen on nopeuttanut 3D-tulostuksen yleistymistä. (Gibson ym. 2015, 19-27)

3D-tulostuksen ja sitä myötä jauhepetimenetelmän ollessa suhteellisen uusi valmistustapa ei ole vielä ehtinyt kehittyä standardeja jotka käsittelisivät 3D-tulostusta tai jauhepetimenetelmää perinpohjaisesti. Suuret standardisointiorganisaatiot ovat vasta viimeisen parin vuoden aikana ryhtyneet julkaisemaan omia standardejaan. Esimerkiksi amerikkalainen standardisointisäätiö ANSI on julkaissut muutaman standardin PBF -menetelmässä käytettävistä pulverimateriaaleista, muun muassa ASTM F3091/F3091M-14 ja ASTM F3056-14e1. Lisäksi on kehitetty standardi ISO/ASTM 52915:2016 AMF -tiedostomuodolle, joka tulee korvaamaan sitä edeltäneen vakiintuneessa käytössä olevan STL-tiedostomuodon ja joka tulee sopimaan kaikkiin AM-menetelmällä toimiviin koneisiin. Lisäksi kyseisellä tiedostomuodolla pyritään saavuttamaan parempia tarkkuuksia, pienempiä tiedostokokoa ja suurempia värivalikoimia tulostettaville materiaaleille.

3 JAUHEPETIMENETELMÄ

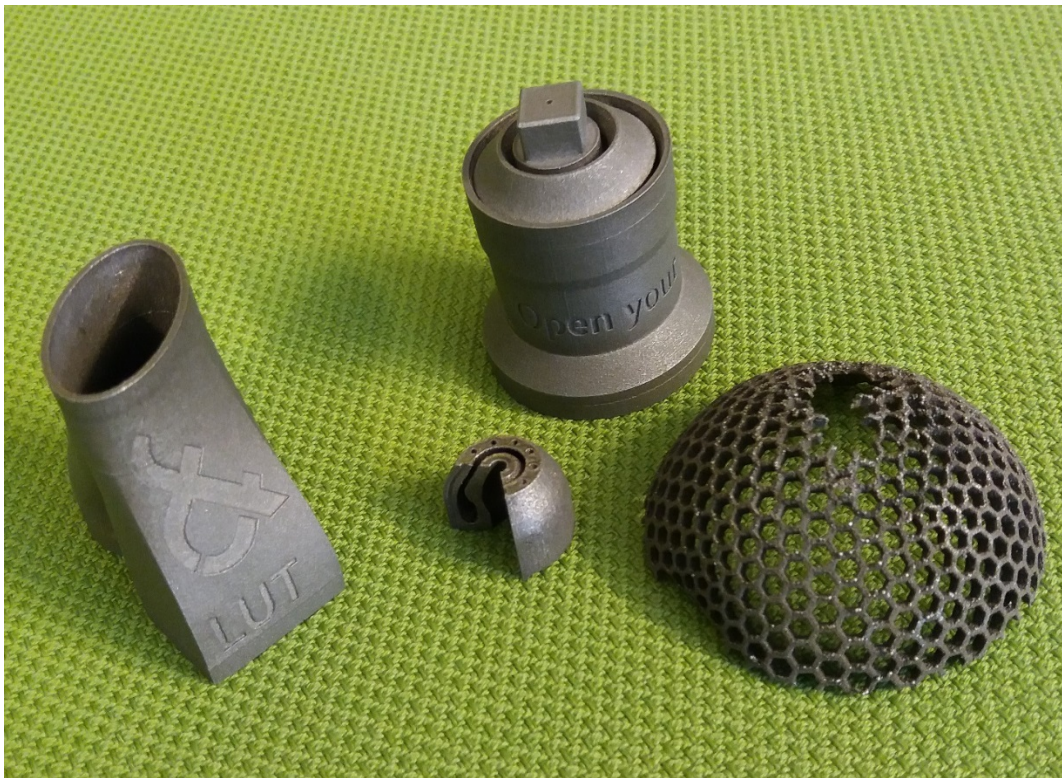
Jauhepetimenetelmässä tai Powder bed fusionissa eli PBF-menetelmässä kerros jauhepulveria levitetään tasaisesti alustalle, jonka jälkeen laser tai elektronisuihku sulattaa tai yhdistää, riippuen lämmöntuontitavasta, jauhepulverin rakeet yhteen. Yhden kerroksen tullessa valmiiksi rakennusalustaa lasketaan saman verran ja uusi jauhekerros levitetään vanhan päälle. Jauheen tasainen leviäminen varmistetaan kaapalla johon on kiinnitetty joko terä tai rulla. Tämä prosessi toistetaan kerros kerrokselta kunnes kappale on valmis. Kuvassa 2 kuvataan jauhepetimenetelmän toimintaperiaate. Valmistettava kappale lämpenee koko prosessin ajan ja on hyvin kuuma valmistuttuaan. Kappaleen täytyy antaa jäähtyä hetken suuren kuumuuden takia, jonka jälkeen se otetaan pois. Valmis kappale voi vielä tarvita jatkokäsittelyä kuten hiontaa tai jännitystenpoistohehikutusta ennen kuin se on käyttökelpoinen. (Chekurov ym. 2017, 9)



Kuva 2. PBF:n toimintaperiaate (Lawrence Livermore National Laboratory).

Jauhepetimenetelmän etuja ovat jauhepetimenetelmällä valmistettujen kappaleiden sisärakenteet kuten ilma- ja jäähdytyskanavat, sisäiset tukirakenteet ja muut kappaleen ulkomuodot joita ei välttämättä pystyisi koneistamaan niiden epäedullisen sijainnin takia.

Tukirakenteille ei myöskään ole tarvetta yhtä paljon kuin muissa AM-prosesseissa sillä jauhepulveri tukee kappaleen rakennetta sitä valmistettaessa. Poikkeuksena ovat metallipulverilla valmistetut kappaleet, joihin syntyvät jäännösjännitykset voivat aiheuttaa kappaleille ei-haluttuja muodonmuutoksia. Niitä voidaan kuitenkin ehkäistä käyttämällä tukirakenteita valmistusvaiheessa. Haittoja prosessissa ovat kappaleiden heikompi pinnanlaatu ja tarkkuus kuin vastaavassa nestemäisessä AM-prosessissa tai perinteisessä koneistuksessa. Lisäksi haittana on pidempi kokonaisvalmistusaika, johon vaikuttaa muun muassa esilämmitys ja kappaleen jäähtymisen odotusaika. Kuvassa 3 esitetään jauhepetimenetelmällä tehtyjä valmiita esimerkkikappaleita. Ne on valmistettu metallisesta jauheesta. (Gibson ym. 2015, 143).

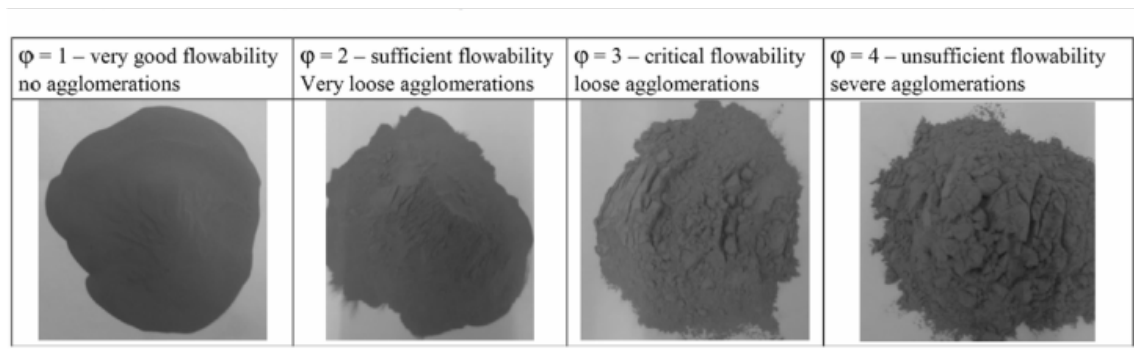


Kuva 3. PBF-menetelmällä valmistettuja kappaleita.

3.1 Jauhemateriaalit ja niiden ominaisuudet

Käytettävä jauhepulveri voi olla metallia, keraamia, polymeeriä tai komposiittia. Käytetyn jauheen partikkelin kokoluokka vaihtelee välillä 0,02-0,1 mm riippuen jauheen materiaalista, sulatusmenetelmästä ja levitystavasta. Metallista jauhepulveria käytettäessä ker-

roksen paksuus vaihtelee välillä 0,02–0,15 mm (Bhavar ym. 2014, 4). Kuvassa 4 esitetään pulverin hienorakeisuuden vaikutusta jauheen virtaukseen ja sen mahdollista vaikutusta jauheen levittämiseen. Mitä pienempää ja hienompaa jauhepulveria käytetään sitä parempi pinnanlaatu ja ohuempi kerroksen koko saavutetaan. Hienorakeisuus on kuitenkin joissain tapauksissa haittatekijä sillä varsinkin metallinen jauhepulveri reagoi herkästi hapen kanssa sen ollessa sulatilassa ja on täten räjähdysvaarallinen. Metallipulveri pyritään tästä johtuen sulattamaan joko kammiossa jossa on tyhjiö tai joka on täytetty jollain inertillä suoja kaasulla kuten esimerkiksi argonilla, heliumilla, typellä tai muulla seoskaasulla. (Gibson ym. 2015, 124, 128)



Kuva 4. Pulverin hienorakeisuuden vaikutus (Inside Metal Additive Manufacturing)

3.2 Eri levitystavat ja niiden vaikutus

Levitystavoina voidaan käyttää muun muassa rullainta, ohutta terää tai näiden yhdistelmää. Ohuen terän käyttäminen on yksinkertaisinta, mutta tällöin voidaan vain säätää korkeutta eikä terä pysty pakkaamaan jauhepulveria tiiviiksi. Rullain on käytetyin tapa levittää jauhe alustalle pakkautumiskyvyn vuoksi. Jauhe voidaan myös syöttää pedille joko ala- tai yläpuolisella syötöllä joka voi olla integroitu rullaimen tai ohuen terän tai niiden yhdistelmän kanssa. Kuvassa 2, jossa kuvattiin PBF:n toimintaperiaate, on käytössä rullalla toimiva järjestelmä. (Budding & Vaneker 2013, 528-529)

3.3 Menetelmän muuttujat

PBF-menetelmällä valmistetun kappaleen lopullinen laatu ja koostumus riippuvat pitkälti seuraavista muuttujista: 1) laserin ominaisuuksista, 2) laserin ajonopeudesta, 3) jauheen

mekaanisista ja kemiallisista ominaisuuksista ja 4) lämpötilamuuttujista. Jauheen mekaanisten ja kemiallisten ominaisuuksien lisäksi jauheen hienorakeisuus ja pakkautuvuus eli tiiveys vaikuttavat lopputulokseen. Laserin ajettava liikerata ja käytettävä kuvio liikeradalle ovat myös oma osatekijänsä kappaleen lopullisessa laadussa. Nämä muuttajat vaikuttavat toisiinsa samanaikaisesti, mikä voi vaikeuttaa prosessin optimointia. Muuttujien ei-haluttuja vaikutuksia voidaan myös lieventää ja jopa ehkäistä jälkikäsitteilyllä. (Gibson ym. 2015, 123-124)

3.4 Käytetyt termit jauhepetimenetelmästä

Jauhepetimenetelmästä puhuttaessa käytetään eri termejä riippuen joko jauheen sulattamistavasta tai laitevalmistajien käyttämistä termeistä. Käytetyimmät nimitykset ovat Direct Metal Laser Sintering (DMLS) ja Selective Laser Sintering (SLS). Molemmat toimivat samalla periaatteella yhdellä eroavaisuudella; DMLS-menetelmässä kuitulaser sulattaa jauhepulverin yhteen kun taas SLS-menetelmässä laser sintraa pulverin yhteen. SLS-menetelmästä on myös olemassa nimitys SLM eli Selective Laser Melting, jossa metalli sulatetaan kokonaan. PBF-nimitystä käytetään yleisenä terminä käsiteltäessä kaikkia mahdollisia materiaaleja. Metallimateriaaleja käsiteltäessä voidaan myös käyttää termiä mLS eli metal Laser Sintering. Edellä mainittujen menetelmien lisäksi ruotsalainen Arcam AB on kaupallistanut Chalmersin teknillisessä yliopistossa kehitetyn Electronic Beam Melting -menetelmän (EBM), jossa laserin sijasta käytetään elektronisuihkua sulatustapana. EBM on muihin sulatustapoihin verrattuna paljon nopeampi elektronisuihkun korkeamman sulatustiheyden ja sen virransäädön avulla helpon ohjattavuuden ansiosta. Lisäksi jäännösjännityksiä syntyy vähemmän kuin muissa menetelmissä. EBM soveltuu kuitenkin vain sähköä johtaville metalleille ja menetelmällä valmistettävien kappaleiden pinnantarkkuus ei ole yhtä hyvää kuin laserilla tehdessä joten sen käyttö on jäänyt rajatummaksi. (Mansikka-aho 2014, 14-17; Gibson ym. 2015, 130-140)

	EBM	mLS
Lämmöntuontilähde	Elektronisuihku	Laser
Suojaus	Tyhjiö	Inertti kaasu
Säteen ohjaustapa	Käämi	Poikkeutuspeili (galvanometri)
Käytettävät materiaalit	Sähköä johtavat metallit	Polymeerit, metallit, keraamit
Energiamäärä	Keskinkertainen	Suuri
Esilämmitys	Elektronisuihku	Infrapunasäde tai vastus
Jäännösjännitys	Pieni	Suuri
Ajonopeus	Nopea	Riippuvainen poikkeutuspeilistä
Pinnanlaatu	Keskinkertainen/Huono	Loistava
Kappaleen tarkkuus	Keskinkertainen	Loistava
Jauheen partikkelikoko	Keskikokoinen	Hieno

Taulukko 1. Metallijauheella toimivien PBF-menetelmien vertailua keskenään.

Taulukossa 1 vertaillaan edellä mainittuja sulatusmenetelmiä keskenään. DLSP:stä, SLS:stä ja muista hyvin samankaltaisista menetelmistä käytetään niitä kaikkia kattavaa termiä mLS metalleja käsiteltäessä ja kyseistä termiä verrataan EBM:n kanssa sen erillaisuuden vuoksi. Taulukossa olevat tiedot on saatu Gibsonin ym. kokoamasta taulukosta 5.1 (2015, 137) josta saadut termit on käännetty suoraan suomeksi. Vastaavanlainen taulukko löytyy myös Bhavarin ym. (2014, 4) kokoamasta "CHARACTERISTIC FEATURES OF SLM AND EBM" –taulukosta.

4 OLEMASSA OLEVAT KAUPALLISET RATKAISUT

PBF-menetelmällä toimivien laitteiden valmistajia on ilmaantunut markkinoille siitä lähtien kun ensimmäiset tekniikat kuten SLS kehitettiin 1980-luvun puolivälissä ja 1990-luvun alussa Yhdysvalloissa. Yritysten hankkimat ja vielä voimassa olevat patentit ovat kuitenkin hidastaneet uusien laitteiden kehityskulkua. Suurin osa yrityksistä on myös joko patentoinut omia teknisiä ratkaisujaan tai ne käyttävät omia nimityksiään muuten samoista tai hyvin samankaltaisista menetelmistä, mikä voi hämätä asiaan perehtymättömtä. Tässä kappaleessa vertaillaan eri laitevalmistajien koneita keskenään niiden teknisten ominaisuuksien perusteella. Koneiden erot näytetään taulukossa 2. Koneet on pyritty valitsemaan siten että ne eroavat mahdollisimman vähän toisistaan kappaleiden rakennuskoon perusteella. Lisäksi koneiden tehoja ja muita ominaisuuksia verrataan KTK:lla olevaan IPG:n YLS 2000 – SM -kuitulaseriin, joka näkyy taulukossa sinisellä pohjalla. Suluissa olevat arvot tai ominaisuudet ovat tavoitteita joihin pyrittiin pääsemään suunniteltavassa jauhepetitulosimissa.

Laitteen nimi	EOS m290	SLM 125	M1 Cusing	Arcam Q10Plus	YLS - 2000-SM
Valmistaja	EOS	SLM Solutions	Concept Laser	Arcam AB	IPG Photonics
Sulatustapa	Kuitulaser	Kuitulaser	Kuitulaser	Elektronisuihku	Kuitulaser
Ulkomitat (mm)	2500x1300x2190	1400x900x2460	2323x1507x2308	1850x900x2200	165x188,5x425
Suojaustapa	Helium	Argon	Typpi	Tyhjiö (lievästi heliumia)	(Argon)
Kerroskoko (µm)	100	20-75	20-80	100	(10.6)
Polttopisteen koko (µm)	100	70-100	50	140	30
Teho (W)	200/400	400	200	3000	2000
Aallonpituus (nm)	1064	1064	1064	-	1064
Rakennusnopeus (cm ³ /h)	20 max.	25 max.	15	80	(9.0)
Skannausnopeus (m/s)	7	10	7	1000	(3.0)
max. kappalekoko (mm)	250x250x325	125x125x125	250x250x250	200x200x180	(125x125x100)

Taulukko 2. Laitevalmistajien ja KTK:n laserin vertailua keskenään.

Koneiden vertailua varten etsittäviä tietoja oli vaikea löytää. Joitakin verrattavia arvoja tai ominaisuuksia ei joko mainittu joidenkin koneiden virallisissa tiedoissa, niistä käytettiin eri mittayksiköjä tai mitattava asia on esitetty eri tavalla eri valmistajien koneiden esitteissä tai teknisissä spesifikaatioissa. Osaa tiedoista ei myöskään löytynyt suoraan valmistajilta itseltään vaan ne piti etsiä kolmansien osapuolten sivuilta, kuten jälleenmyyjiltä tai koneiden arvostelusivuilta. Osa tiedosta löytyi Bhavarin ym. (2014, 6) tekemästä ”FEATURES OF DIFFERENT PBF BASED AM MACHINES” –taulukosta. Kuitulaserilla toimivien koneiden tiedetään olevan lähellä KTK:n oman laserin arvoa koska ne käyttävät samaa laserin aallonpituutta.

Erityistapauksena vertailtavien joukossa oli varsinkin Arcam Q10Plus -kone. Arcam AB:n kone toimii EBM-menetelmällä jossa ei käytetä laseria vaan jauhepulverin sulatus tapahtuu elektronisuihkulla. Tästä syystä sille ei saatu määritettyä laserin aallonpituutta. Skannausnopeus on myös hyvin suuri verrattuna muiden koneiden arvoihin joka johtuu EBM-menetelmän toimintaperiaatteesta. Q10Plus eroaa muihin koneisiin nähden myös siinä että kappale valmistetaan tyhjiössä jossa on lievä heliumin paine.

Tavoitteena oli käyttää suunniteltavassa koneessa argonia suoja kaasuna edellisen ryhmän tapaan. Argon on ilmaa painavampaa ja se on inertti kaasu joten sillä voidaan helpommin suojata valmistettava kappale hapettumiselta ja pulveri räjähdysvaaralta. Yhden kerroksen paksuus voi olla minimissään 10,6 µm. Tämä on määritetty MDrive 23 –moottorin yhden askeleen pituudesta. Arvo saattaa kuitenkin muuttua lopullisen laitteen arvoja säädettäessä jos halutaan esimerkiksi saada suurempi kerroskoko pulverille tai työstökohdan jauhesäiliö tarvitsee enemmän jauhetta kuin sen mitä yhdellä askeleella saa tuotua. Tavoiteltu kappalekoko 125x125x100 mm oli haluttu alun perin saavutettavan suunniteltavalla laitteella. Polttopisteen koko on määritetty Fiber Elephant -optiikan polttopisteen koosta, jonka tekniset tiedot löytyvät liitteestä 4. Rakennus- ja skannausnopeudet haluttiin saada koneessa lähelle 9 cm³/h ja 3 m/s. Nämä voivat kuitenkin muuttua suuremmaksi tehokkaamman 2000 W laserin takia. Toisaalta tämä vaatisi paremmat peilit kuin mitä Fiber Elephant -optiikalla joten arvot todennäköisesti jäävät samoihin arvoihin. Ulkomitat laserille eivät ole itse laserkoneen omat mitat vaan sen Fiber Elephant -optiikan. Optiikka tullaan sijoittamaan suoraan pedin yläpuolelle joten sen ulkomitat tuli huomioida. Muiden koneiden ulkomitoilla tarkoitetaan kokonaisuutta eikä vain yhtä tiettyä komponenttia.

5 PROJEKTIN OLEMASSA OLEVAT OSAT JA SUUNNITELMAT

Edelliseltä suunnitteluryhmältä jäi projektia varten materiaalia jota sai käyttää hyödyksi omaa suunnittelutyötä ajatellen. Kyseinen ryhmä oli saanut tehtyä alustavan 3D-mallin ja kustannusarvion jauhepetitulosimesta. En saanut kyseistä 3D-mallia käyttööni. Jauhepulverin syöttöjärjestelmä perustui heidän mallissaan kaappaan, jossa ruuvien avulla säädettävällä terällä jauhe levitetään alustalle. Jauhe syötetään yläpuolella olevasta säiliöstä sylinterimoottorin avulla. He myös valitsivat sopivan moottorimallin pedin lineaari liikettä varten. Valituksi oli tullut MDrive 23, joita myös hankittiin kaksi kappaletta. Moottoreihin oli myös hankittu sopivat kuularuuvit joilla jauhepedin laskeminen ja nostaminen suoritettaisiin. Projektia varten hankittiin sähkökaappi johon jauhepedin sähköinen ohjausyksikkö ja muut johdotukset tulisi sijoittaa. Jauheen pelättiin pölyävän sitä levitettäessä ylös jolloin sitä voisi päätyä optiikan peileihin. Lasersäteen läpäisyaukkoa varten hankittiin tästä johtuen mitoiltaan sopiva lasilevy joka on lasersäteen kestävä. Alumiinirunko oli myös kokoonpantu heidän suunnitelmiansa pohjalta alumiiniprofiileista. Kone-tekniologiakeskuksella on myös olemassa Arges GmbH:n valmistama Fiber Elephant -laseroptiikka ja IPG:n YLS - 2000-SM -kuitulaser joita olisi käytetty vanhassa järjestelmässä. Lisäksi systeemissä käytettävä pulveri rajattiin AISI 316l -teraslaatuun, jota KTK:lla oli käytettävissä. Seuraavissa alakappaleissa esitetään olemassa olevien osien tekniset tiedot ja kuvat ja kuvataan niiden tarkoitus vanhassa järjestelmässä. Edellisen ryhmän tekemä PowerPoint-esitys laitteesta on liitteessä 1.

5.1 Askelmoottori ja kuularuuvi



Kuva 5. MDrive 23 -moottori.

Kuvassa 5 näkyvä MDrive 23 –moottori on tarkoitettu pedin liikuttamista varten ja niitä on hankittu jauhepetiä varten kaksi kappaletta. Moottorien jännite on +24 V. Erikoisominaisuutena kyseisessä moottorimallissa on moottorin sisäpuolinen kierre. Kierteen avulla kuularuuvi pääsee liikkumaan moottorin läpi. Moottoreissa on myös sisäisesti integroitu ohjaus. Edeltävä suunnitteluryhmä oli selvittänyt kyseisen mallin manuaalista että yksi moottori pystyy kantamaan noin 91 kg edestä massaa. Moottorin tekniset tiedot ovat liitteessä 2.



Kuva 6. Moottorin liikuttamiseen tarkoitettu kuularuuvi ja sen tuotetiedot (Schneider Electric, 367).

Kuvassa 6 näkyvä ruuvi on hankittu MDrive 23 –moottoria varten liikuttamaan petiä kaksi kappaletta. Ruuvien kokonaispituus on 183 mm. Ruuvit menevät moottorista läpi joten koko ruuvin pituutta ei pystytä käyttämään hyödyksi pedin liikeradassa. Samaisessa kuvassa näkyy myös olemassa olevan kuularuuvin tekniset tiedot jotka on otettu samasta liitteestä 2 mistä moottorin tiedot on saatu.

5.2 Kuitulaser ja sen optiikka

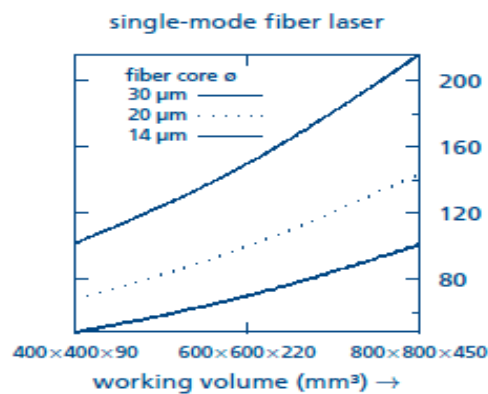


Kuva 7. Fiber Elephant –optiikka ja YLS – 2000-SM kuitulaser.

Kuvassa 7 näkyy jauheen sulattamiseen tarkoitettu IPG:n YLS – 2000-SM kuitulaser ja sen skannerioptiikka. Kyseisen laserin aallonpituus on 1064 nm ja se on Single Mode – pohjainen eli sen ydinosan halkaisija josta laser kulkee on hyvin pieni. Sen teho on 2000 W. Kuvassa 8 on myös kuvattu Arges GmbH:n Fiber Elephantin tekniset tiedot. Sen teho on 2000 W. Laseroptiikan ja sulatettavan pinnan välisen etäisyyden tulee olla 450 mm. Ulkomitat Fiber Elephantilla ovat 42,5x16,5x18,85 cm. Tarkoituksena oli käyttää kyseisiä

laitteita suunnitellussa laitteessa jauheen sulattamisessa. Molempien tekniset tiedot löytyvät liitteistä 3 ja 4.

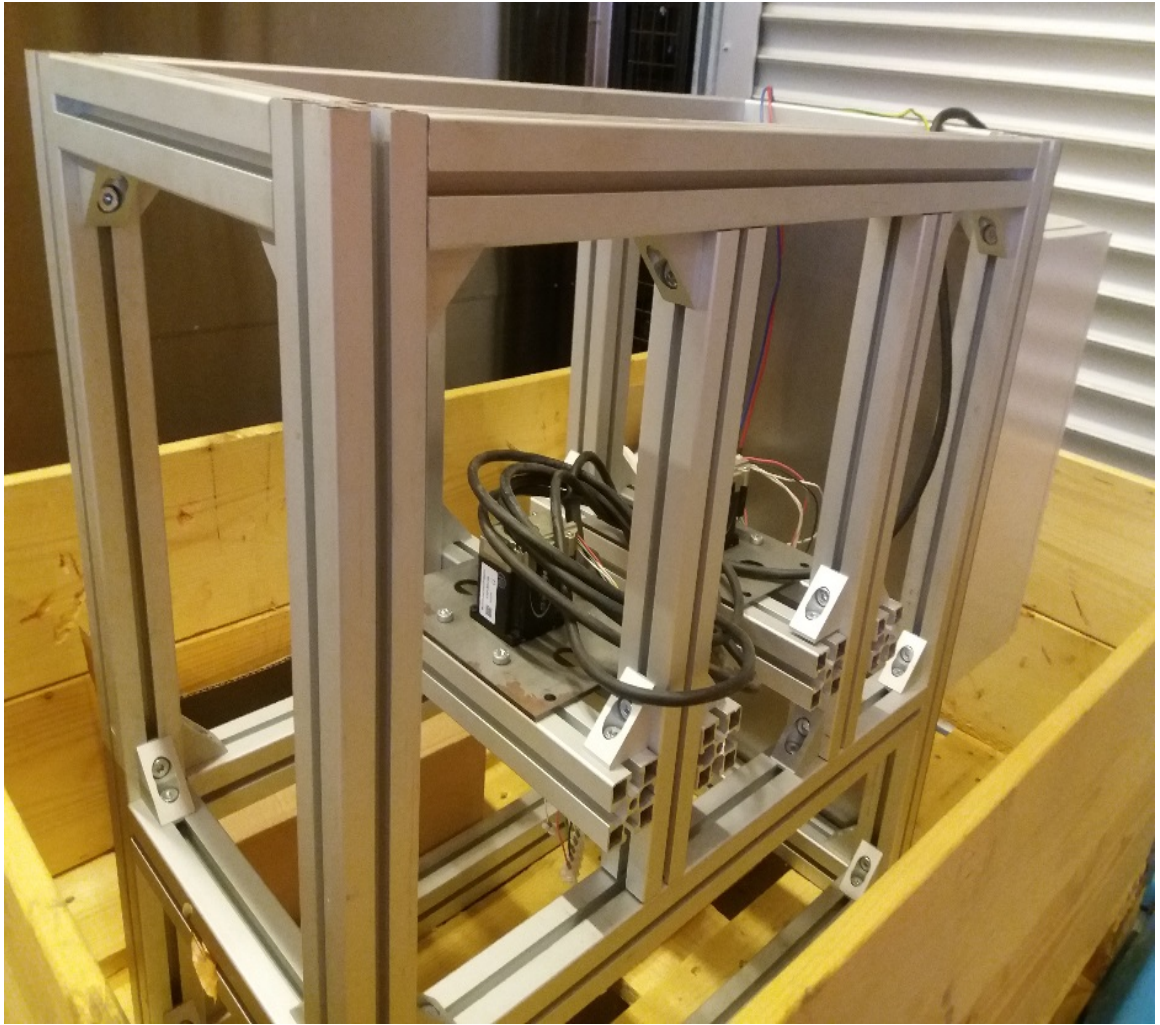
aperture	(mm)	36	36	50	50	50	50	50	50
wavelength	(nm)	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070
mode		SM	SM	SM	SM	MM	MM	MM	MM
process fiber ø	(µm)	30	14	14	14	100	100	150	150
scan field size □	(mm)	400	290	350	1200	200	600	400	800
Z-range	(mm)	20	10	20	750	10	140	20	100
working distance	(mm)	500	350	480	1600	350	800	480	1000
approx. focus ø	(µm)	50	30	30	80	240	500	450	900
protective glass		yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes



Kuva 8. Fiber Elephant -optiikan tekniset tiedot (Arges GmbH, 36).

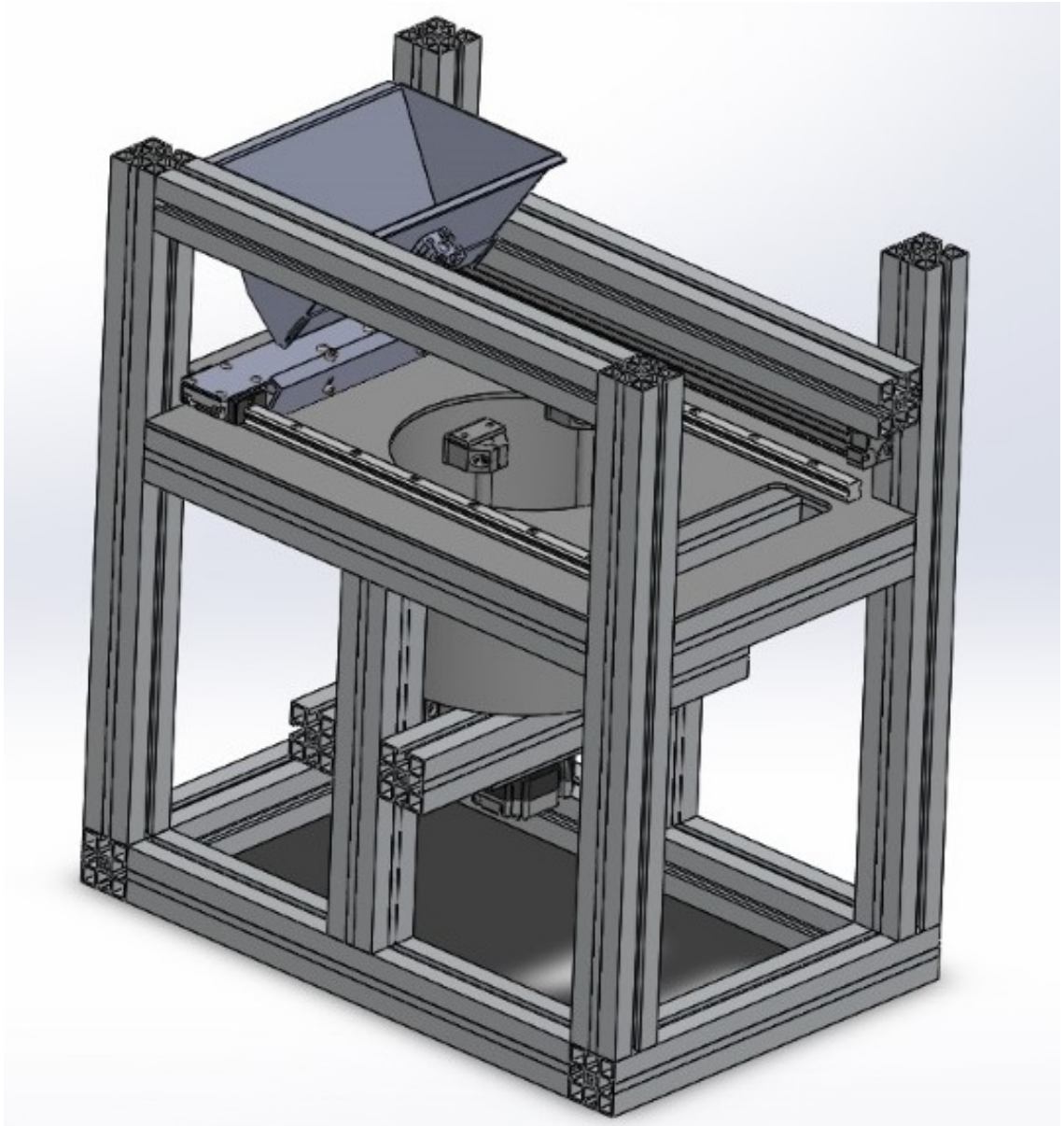
5.3 Vanha kokoonpanokuva

Kuvissa 9 esitetään edellisen ryhmän valmiiksi kokoama kokoonpano. Edeltävä ryhmä oli päätynt alumiinirunkoon helpon paikoituksen, yksinkertaisen kokoamisen ja pienen hinnan takia. Alumiinin profiili on 45x45 mm. Valmiiksi koottua alumiinirunkoa ei kuitenkaan tulla käyttämään sellaisenaan uudessa suunniteltavassa järjestelmässä. Kyseiseen alumiinirunkoon oli saatu kiinnitettyä sähkökaappi ja MDrive 23 –moottorit jotka uusiokäytetään uudessa systeemissä.



Kuva 9. Keskeneräiseksi jäänyt kokoonpano.

Kuvassa 11 on kuvattu vanhan järjestelmän 3D-kokoonpanokuva. Järjestelmässä käytetään jauheen yläpuolista syöttöä, jossa terällä varustettu kaappa levittää yläpuolisesta säiliössä tulevan jauheen keskellä olevaan säiliöön tasaisesti. Terää on mahdollista säädellä ruuvien avulla. Lisäksi systeemissä on säiliö ylijäämäpulveria varten. MDrive 23 – moottorien oli tarkoitus laskea petiä jauheen syötön jälkeen. Kokoonpano on mukana liitteen 1 PowerPoint-esityksessä.



Kuva 10. 3D-malli vanhasta kokoonpanosta.

6 SUUNNITELTAVAN SYSTEMIN KOMPONENTIT JA KOKOONPANOKUVA

6.1 Alumiinirunko ja aluslevy sekä työstölevy

3D-mallissa päätettiin käyttää samanlaista 45x45 mm -alumiiniprofiileilla valmistettua runkoa osittain samoilla perusteilla kuin aiempi ryhmä. Alumiinirunko oli heidän mielestä edullinen, yksinkertainen ja käytännöllinen ratkaisu joista olin samaa mieltä. Kuvassa 12 näkyvän alumiinirungon mittoja suunniteltaessa tuli myös ottaa huomioon olemassa olevan sähkökaapin ja laserin ulkomitat, jotka olivat sähkökaapilla 30x40x20 cm ja laserin optiikalla 42,5x16,5x18,85 cm. Optiikka tulee rungossa sen päälle ja sähkökaappi sivulle. Lisäksi järjestelmään tulee kuvassa 13 esitetty kuvan oikealla puolella oleva levy, jonka päällä jauhetta levitetään. Levy kuuluu jauhetta levitettäessä pikku hiljaa joten se on suunniteltu olemaan mahdollisimman yksinkertainen valmistaa. Järjestelmässä on myös aluslevy jonka päälle työstöalusta ja muut komponentit sijoitetaan. Aluslevyssä sijaitsevat kaikkien komponenttien kiinnitysreiät. Se on esitetty kuvassa 13 vasemmalla puolella. Edellä mainitut levyt tullaan laserleikkaamaan KTK:n FinnPower LPE 5 –koneella. Levyjen tekniset piirustukset ovat liitteissä 5 ja 6.



Kuva 11. Uuden kokoonpanon alumiinirunko.

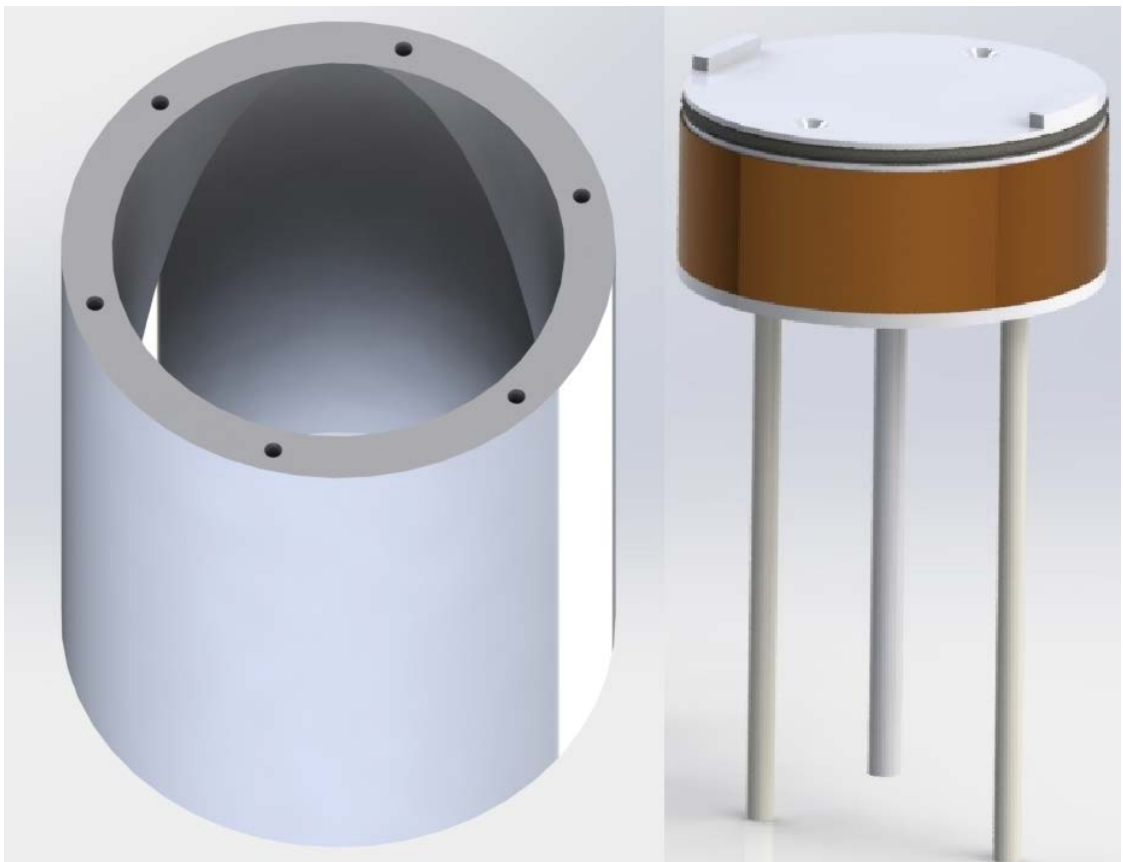


Kuva 12. Vasemmalla puolella alusalusta, oikealla puolella sen päälle tuleva työstöalusta.

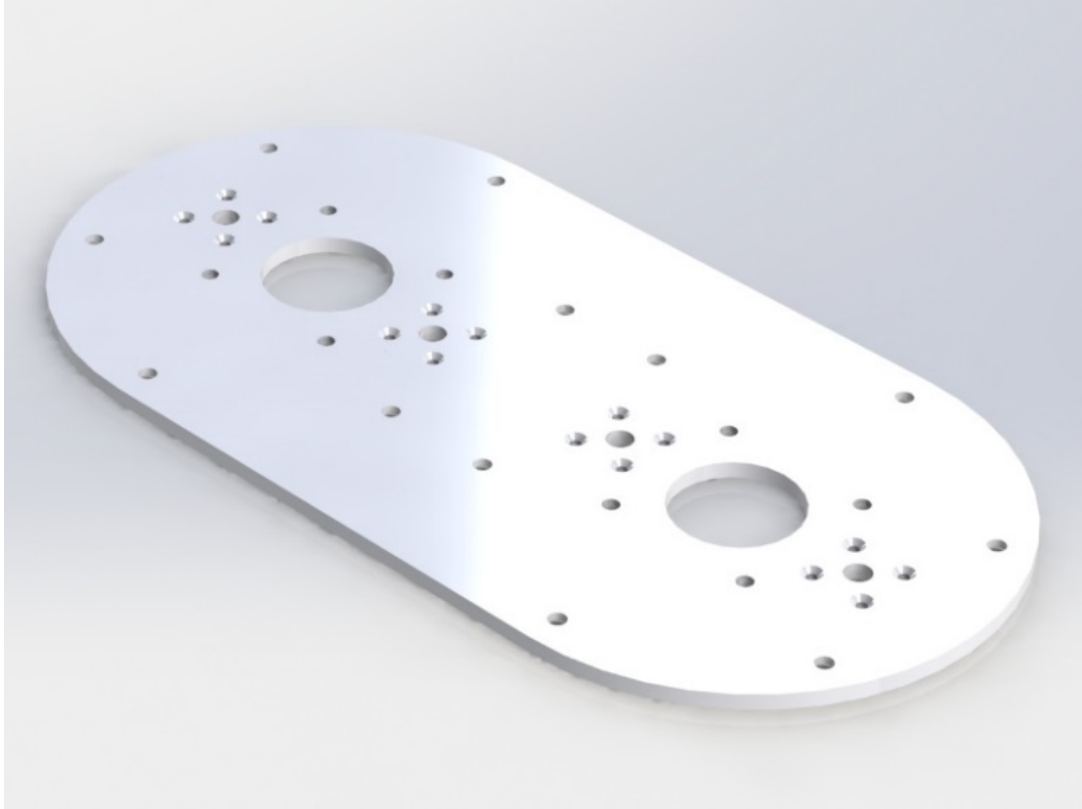
6.2 Jauheen syöttöjärjestelmä

Edellinen ryhmä oli päättänyt käyttää heidän suunnittelemassa järjestelmässään jauheen yläpuolista syöttöä. Tässä työssä päädyttiin kuitenkin käyttämään kuvassa 14 kuvattua jauheen alapuolista syöttöä sen helpomman toteuttamisen ja yläpuolisen syötön mahdollisen pulverin pölyämisen takia. Jauheen määrää on myös helpompi säädellä alapuolisella ratkaisulla kuin alkuperäisessä systeemissä kuvassa 11. Järjestelmässä päädyttiin käyttämään sylinteriputkea jauheen säilytyksessä. Jauhetta mahtuu yhteen säiliöön noin 10 kg AISI 316l -laadun terästä, jonka MDrive 23 –moottorien pitäisi kestää. Paino on määritetty kertomalla yhteen säiliöön mahtuvan AISI 316 -jauheen kokonaistilavuus $0,012265 \text{ m}^3$ kyseisen teräslajikkeen ominaispainolla 8000 kg/m^3 . Korkeussuunnassa jauhetta mahtuu noin 10 cm verran. Jauhesäiliön tiivistys toteutetaan toistaiseksi tiivistämällä männät O-renkaalla ja pronssiholkilla, joilla myös estetään metallijauheen päätymistä pedin alapuolella olevaan tilaan mutta kuitenkin pääsee vielä liikkumaan. Säiliöt on kiinnitetty alusalustaan M5-kupukantaruuveilla jotta sen päälle saa helposti työstölevyn. Jauhesäiliöt tullaan valmistamaan sisämitaltaan 125 mm ja korkeudeltaan 180 mm sylinteriputkesta, jotka on mahdollista tilata PolarPutkelta. Niiden sisäseinämän pintatoleranssi on ISO H8. O-renkaat voidaan hankkia Etrasta ja pronssiholkit SKS Groupilta. Mäntää ohjaavat osat ovat kaksi LMEK8UU-laakeria joiden läpi menee Rollcon valmistama 8 mm paksuinen ohjaus akseli. Akselit ovat kiinni männän pohjassa ruuveilla. Männän pohjassa on myös kiinni SKS Groupin 626-2Z laakeri, johon moottorin kuularuuvi on kiinnitetty. Kuvassa 14 on kuvattu vasemmalla puolella sylinteriputki ja oikealla

puolella mäntä jonka päälle tulevaan levyyn jauhetta levitetään. Kuvassa 14 oikealla puolella näkyvät myös O-rengas ja messinkiholkki sekä paikoittavat akselit. Männän päällä olevat kohdistimet ohjaavat vaihdettavan levyn sen päälle. Sylinteriputket, MDrive 23 –moottorit sekä LM8UU –laakerit ovat kiinni kiinnitysalustassa, joka on kuvattu kuvassa 15. Se leikataan FinnPower LPE 5 -koneella muiden levyjen tavoin. Sylinteriputken tekniset tiedot ovat liitteessä 7, pronssiholkin liitteessä 8, LMEK8UU ja siihen sopivan akselin tiedot liitteissä 9 ja 10, 626-2Z –laakerin liitteessä 11 ja kiinnityslevyn tekninen piirustus liitteessä 12.



Kuva 13. Vasemmalla sylinteriputki, oikealla mäntä jonka päälle olevalle alustalle syötetään jauhetta sekä messinkiholkki että O-rengas ja kaksi LMEK8UU-laakeria joiden läpi menee kaksi paikoittavaa akselia.

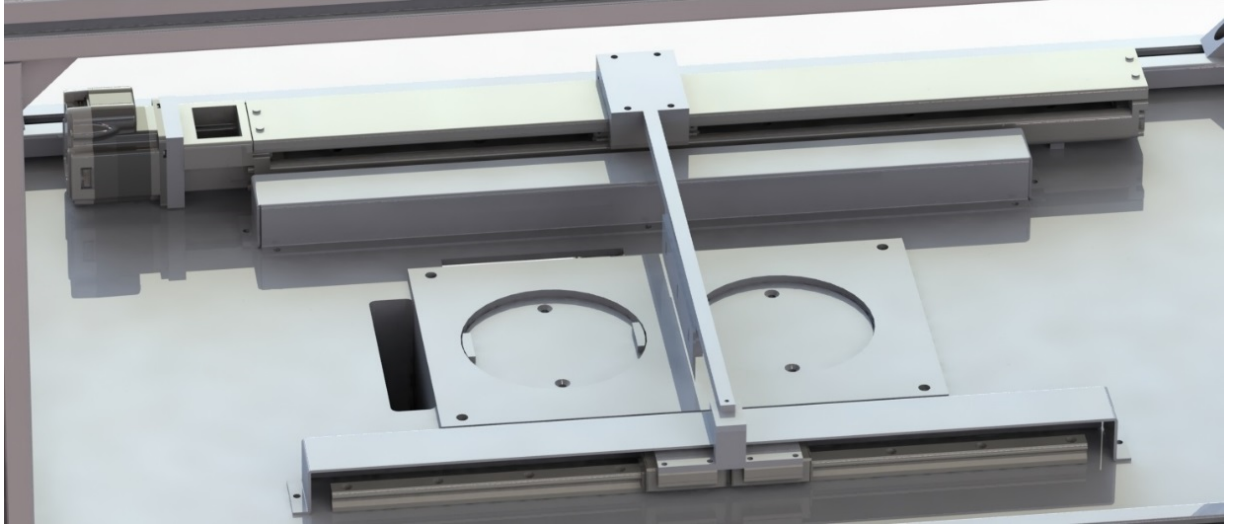


Kuva 14. Kiinnitysalusta moottoreille, LMEK8UU -laakereille ja sylinteriputkille.

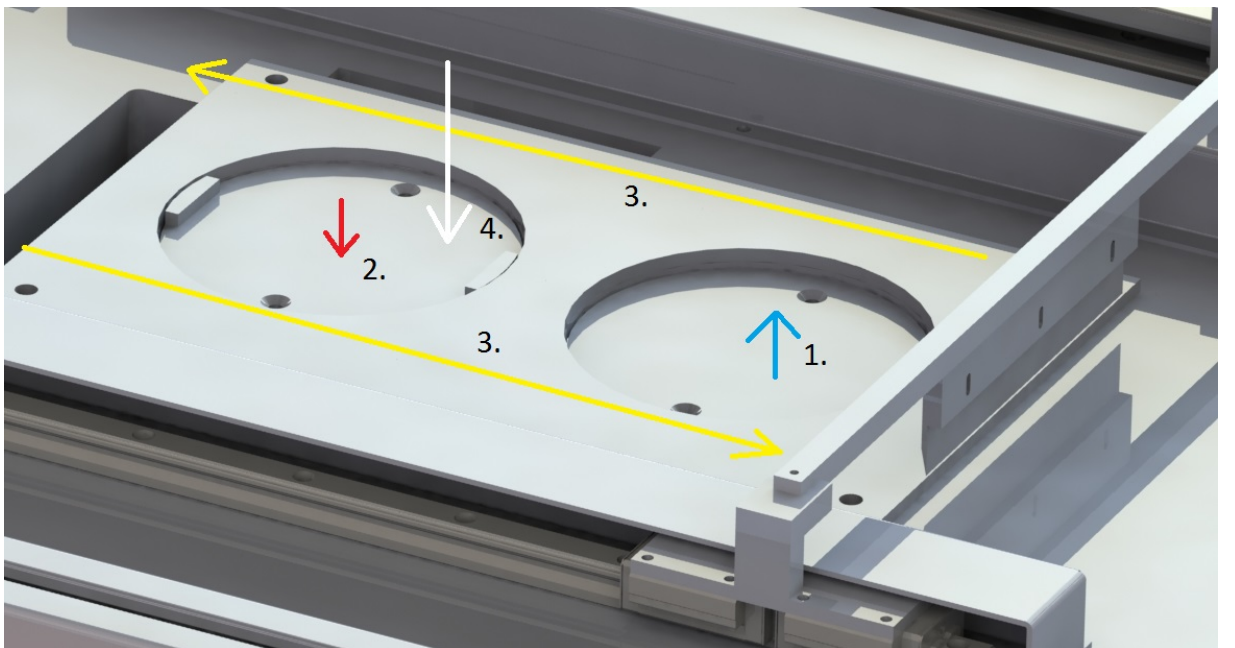
6.3 Jauheen levitysmekanismi

Jauheen levittämistä varten päädyttiin aluksi rullalla toimivaan systeemiin sen paremman pakkautuvuusominaisuuden takia terällä toimivaan systeemiin nähden. Jälkikäteen se muutettiin rullan ruuveilla säädettävään terään sen helpomman säädeltävyyden ja pienemmän kokonaispainon ja helpomman huoltamisen takia. Kaappasysteemi on nähtävissä kuvassa 16. Terä, kaappa ja kiinnike jolla systeemi kiinnitetään lineaarijohteeseen tullaan valmistamaan KTK:n koneilla. Terää liikuttavaksi johteeksi valittiin THK:n valmistaman HSR15A ja vastapuolelle KR30H -lineaarijohteen. Lisäksi kuvassa 18 näytetään suunnitellut liikesuunnat terälle ja jauhesäiliöille. Nuoli 1 kuvaa jauhesäiliön liikettä ylöspäin sen nostaessa toiselle pedille syötettävää jauhetta yhden kerroksen verran. Nuoli 2 vastaavasti kuvastaa jauhepedin laskua saman verran alaspäin. Molemmat nuolet 3 kuvaavat teräkaapan edestakaista liikettä jossa se levittää jauheen jauhesäiliön noustua työstöalustalle ja palaa takaisin aloituspisteeseen. Viimeinen nuoli 4 kuvaa laserin tuloa alustalle ylhäällä olevasta laseroptikasta. Terän ja terää pitelevän kaapan tekniset pii-

rustukset ovat liitteessä 13 ja 14, lineaarijohteeseen HSR15A tuleva kiinnityspala tekninen piirustus on liitteessä 15 ja HSR15A ja KR30H-lineaarijohteiden tekniset tiedot liitteissä 16 ja 17.



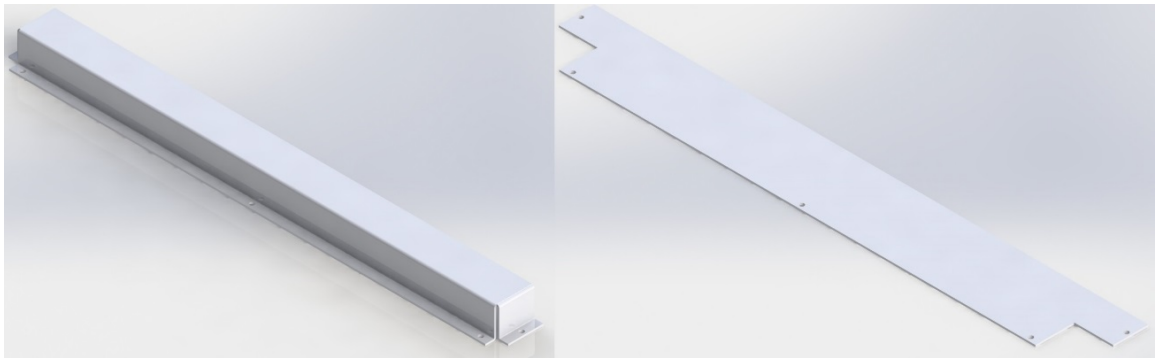
Kuva 15. Kaappasysteemi, kuvan yläosassa KR30H ja alaosassa HSR15A -lineaarijohteet.



Kuva 16. Suunniteltu liikerata jauheensyötölle ja -levitykselle ja laserintulolle.

6.4 Suojakotelo lineaarijohteille

Terän levittäessä jauhetta alustalla sitä voi joutua sivuille lineaarijohteille. Pulveria ei saa päästä johteiden liikeradalle joten niille pitää suunnitella suojakotelo pitämään jauhe poissa niiltä. Suojakotelo on kuvattu kuvassa 18. Molemmalle lineaarijohteelle tehdään omat suojakotelot. Ne valmistetaan 2 mm levyistä jotka laserleikataan ja sitten särmätään KTK:n laitteilla. Suojakotelon tekninen piirustus on liitteessä 18.



Kuva 17. Suojakotelo särmättynä ja litistyskuvana.

6.5 Liikuttava moottori jauheenlevitykselle ja sen adapteri

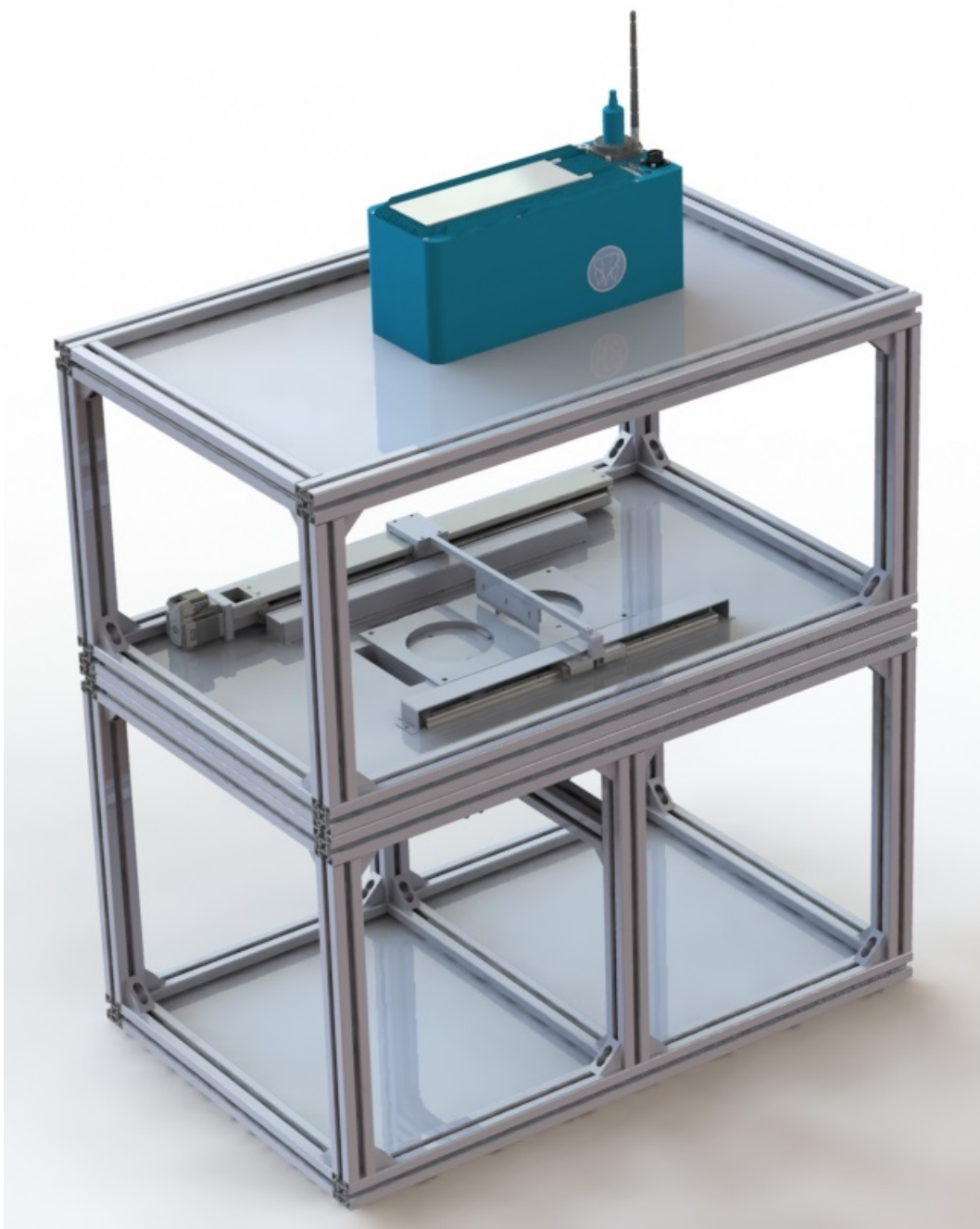
Moottori joka valittiin johteita ja sitä myötä terää liikuttamaan on MDrive 23 Linear Actuator. Se on samalta valmistajalta kuin aiemmin hankitut pedin MDrive 23 –moottorit. Moottori on mahdollista saada jänniteväliä +12-+75 V joka takaa yhteensopivuuden jo hankittujen moottorien kanssa ja helpottaa tulevaa suunnittelua sähköistyksen kannalta. MDrive 23 Linear Actuator on myös tarpeeksi vahva työntämään jauhetta eteenpäin mahdollisista tössähdyksistä huolimatta. Jauhetta voi sulaa yhteen kohtaa liikaa jolloin muodostuu pieniä kupuja jolloin tarvitaan suurempia voimia kuin normaalisti. Se kiinnitetään KR30H –lineaarijohteeseen joka tarvitsee adapteripalan moottorin ja sen välille. Adapteripala on ulkomitoiltaan 56,12x56,12.x12 mm ja se tullaan koneistamaan. Sekä moottori että adapteripala on kuvattu kuvassa 19. Liitteessä 19 on MDrive 23 Linear Actuatorin tekniset tiedot ja liitteessä 20 adapteripalan tekninen piirustus.



Kuva 18. MDrive 23 Linear Actuator ja adapteripala.

6.6 Jauhepetitulostimen kokoonpano

Kuvassa 20 on kuvattu järjestelmän kaikista edellä kuvatuista osista tehty lopullinen kokoonpanokuva. Fiber Elephant -optiikka on laitteen päällä 450 mm etäisyydellä työstöpinnasta.



Kuva 19. Lopullinen kokoonpano.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT

Työn aiheena oli suunnitella jauhepetitulostimen mekaniikka vanhojen suunnitelmien avustamana. Suunnittelutyöstä rajattiin pois jo ensimmäisessä tapaamisessa Aki Piironen kanssa jauhepedin sähköliitosten ja automatisoinnin suunnittelu. Ajanpuutteen ja muiden edellä mainittujen osioiden puuttumisen vuoksi laitetta ei tulla kokoonpanemaan tai testaamaan vielä tämän opinnäytetyön päätyttyä. Automatisoinnin ja sähköliitosten suunnittelu annetaan tulevien suunnittelijoiden tehtäväksi myöhempään ajankohtaan.

Edellisen opiskelijaryhmän tekemää valmista 3D-mallia ei ollut mahdollista saada käyttöön. Heidän tekemän PowerPoint -esityksen ja 3D-PDF-kuvan suunnittelusta systeemistä olivat kuitenkin käytettävissä joiden pohjalta lähdettiin suunnittelemaan järjestelmää alusta alkaen. Kaikki 3D-mallit jotka näkyvät kokoonpanossa ja muissa 3D-kuvissa on joko tehty SolidWorks 2016 –ohjelmalla omin käsin tai ne on ladattu suoraan komponenttivalmistajien sivuilta, varsinkin lineaarikomponentit, moottorit ja alumiiniprofiili sekä laserin optiikka. Kaikkien valittujen ja jo olemassa olevien komponenttien tekniset tiedot on kuvattu liiteosiossa. Valmiin mallin ja yhteen kerättyjen tietojen pohjalta voivat automaation ja sähköjen kytkentöjen tulevat suunnittelijat aloittaa oman suunnittelutyönsä.

LÄHTEET

Arges GmbH 2017. Scan Heads Data Sheet. Viitattu 06.06.2017 http://www.arges.de/fileadmin/downloads/scanheads/en/scan_head_data_sheet_en.pdf.

ASTM F3056-14e1. Standard Specification for Additive Manufacturing Nickel Alloy (UNS N06625) with Powder Bed Fusion. ANSI.

ASTM F3091/F3091M-14. Standard Specification for Powder Bed Fusion of Plastic Materials. ANSI.

Bhavar, V.; Kattire, P.; Patil, V.; Khot, S.; Gujar, K. & Singh, R. 2014. A Review on Powder Bed Fusion Technology of Metal Additive Manufacturing. Pune: Bharat Forge Ltd.

Bruun, M. & Honkanen, M. 2016. Materiaalia lisäävä valmistus. Opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Viitattu 08.06.2017 <https://www.theseus.fi/handle/10024/121718>.

Budding, A. & Vaneker. 2013. New strategies for powder compaction in powder-based rapid prototyping techniques. Enschede: University of Twente.

Chekurov, S.; Eklund, P.; Kujanpää, V.; Pekkarinen, J.; Syrjäla, K. & Vihinen, J. 2017. 3D-tulostuksen suunnittelu- ja päätöksenteko-opas yrityksille. Tampere: DIMECC Oy. Saatavilla myös sähköisesti osoitteesta https://teknologiainfo.net/sites/teknologiainfo.net/files/download/DIMECC_3D_tulostuksen_suunnittelu_ja_paatoksenteko_opas_yrityksille.pdf.

Gibson, I.; Rosen, D. & Stucker, B. 2015. Additive Manufacturing Technologies. New York: Springer.

Inside Metal Additive Manufacturing 2015. Qualifying and quantifying powder flowability for powder bed fusion technology. Viitattu 01.06.2017 <http://www.insidemetaladditivemanufacturing.com/blog/qualifying-and-quantifying-powder-flowability-for-powder-bed-fusion-technology>.

ISO/ASTM 52915:2016. Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:201).

Lawrence Livermore National Laboratory. Powder bed AM. Viitattu 01.06.2017 <https://acamm.llnl.gov/am-technology/powder-bed-am>.

Mansikka-aho, P. 2014. Materiaalia lisäävä valmistus. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Viitattu 08.06.2017 <https://www.theseus.fi/handle/10024/76604>.

MTV3 12.09.2013. 3D-tulostimella leluja ja implantteja. Viitattu 11.04.2017 <http://www.mtv.fi/lifestyle/digi/artikkeli/3d-tulostimella-leluja-ja-implantteja/2332666>.

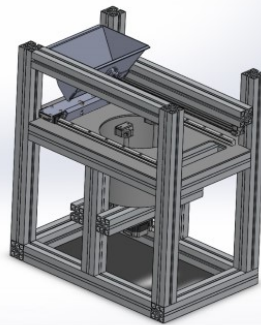
Schneider Electric 2014. MDrive® Motion Control MDrive and Linear Actuator Products. Viitattu 08.06.2017 <http://motion.schneider-electric.com/downloads/manuals/MDI.pdf>.

Yle 16.09.2015. Tulevaisuudentutkija ennustaa paluuta menneisyyteen – 3D-tulostus tuo käsityöammatit takaisin. Viitattu 11.04.2017 <http://yle.fi/uutiset/3-8309975>.

Yle 16.09.2015. Tulevaisuudentutkija ennustaa paluuta menneisyyteen – 3D-tulostus tuo käsityöammatit takaisin. Viitattu 11.04.2017 <http://yle.fi/uutiset/3-8309975>.

LIITTEET

Liite 1 Vanha PowerPoint –esitys



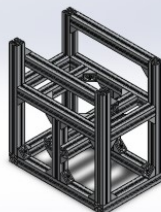
3D-TULOSTUS PEDIN SUUNNITTELU

Martti Laaksonen
Pyry Laukkanen
Juho Rantala
Kim Kaski

RUNKO

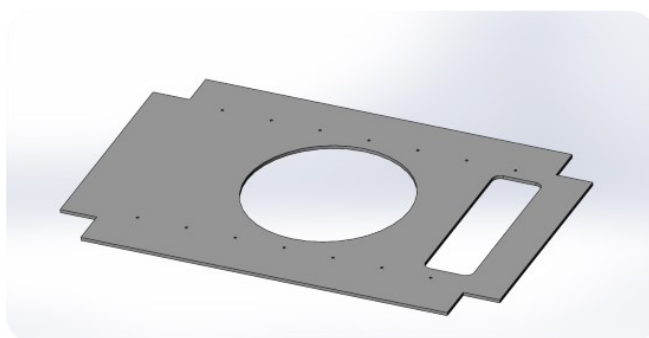
- 45x45mm alumiiniprofiilia
- Edullinen ja yksinkertainen
- Mahdollistaa helpon kohdistuksen moottoreille ym.

OSAN NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY
1	45x45-050		4
2	45x45-040		4
3	45x45-045		5
4	45x45-030		2
5	45x45-035		4
6	45x45-045		1
7	2-134P 200x200 40 DD		36
8	2-1302 48x200		72
9	2-1351 48x 200x180 180		72
10	45x45-045 200x180 180		72



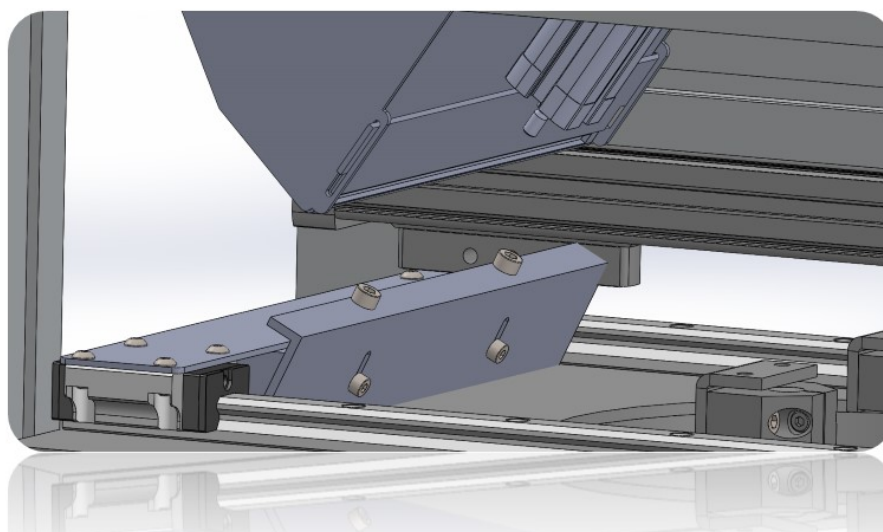
TASO

- Tasoon kuuluu tulostussäiliö sekä ylijäämäsäiliö
- Tulostuspedin säiliö valmiista sylinteriputkesta, edullinen ja tarkka

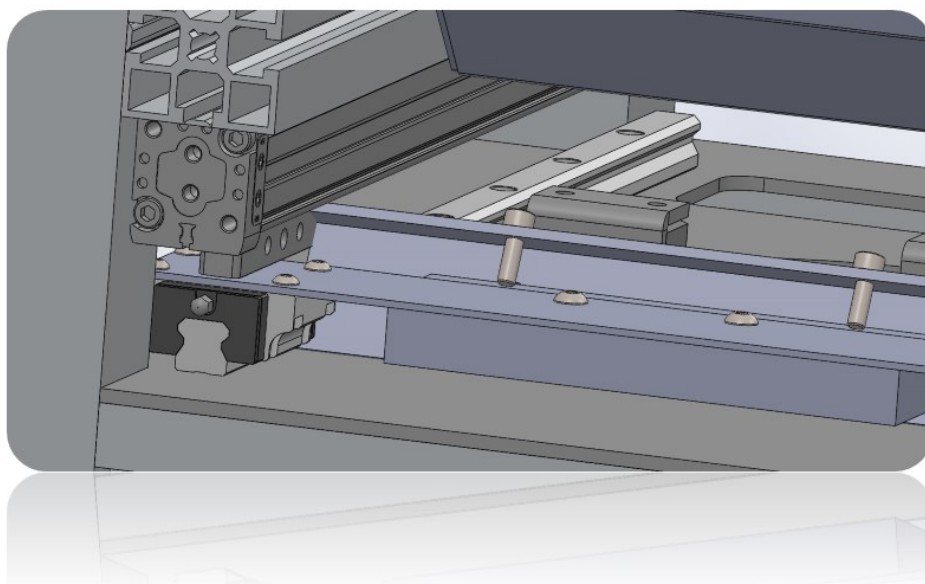


LANA

- Korkeudensäätö ruuvein
- Vaihdeavissa oleva lana

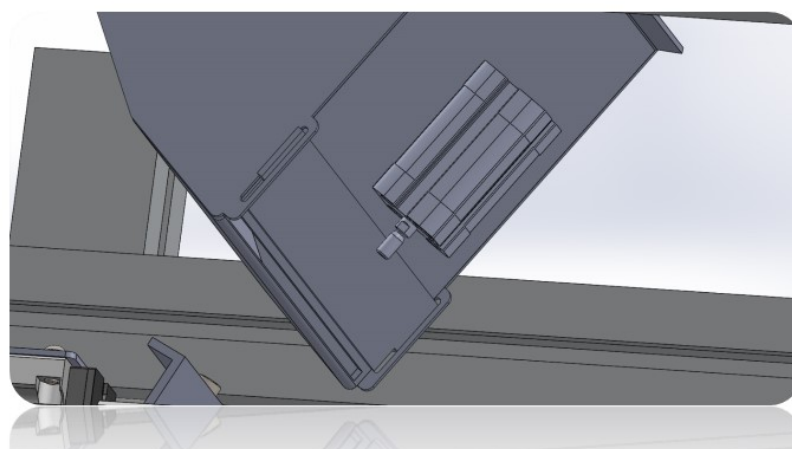


LANAN LIIKUTTAMINEN



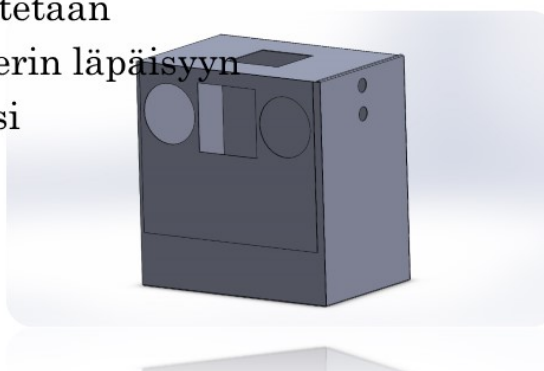
JAUHESÄILIÖ

- Jauheen pudotus tapahtuu sylinteriohjatulla läpän avauksella



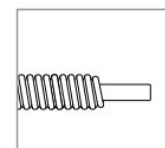
KOTELOINTI

- Hapen poisto luomalla alipaine ejektorien avulla
- Suojaaminen hapettumista vastaan argonkaasulla
- Suojakäsineet kappaleen käsittelyyn: PVC, EN374-standardin mukaisesti
- Kaikki reunat tiivistetään
- Yläpinnalla lasi laserin läpäisyyn
- Edessä kurkistuslasi

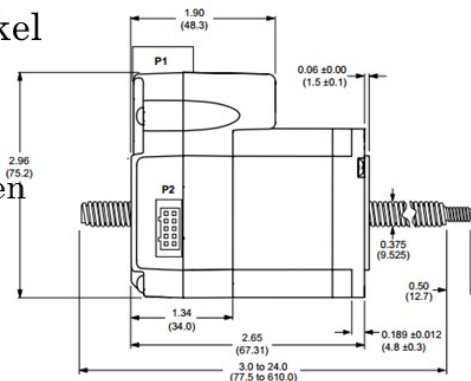


MOOTTORI PEDIN LIKUTTAMISEEN

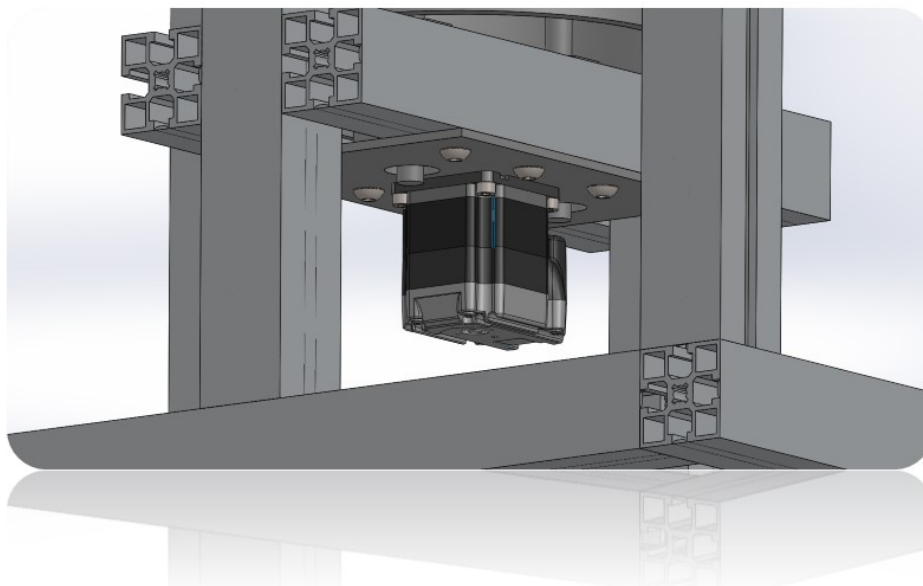
- MDrive 23
- Lineaariliike: Valittavissa 77.5-610mm
- Tarkkuus: 10.6 mikro/askel
- Kuormitus: max. 91kg
- Sisäänrakennettu ohjain
 - Mahdollisuus magneettiseen enkooderiin, CANopen väyläohjaukseen ja I/O-ohjaukseen
- Liitintyyppi valittavissa



Smooth end



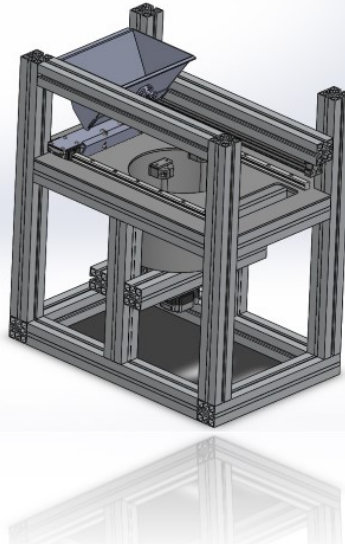
MOOTTORI KIINNITETTYNÄ



HINTOJA

- Lanan liikuttaminen sylinterillä ~200€
- Lanan johteet ~100-250€
- Kuularuuvillinen askelmoottori ~600€
- Jauhesäiliön sylinteri ~50€
- Alumiiniprofiilit + muut rungon osat ~150€
- Hapen poisto ejektorien kanssa ~50€
- Suojakäsineet koteloon ~40€
- Lasersuojalasi ~20-50€
- Lisäksi tulee leikattavat levyt, ruuvit, paineilma venttiilit ja logiikka

KOKOONPANOKUVA



Liite 2 MDrive 23

MDrive[®] 23 Motion Control



1. Introduction
2. Specifications
3. Mounting Recommendations
4. Interface and Connectivity

This page intentionally left blank

Table of Contents

1	Introduction.....	MDI23:1-1
1.1	MDrive 23 unit overview	MDI23:1-1
1.2	Product identification	MDI23:1-2
1.3	Documentation reference	MDI23:1-2
1.4	Product software	MDI23:1-3
2	Specifications	MDI23:2-1
2.1	Mechanical specifications.....	MDI23:2-1
2.1.1	Standard and expanded features version.....	MDI23:2-1
2.1.2	Sealed version	MDI23:2-2
2.2	General specifications	MDI23:2-3
2.2.1	Electrical specifications.....	MDI23:2-3
2.2.2	Standard I/O specifications (plus).....	MDI23:2-4
2.2.3	Expanded I/O specifications (Plus ²).....	MDI23:2-5
2.2.4	Communication specifications	MDI23:2-5
2.2.5	Thermal specifications	MDI23:2-6
2.2.6	Motion specifications	MDI23:2-6
2.2.7	Software specifications	MDI23:2-7
2.2.8	Motor specifications	MDI23:2-7
2.2.9	Speed-force performance curves	MDI23:2-7
2.3	Connectivity specifications/pin assignments — Communication	MDI23:2-9
2.3.1	RS-422/485 communication	MDI23:2-9
2.3.2	CANopen communication option	MDI23:2-10
2.4	Connectivity specifications/pin assignments - Power and ... I/O.....	MDI23:2-11
2.4.1	Power and I/O - standard I/O (Plus)	MDI23:2-11
2.4.2	DC motor power.....	MDI23:2-12
2.4.3	I/O - expanded I/O (Plus ²).....	MDI23:2-12
2.4.4	I/O - expanded I/O (Plus ² – Ethernet version).....	MDI23:2-13
2.4.5	I/O - remote encoder (Plus ²).....	MDI23:2-13
2.4.6	DC power and I/O - expanded I/O (Plus ² with industrial connectors).....	MDI23:2-14
2.4.7	DC power and I/O - remote encoder (Plus ² with industrial connectors).....	MDI23:2-15
2.5	Options	MDI23:2-15
2.6	Connectivity.....	MDI23:2-16
3	Mounting and connection recommendations	MDI23:3-1
3.1	Mounting.....	MDI23:3-2
3.2	Layout and interface guidelines.....	MDI23:3-3
3.2.1	Rules of wiring	MDI23:3-3
3.2.2	Rules of shielding	MDI23:3-3
3.3	Recommended wiring.....	MDI23:3-4
3.3.1	Recommended mating connectors and pins	MDI23:3-4
3.4	Securing power leads and logic leads.....	MDI23:3-5
4	Connection and interface	MDI23:4-1
4.1	Interfacing RS422-485 communication	MDI23:4-1
4.1.1	P2 — 10-pin pressure-fit IDCstyle connector	MDI23:4-2
4.1.2	P2 — 10-pin friction lock wire crimp	MDI23:4-2

Revision R042214

Table of Contents

MDrive® 23 Motion Controlr

4.1.3	P2 — 5-pin M12 industrial connector (male)	MDI23:4-3
4.2	Interfacing Ethernet communication.....	MDI23:4-3
4.3	Interfacing CANopen communication.....	MDI23:4-4
4.3.1	P2 — 9-pin d-sub connector (female)....	MDI23:4-4
4.3.2	P2 — 5-pin M12 industrial connector (female)	MDI23:4-4
4.4	Interfacing DC power.....	MDI23:4-5
4.4.1	Recommended power supply characteristics	MDI23:4-5
4.4.2	Recommended wire gauge.....	MDI23:4-5
4.4.5	P1 — 2-pin wire crimp interface.....	MDI23:4-6
4.4.6	P1 — 19-pin M23 industrial interface.....	MDI23:4-6
4.4.3	P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface	MDI23:4-6
4.4.4	P1 — 7-pin pluggable terminal interface	MDI23:4-6
4.5	Interfacing I/O.....	MDI23:4-7
4.5.1	P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface	MDI23:4-7
4.5.2	P1 — 7-pin pluggable terminal interface	MDI23:4-7
4.5.3	P1 — 14-pin locking wire crimp interface (expanded I/O).....	MDI23:4-8
4.5.3	P1 — 14-pin locking wire crimp interface (Ethernet version).....	MDI23:4-9
4.5.4	P1 — 14-pin locking wire crimp interface (remote encoder).....	MDI23:4-10
4.5.5	P1 — 19-pin M23 industrial connector (expanded I/O).....	MDI23:4-11
4.5.6	P1 — 19-pin M23 industrial connector (remote encoder).....	MDI23:4-11
4.6	Connectivity accessory details	MDI23:4-12
4.6.1	RS-422/485 communication converter cables	MDI23:4-12
4.6.2	Prototype development cables	MDI23:4-14
4.6.3	Connectivity option — 19 conductor cordset	MDI23:4-17
4.7	Mating connector kits.....	MDI23:4-18

List of Figures

Figure 1.1	Standard product options	MDI23:1-2
Figure 2.1	Standard and Expanded features mechanical specifications.....	MDI23:2-1
Figure 2.2	Sealed mechanical specifications	MDI23:2-2
Figure 2.3	Motor performance curve — single length motor	MDI23:2-7
Figure 2.4	Motor performance curve — double length motor.....	MDI23:2-8
Figure 2.5	Motor performance curve — triple length motor.....	MDI23:2-8
Figure 2.6	Motor performance curve — quad length motor.....	MDI23:2-8
Figure 3.1	MDrive 23 mounting and drill pattern	MDI23:3-2
Figure 3.2	Securing leads.....	MDI23:3-5
Figure 4.1	MD-CC400-000 communication converter cable	MDI23:4-12
Figure 4.2	MD-CC402-001 communication converter cable	MDI23:4-12
Figure 4.3	MD-CC401-001 communication converter.....	MDI23:4-13
Figure 4.4	Multi-drop communication using the PD10-1434-FL3.....	MDI23:4-14
Figure 4.5	Wiring a second PD10-1434-FL3 into the 10-pin wire crimp	MDI23:4-14
Figure 4.7	Prototype development cable PD02-2300-FL3	MDI23:4-16
Figure 4.8	MD-CS10x-000 cordset.....	MDI23:4-17

List of Tables

Table 2.1	Electrical specifications	MDI23:2-3
Table 2.2	I/O specifications	MDI23:2-4
Table 2.3	Expanded I/O specifications	MDI23:2-5
Table 2.4	Communication specifications	MDI23:2-5
Table 2.5	Thermal specifications	MDI23:2-6
Table 2.6	Motion specifications	MDI23:2-6
Table 2.7	Software specifications	MDI23:2-7
Table 2.8	MDrive 23 motor specifications	MDI23:2-7
Table 2.9	P2 communication, 10-pin locking wire crimp	MDI23:2-9
Table 2.10	P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC	MDI23:2-9
Table 2.11	P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC	MDI23:2-10
Table 2.12	CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)	MDI23:2-10
Table 2.13	CANopen communication, P2: 5-pin D-sub female	MDI23:2-10
Table 2.14	P2 communications, RJ45 (ethernet versions only)	MDI23:2-11
Table 2.15	Power and I/O interface - 12" (308.8 mm) flying leads	MDI23:2-11
Table 2.16	Power and I/O interface - 7-pin pluggable terminal	MDI23:2-11
Table 2.17	P3 DC power, 2-pin locking wire crimp	MDI23:2-12
Table 2.18	P1 Expanded I/O, 14-pin locking wire crimp	MDI23:2-12
Table 2.19	P1 Expanded I/O (Ethernet Version), 14-pin locking wire crimp	MDI23:2-13
Table 2.20	I/O and remote encoder interface - 16-pin locking wire crimp	MDI23:2-13
Table 2.21	P1 I/O and aux power, 19-pin IM23 industrial connector	MDI23:2-14
Table 2.22	P1 I/O and aux power, 19-pin M23 industrial connector	MDI23:2-15
Table 4.1	Communication connections, P2 - 10-pin IDC	MDI23:4-2
Table 4.2	P2 communication, 10-pin locking wire crimp	MDI23:4-2
Table 4.3	P2 communication, 5-pin M12F industrial connector	MDI23:4-3
Table 4.4	P2 communication, Ethernet RJ45	MDI23:4-3
Table 4.5	CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)	MDI23:4-4
Table 4.6	CANopen communication, P2: 5-pin M12 female	MDI23:4-4
Table 4.7	Recommended power supply characteristics	MDI23:4-5
Table 4.8	Recommended power supply wire gauge	MDI23:4-5
Table 4.11	Power and ground connections, 7-pin terminal	MDI23:4-6
Table 4.12	Power and ground connections, 12-pin locking wire crimp	MDI23:4-6
Table 4.9	Power and ground connections, flying leads	MDI23:4-6
Table 4.10	Power and ground connections, 7-pin terminal	MDI23:4-6
Table 4.13	I/O connections, flying leads	MDI23:4-7
Table 4.14	I/O connections, 7-pin terminal	MDI23:4-7
Table 4.15	I/O connections, 16-pin locking wire crimp	MDI23:4-8
Table 4.16	I/O connections, 16-pin locking wire crimp	MDI23:4-9
Table 4.17	I/O and remote encoder connections, 16-pin locking wire crimp	MDI23:4-10
Table 4.18	I/O connections, 19-pin M23 industrial	MDI23:4-11
Table 4.19	I/O connections, 19-pin M23 industrial	MDI23:4-11

1 Introduction

The MDrive® 23 Motion Control offers system designers a cost effective, full featured programmable motion controller integrated with a NEMA 23 high torque 1.8° brushless step motor and a +12 up to +75 VDC* microstepping driver.

1.1 MDrive 23 unit overview

The unsurpassed smoothness and performance delivered by the MDrive 23 Motion Control are achieved through IMS's advanced 2nd generation current control. By applying innovative techniques to control current flow through the motor, resonance is significantly dampened over the entire speed range and audible noise is reduced.

The MDrive 23 accepts a broad input voltage range from +12 up to +75 VDC*, delivering enhanced performance and speed. Oversized input capacitors are used to minimize power line surges, reducing problems that can occur with long cable runs and multiple drive systems. An extended operating range of -40° to +85°C provides long life, trouble free service in demanding environments.

Standard features of all MDrive 23 Motion Control include four +5 to +24 volt general purpose I/O lines, one 10 bit analog input, 0 to 5MHz step clock rate, 20 microstep resolutions up to 51,200 steps per revolution, and full featured easy-to-program instruction set.

Expanded features of MDrive 23 versions include up to eight +5 to +24 volt general purpose I/O lines and the capability of electronic gearing by following a rotary or linear axis at an electronically controlled ratio, or an output clock can be generated fixed to the internal step clock.

All MDrive 23 Motion Control are available with optional closed loop control. This increases functionality by adding stall detection, position maintenance and find index mark.

The closed loop configuration is added via a 512 line (2048 edge) magnetic encoder with index mark, internal to the unit so there is no increase in length. Or, for an expanded choice of line counts and resolutions with MDrive 23 versions only, closed loop control is available with an interface to a remotely mounted user-supplied external encoder.

The MDrive communicates over RS-422/485 which allows for point-to-point or multiple unit configurations utilizing one communication port. Addressing and hardware support up to 62 uniquely addressed units communicating over a single line. Baud rate is selectable from 4.8 to 115.2kbps.

Optional communication protocols include CANopen and Ethernet. The CAN bus is 2.0B active (11 and/or 29 bit) and is capable of all standard frequencies from 10kHz to 1MHz. CANopen features include node guarding, heartbeat producer, SDOs and PDOs. Highlights include variable PDO mapping and extended node identifier. The Ethernet versions supports MODBUS/TCP and MCode/TCP.

Motor configurations include a single shaft rotary in four lengths, and linear actuators with long life Acme screw**.

Revision R042214

Numerous connector styles give you choices for the best fit and features. Select from 12.0" (30.5cm) flying leads, pluggable terminal strip, locking wire crimp connectors, and M12/M23 industrial connectors.

MDrive connectivity has never been easier with options ranging from all-inclusive QuickStart Kits to individual interfacing cables and mating connector kits to build your own cables.

The MDrive 23 is a compact, powerful and cost effective motion control solution that will reduce system cost, design and assembly time for a large range of brushless step motor applications.

1.2 Product identification

MDrive® 23 Plus



- P1: I/O & Power**
F = 12" flying leads
P = non-locking spring clamp terminal strip
- P2: Communication**
D = RS-422/485 with 10-pin IDC non-locking connector
L = RS-422/485 with 10-pin friction lock wire crimp connector

MDrive® 23 Plus²



- P1: I/O, and optional remote encoder**
C = 14-pin locking wire crimp connector
- P3: Power**
2-pin locking wire crimp connector
- P2: Communication**
D = RS-422/485 with 10-pin IDC non-locking connector
L = RS-422/485 with 10-pin friction lock wire crimp connector
R = Ethernet with RJ45 locking connector

MDrive® 23 Plus² with industrial connectors



- P2: Communication**
Q = RS-422/485 with 5-pin M12 female industrial connector
- P1: I/O & Power, and optional remote encoder**
M = 19-pin M23 male industrial connector

Revision R04.2214

Part numbers													
Example:	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
QuickStart Kit	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
K = kit option, or leave blank if not wanted													
MDrive Plus version	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
MDI = Motion Control													
Input	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
1 = Plus, standard features													
3 = Plus ² , expanded features													
4 = Plus ² , expanded features, with industrial connectors, IP54-rated													
P1 connector	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
F = flying leads													
P = pluggable													
C = wire crimp (1)													
M = M23 industrial connector (2)													
Communication	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
R = RS-422/485													
E = Ethernet (3)													
P2 connector	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
D = IDC													
L = wire crimp													
R = RJ45 (3)													
Q = M12 industrial connector (2)													
Motor size	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
23 = NEMA 23 (2.3" / 57 mm)													
Motor length (4)	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
A = single stack													
B = double stack													
C = triple stack													
D = quad stack													
Drive voltage (4)	K	M	D	I	1	F	R	D	2	3	A	7	-EQ
7 = +12 to +75 VDC													
6 = +12 to +60 VDC													
Options													-EQ
Leave blank if not wanted													
Options may be combined, unless noted													
-EQ = internal encoder, 512-line internal magnetic encoder with index mark													
-EE = remote encoder interface, differential encoder to be provided by user <i>Available with Plus² versions only. May not be combined with internal encoder option (5)</i>													
-N = rear control knob for manual positioning (6)													

(1) Only available with Plus² products without industrial connectors.
 (2) Only available with Plus² products with industrial connectors.
 (3) Only available with Plus products with Ethernet protocol.
 (4) Only quad stack motors have +12 to +60 VDC drives, all other motors have +12 to +75 VDC drives.
 (5) Not available with Ethernet products.
 (6) Not available with industrial connector products.

Figure 1.1 Standard product options

The following User's manuals are available for the MDrive 23:

- Product manual, describes the technical data, installation, configuration and programming of the product.
- Quick Reference, describes the basic wiring, connection and use of this product. The quick reference is shipped in printed form with the product.

This documentation is also available for download from the IMS web site at <http://www.imshome.com>

1.4 Product software

The MDrive 23 motion control integrated motor and driver may be programmed using any standard ASCII txt editor and ANSI terminal emulated. The recommended environment is the IMS Terminal Interface, which is a combined terminal/program editor tailored for use with IMS motion control products. This free software may be downloaded from http://www.imshome.com/software_interfaces.html.

Installation and usages instructions are to be found in the MCode Programming Manual, which is correlated to this document.

Page intentionally left blank

Revision: R042214

2 Specifications

2.1 Mechanical specifications

2.1.1 Standard and expanded features version

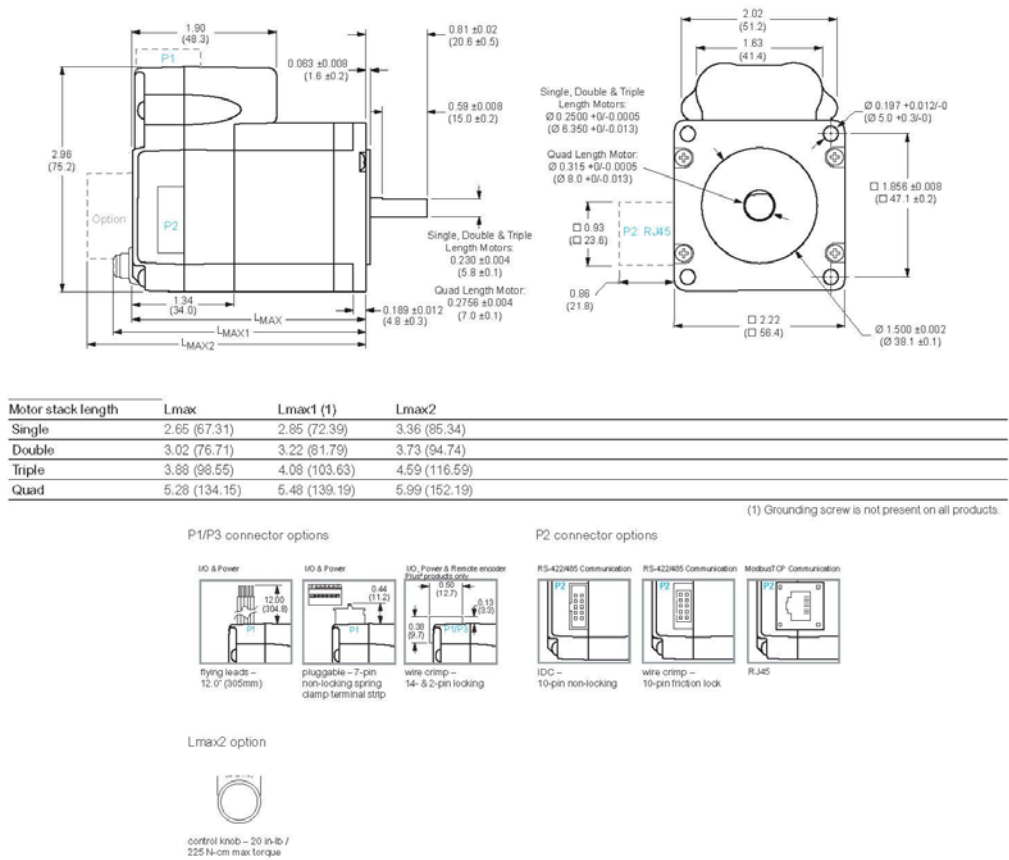


Figure 2.1 Standard and Expanded features mechanical specifications

Revision R042214

2.1.2 Sealed version

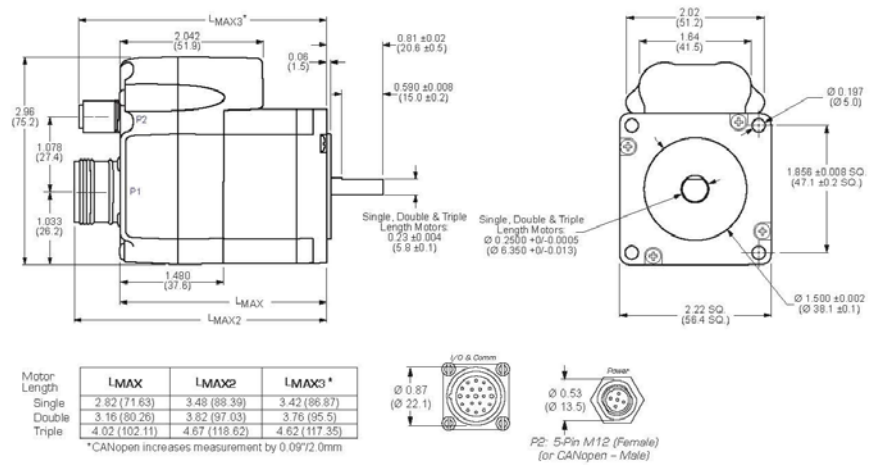


Figure 2.2 Sealed mechanical specifications

Revision R04.2214

2.2 General specifications

2.2.1 Electrical specifications

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Input voltage range	Single, double and triple lengthe motors	+12	—	+75	VDC
	Quad length motor	+12		+60	
Max power supply current*	Single, double and triple length motors				
	Quad length ,motor				
Aux-Logic Input Voltage	—	+12	—	+24	VDC
Max Aux-Logic Supply Current (Per MDrive)**	—	—	—	194	mA

*per MDrive 23, Actual current depends on voltage and load.
 ** Maintains power to control and feedback circuits [only] when input voltage is removed

Table 2.1 Electrical specifications

Revision R042214

2.2.2 Standard I/O specifications (plus)

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
General Purpose I/O - Number and Type					
Plus (I/O Points 1-4)	—	4 I/O points configurable as sinking or sourcing inputs or sinking outputs			
General Purpose I/O - Electrical					
Inputs	—	TTL	—	+24	VDC
Sinking Outputs (All)	—	—	—	+24	VDC
Output Sink Current (Plus)	One channel	—	—	600	mA
Logic Threshold	Logic 0	—	—	< 0.8	VDC
	Logic 1	—	—	> 2.2	VDC
Protection	Sinking	Over temp, short circuit			
	Sourcing	Transient Over Voltage, Inductive Clamp			
Analog Input					
Resolution	—				
Range	Voltage Mode	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC			
	Current Mode	4 to 20 mA, 0 to 20mA			
Clock I/O					
Types	—	Step/Direction, Up/Down, Quadrature			
Logic Threshold	—	+5 VDC TTL Input, TTL Output (with 2 kΩ Load to Ground)			
Trip Output/Capture Input					
Logic Threshold	—	+5 VDC TTL Input, TTL Output (with 2 kΩ Load to Ground)			

Table 2.2 I/O specifications

2.2.3 Expanded I/O specifications (Plus²)

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
General Purpose I/O - Number and Type					
Plus (I/O Points 1-8)	—	8 I/O points (4 if configured for remote encoder) configurable as sinking or sourcing inputs or outputs			
General Purpose I/O - Electrical					
Inputs	Sinking or Sourcing	TTL	—	+24	VDC
Outputs	Sinking	—	—	+24	VDC
	Sourcing	+12	—	+24	VDC
Output Sink Current (Plus)	One channel	—	—	600	mA
Motion I/O					
Electronic gearing	Range	0.001	—	2.000	
	Resolution	—	—	32	bit
	Threshold	—	—	TTL	VDC
	Filter range	50 nS to 12.9 µS (10 MHz to 38.8 kHz)			
	Secondary clock out ratio	1:1			
High speed position capture	Filter range	50 nS to 12.9 µS (10 MHz to 38.8 kHz)			
	Resolution	—	—	32	bit
High speed trip output	Speed	—	—	150	nS
	Resolution	—	—	32	bit
	Threshold	—	—	TTL	VDC
Optional remote encoder					
Type	User supplied differential encoder				
Steps per revolution	See motion specifications table				
Resolution	User defined . Note: microsteps/rev = 2X the encoder counts/rev minimum.				

*Remote encoder inputs replace I/O points 4-8 and step and direction I/O

Table 2.3 Expanded I/O specifications

2.2.4 Communication specifications

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
RS-422/485 (standard)					
BAUD rate	—	4.8	—	115.2	kbps
Ethernet (optional)					
Protocols	MODBUS/TCP and MCode/TCP				
CANopen (optional)					
Type	2.0B active				
BAUD rate	—	10 kHz	—	1 MHz	—
Application layer	Version 3.0				DS-301
Device profile	Version 2.0				DSP-402
ID	—	—			11 or 29 bit
Isolation	—	Galvanic			

Table 2.4 Communication specifications

Revision R042214

2 Specifications

MDrive® 23 Motion Control

2.2.5 Thermal specifications

		Min	Typ	Max	Unit
Heat sink temperature	non-condensing humidity	-40	—	+85	°C
Motor temperature	non-condensing humidity	-40	—	+100	°C

Table 2.5 Thermal specifications

2.2.6 Motion specifications

Microstep Resolution - Open Loop									
Number of microstep resolutions									20
Available microsteps per revolution									
200	400	800	1000	1600	2000	3200	5000	6400	10000
12800	20000	25000	25600	40000	50000	51200	36000 ¹	21600 ²	25400 ³
1=0.01 deg/μstep 2=1 arc minute/μstep *3=0.001 mm/μstep * 1" per revolution lead screw									
Microstep resolution (closed loop configuration - (optional))									
Steps Per Revolution (Fixed)									51200
Position Resolution									2048
Optional differential encoder (internally mounted)									
Type									Internal, Magnetic
Resolution (Lines)									512
Resolution (Edges)									2048
Counters									
Counter 1 (C1) Type									Position
Counter 2 (C2) Type									Encoder
Resolution									32 bit
Maximum Edge Rate									5 MHz
Velocity									
Range									±5,000,000 Steps/Sec.
Resolution									0.5961 Steps/Sec.
Acceleration/Deceleration									
Range									1.5 x 10 ⁹ Steps/Sec. ²
Resolution									90.9 Steps/Sec. ²

Table 2.6 Motion specifications

Revision R04.2214

2.2.7 Software specifications

Program Storage Type/Size	Flash/6384 Bytes
User Registers	(4) 32 Bit
User Program Labels and Variables	192
Math, Logic and Conditional Functions	+, -, x, *, <, >, =, ≤, ≥, AND, OR, XOR, NOT
Branch Functions	Branch and Call (Conditional)
Party Mode Addresses	62
Encoder Functions	Stall Detect, Position Maintenance, Find Index
Predefined I/O Functions	
Input Functions	Home, Limit+, Limit -, Go, Stop, Pause, Jog+, Jog-, Analog Input
Output Functions	Moving, Fault, Stall, Velocity Changing
Trip Functions	Trip on Input, Trip on Position, Trip on Time, Trip Capture

Table 2.7 Software specifications

2.2.8 Motor specifications

Specification	Single length	Double length	Triple length	Quad length
Holding torque oz-in (N-cm)	90.0 (64)	144 (102)	239 (169)	283 (200)
Detent torque oz-in (N-cm)	3.9 (2.7)	5.6 (3.92)	9.7 (6.86)	14.2 (10.0)
Rotor inertia oz-in-sec ² (kg-cm ²)	0.0025 (0.18)	0.0037 (0.26)	0.0065 (0.46)	0.0108 (0.76)
Weight motor and driver oz (g)	21.6 (612.3)	26.4 (784.4)	39.2 (1111.3)	61.6 (1746.3)

Table 2.8 MDrive 23 motor specifications

2.2.9 Speed-force performance curves

Single length motor

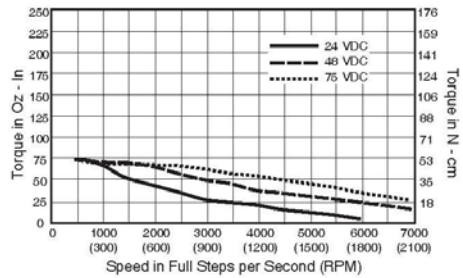


Figure 2.3 Motor performance curve — single length motor

Revision R042214

Double length motor

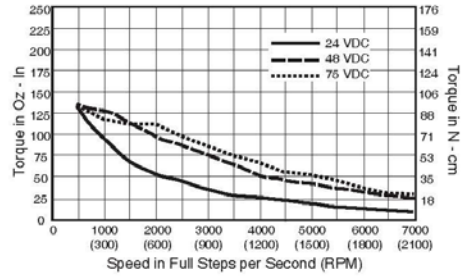


Figure 2.4 Motor performance curve — double length motor

Triple length motor

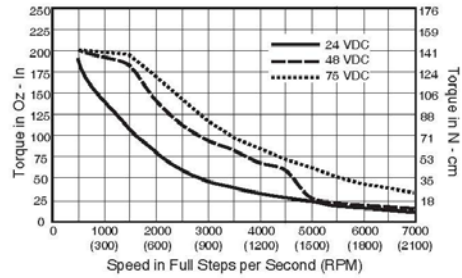


Figure 2.5 Motor performance curve — triple length motor

Quad length motor

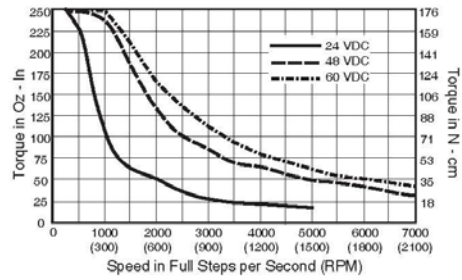


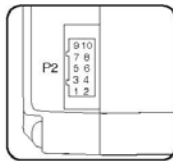
Figure 2.6 Motor performance curve — quad length motor

Revision R04.2214

2.3 Connectivity specifications/pin assignments — Communication

2.3.1 RS-422/485 communication

10-pin friction lock wire crimp



Connectivity Options
 USB to RS-422/485
 Converter:
 MD-CC402-001

Mating connector kit:
 CK-02

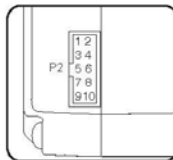
Mfg P/N:
 Shell
 Hirose DF11-10DS-2C

Pins
 Hirose: DF11-2428SC

Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.
3	RX -	Receive minus
4	TX -	Transmit minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX +	Receive plus
8	RX -	Receive minus
9	TX +	Transmit plus
10	TX -	Transmit minus

Table 2.9 P2 communication, 10-pin locking wire crimp

10-pin press-fit (IDC style)



Connectivity Options
 USB to RS-422/485
 Converter:
 MD-CC400-001

Mating connector kit:
 CK-01

Mfg P/N:
 Shell
 SAMTEC: TCSD-05-01-N

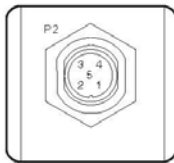
Ribbon cable
 Tyco: 1-57051-9

Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX -	Receive minus
8	TX -	Transmit minus
9	TX +	Transmit plus
10	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.

Table 2.10 P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC

Revision R042214

5-pin M12 industrial



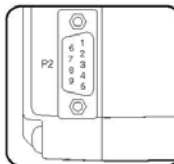
Connectivity Options
 USB to RS-422/485
 Converter:
 MD-CC401-001

Pin #	Function	Description
1	TX -	Transmit minus
2	TX +	Transmit plus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Comm Gnd	Communication ground

Table 2.11 P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC

2.3.2 CANopen communication option

9-pin D-sub female (DB-9F)

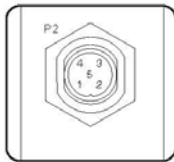


Connectivity Options
 USB to CANopen converter:
 MD-CC500-000

Pin #	Function	Description
1	N/C	Not connected
2	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)
3	CAN -V	CAN communication ground
4	N/C	Not connected
5	Shield	Optional CAN shield
6	CAN -V	Optional ground
7	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
8	N/C	Not connected
9	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply

Table 2.12 CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)

5-pin M12 industrial



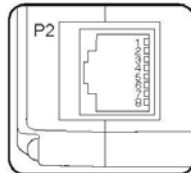
Connectivity Options
 USB to CANopen converter:
 MD-CC500-000

Pin #	Function	Description
1	Shield	Optional CAN shield
2	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply
3	CAN -V	CAN communication ground
4	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
5	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)

Table 2.13 CANopen communication, P2: 5-pin D-sub female

Revision R04.2214

RJ45 (Ethernet versions only)



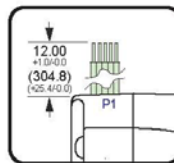
Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	N/C	Not connected
5	N/C	Not connected
6	RX -	Receive minus
7	N/C	Not connected
8	N/C	Not connected

Table 2.14 P2 communications, RJ45 (ethernet versions only)

2.4 Connectivity specifications/pin assignments - Power and I/O

2.4.1 Power and I/O - standard I/O (Plus)

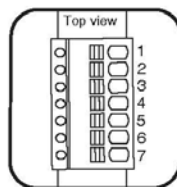
12" (304.8 mm) flying leads



Wire Color	Function	Description
White/yellow	I/O 1	General purpose I/O point 1
White/orange	I/O 2	General purpose I/O point 2
White/violet	I/O 3	General purpose I/O point 3
White/blue	I/O 4	General purpose I/O point 4
Green	Analog input	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC, 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
Black	GND	Power and auxiliary ground
Red	+V	Motor power

Table 2.15 Power and I/O interface - 12" (308.8mm) flying leads

7-pin pluggable terminal



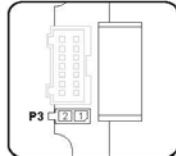
Pin #	Function	Description
1	I/O 1	General purpose I/O point 1
2	I/O 2	General purpose I/O point 2
3	I/O 3	General purpose I/O point 3
4	I/O 4	General purpose I/O point 4
5	Analog input	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC, 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
6	GND	Power and auxiliary ground
7	+V	Motor power

Table 2.16 Power and I/O interface - 7-pin pluggable terminal

Revision R042214

2.4.2 DC motor power

2-pin friction lock wire crimp



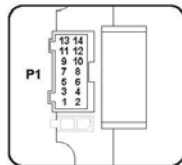
Pin #	Function	Description
1	+V	+12 to +60 VDC motor power
2	Ground	Power supply return (ground)

Table 2.17 P3 DC power, 2-pin locking wire crimp

Connectivity Options
 Prototype development cable PD-02-2300-FL3
 Mating connector kit: CK-04
 Mfg P/N:
 Shell Tyco 794817-2
 Pins Tyco 794810-1

2.4.3 I/O - expanded I/O (Plus²)

14-pin locking wire crimp



Pin #	Function	Description
1	I/O power	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs
2	I/O GND	Non-isolated I/O Ground. Common with Power Ground
3	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1
4	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2
5	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3
6	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4
7	I/O 9 ¹	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 9
8	I/O 10 ¹	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 10
9	I/O 11 ¹	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 11
10	I/O 12 ¹	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 12
11	Capture/trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level
12	Analog in	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input
13	Step/clock I/O	Step clock I/O. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.
14	Direction/clock I/O	Direction I/O. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.

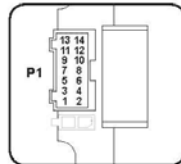
Table 2.18 P1 Expanded I/O, 14-pin locking wire crimp

Connectivity Options
 Prototype development cable: PD14-2334-FL3
 Mating connector kit: CK-09
 Mfg P/N:
 Shell JST PADP-14V-1-S
 Pins JST SPH-00170.5L

Revision R04.2214

2.4.4 I/O - expanded I/O (Plus² – Ethernet version)

14-pin locking wire crimp



Connectivity Options
Prototype development
cable::
PD14-2334-FL3

Mating connector kit:
CK-09

Mfg PIN:
Shell
JST PADP-14V-1-S

Pins
JST SPH-001T0.5L

Pin #	Function	Description
1	I/O power	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs
2	I/O GND	Non-isolated I/O Ground. Common with Power Ground
3	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1
4	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2
5	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3
6	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4
7 - 10	N/C	Not connected
11	Capture/trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level
12	Analog in	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input
13	Step/clock I/O	Step clock I/O. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.
14	Direction/ clock I/O	Direction I/O. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.

Table 2.19 P1 Expanded I/O (Ethernet Version), 14-pin locking wire crimp

2.4.5 I/O - remote encoder (Plus²)

Not available with Ethernet models

14-pin locking wire crimp

Pin #	Function	Description
1	I/O power	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs.
2	I/O GND	Non-isolated I/O Ground. Common with Power Ground.
3	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1
4	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2
5	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3
6	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4
7	CH A+	Channel A+ encoder input. +5 VDC logic level
8	CH A-	Channel A- encoder input. +5 VDC logic level
9	CH B+	Channel B+ encoder input. +5 VDC logic level
10	CH B-	Channel B- encoder input. +5 VDC logic level
11	Capture/trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level.
12	Analog in	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input.
13	IDX+	Index mark + encoder input. +5 VDC logic level
14	IDX-	Index mark - encoder input. +5 VDC logic level

Table 2.20 I/O and remote encoder interface - 16-pin locking wire crimp

Revision R042214

2.4.6 DC power and I/O - expanded I/O (Plus² with industrial connectors)

19-pin M23 industrial

Outside: Pins 1 -12



Inside: Pins 13 -19



Connectivity Options

Prototype development cable:
 MD-CS100-000 (straight)
 MD-CS101-000 (right-angle)

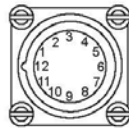
Pin #	Function	Description
1	I/O 9	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 9.
2	I/O 11	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 11.
3	Step/Clock I/O	0 to +5 VDC Step Clock I/O. Can also be configured as Quadrature or Clock Up/Down.
4	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1.
5	Direction/clock I/O	Direction i/o. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.
6	+V	Motor power input
7	Aux-Logic	+12 to +24 VDC Auxiliary Logic Supply Input. This provides power to control and logic circuits if main power is removed.
8	Aux-Ground	Auxiliary Ground.
9	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3.
10	I/O GND	Non-isolated I/O ground. Common with power ground.
11	I/O PWR	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs. See Section 2.3 for more details.
12	Shell	Shell connect
13	I/O 12	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 12.
14	Capture/Trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level.
15	AIN	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input.
16	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2.
17	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4.
18	I/O 10	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 10.
19	GND	Power ground

Table 2.21 P1 I/O and aux power, 19-pin IM23 industrial connector

2.4.7 DC power and I/O - remote encoder (Plus² with industrial connectors)

19-pin M23 industrial

Outside: Pins 1 -12



Inside: Pins 13 -19



Connectivity Options

Prototype development cable:
MD-CS 100-000 (straight)
MD-CS 101-000 (right-angle)

Pin #	Function	Description
1	CH A+	Channel A+ encoder input. +5 VDC logic level
2	CH B+	Channel B+ encoder input. +5 VDC logic level
3	IDX+	Index mark + encoder input. +5 VDC logic level
4	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1.
5	IDX-	Index mark - encoder input. +5 VDC logic level
6	+V	Motor power input
7	Aux-Logic	+12 to +24 VDC Auxiliary Logic Supply Input. This provides power to control and logic circuits if main power is removed.
8	Aux-Ground	Auxiliary Ground.
9	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3.
10	I/O GND	Non-isolated I/O ground. Common with power ground.
11	I/O PWR	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs. See Section 2.3 for more details.
12	Shell	Shell connect
13	CH B-	Channel B- encoder input. +5 VDC logic level
14	Capture/Trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level.
15	AIN	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input.
16	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2.
17	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4.
18	CH A-	Channel A- encoder input. +5 VDC logic level
19	GND	Power ground

Table 2.22 P1 I/O and aux power, 19-pin M23 industrial connector

2.5 Options

Internal encoder Internal differential magnetic 512 line differential encoders with index mark are available:

Remote Encoder (Plus2 versions only) MDrive 23 Motion Control versions are available with differential encoder inputs for use with a remote encoder (not supplied).

Control Knob The MDrive 23 is available with a factory-mounted rear control knob for manual shaft positioning.

Revision R042214

2.6 Connectivity

<i>QuickStart kit</i>	For rapid design verification, all-inclusive QuickStart Kits have communication converter, prototype development cable(s), instructions and CD for MDrive initial functional setup and system testing.
<i>Communication Converters</i>	Electrically isolated, in-line converters pre-wired with mating connectors to conveniently set/program communication parameters for a single MDrive product via a PC's USB port. Length 12.0' (3.6m). <i>Mates to connector:</i> P2 10-pin pressure-fit IDC MD-CC400-001 P2 5-pin M12 industrial..... MD-CC401-001 P2 10-pin wire crimp..... MD-CC402-001
<i>Prototype Development Cables</i>	Speed test/development with pre-wired mating connectors that have flying leads other end. Length 10.0' (3.0m). <i>Mates to connector:</i> P2 10-pin wire crimp..... PD10-1434-FL3 P1 14-pin wire crimp..... PD14-2334-FL3 P1 19-pin M23 industrial (straight)..... MD-CS100-000 P1 19-pin M23 industrial (right-angle) MD-CS101-000 P3 2-pin wire crimp..... PD02-2300-FL3
<i>Mating Connector Kits</i>	Use to build your own cables. Kit contains 5 mating shells with pins. Cable not supplied. Manufacturer's crimp tool recommended. <i>Mates to connector:</i> P2 10-pin pressure-fit IDC CK-01 P2 10-pin wire crimp..... CK-02 P1 14-pin wire crimp..... CK-09 P3 2-pin wire crimp..... CK-04

Revision R04.2214

3 Mounting and connection recommendations

DANGER

EXPOSED SIGNALS

Hazardous voltage levels may be present if using an open frame power supply to power the product.

Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.

CAUTION

SWITCHING DC POWER/HOT PLUGGING

Do not connect or disconnect power, logic, or communication while the device is in a powered state.

Remove DC power by powering down at the AC side of the DC power supply.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

CAUTION

LEAD RESTRAINT

Some MDrive mounting configurations require that the MDrive move along the screw. Ensure that all cabling is properly restrained to provide strain relief on connection points.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

CAUTION

THERMAL MANAGEMENT

The mounting plate material should offer sufficient mass and thermal conductivity to ensure that the motor temperature does not exceed 100°C.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

3.1 Mounting

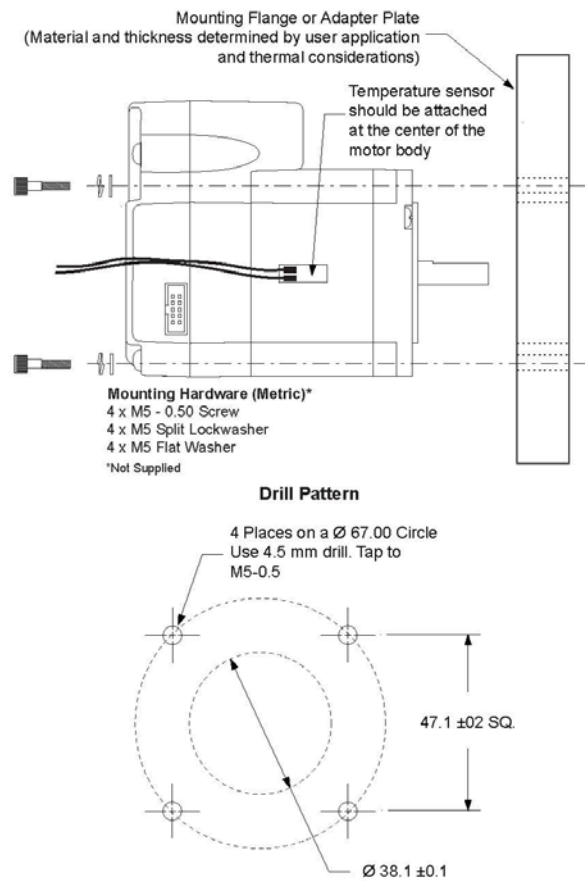


Figure 3.1 MDrive 23 mounting and drill pattern

Revision R04.2214

3.2 Layout and interface guidelines

Logic level cables must not run parallel to power cables. Power cables will introduce noise into the logic level cables and make your system unreliable.

Logic level cables must be shielded to reduce the chance of EMI induced noise. The shield needs to be grounded at the signal source to earth. The other end of the shield must not be tied to anything, but allowed to float. This allows the shield to act as a drain.

Power supply leads to the MDrive need to be twisted. If more than one driver is to be connected to the same power supply, run separate power and ground leads from the supply to each driver.

3.2.1 Rules of wiring

- Power supply and motor wiring should be shielded twisted pairs, and run separately from signal-carrying wires.
- A minimum of one twist per inch is recommended.
- Motor wiring should be shielded twisted pairs using 20 gauge, or for distances of more than 5 feet, 18 gauge or better.
- Power ground return should be as short as possible to established ground.
- Power supply wiring should be shielded twisted pairs of 18 gauge for less than 4 amps DC and 16 gauge for more than 4 amps DC.

3.2.2 Rules of shielding

- The shield must be tied to zero-signal reference potential. It is necessary that the signal be earthed or grounded, for the shield to become earthed or grounded. Earthing or grounding the shield is not effective if the signal is not earthed or grounded.
- Do not assume that Earth ground is a true Earth ground. Depending on the distance from the main power cabinet, it may be necessary to sink a ground rod at the critical location.
- The shield must be connected so that shield currents drain to signal-earth connections.
- The number of separate shields required in a system is equal to the number of independent signals being processed plus one for each power entrance.
- The shield should be tied to a single point to prevent ground loops.
- A second shield can be used over the primary shield; however, the second shield is tied to ground at both ends.

Revision R042214

3.3 Recommended wiring

The following wiring/cabling is recommended for use with the MDrive17:

Logic Wiring22 AWG

Wire Strip Length..... 0.25" (6.0 mm)

Power and Ground See Table 3.2 in Part 1, Section 3 of this document

3.3.1 Recommended mating connectors and pins

<i>Communication</i>	10-pin Friction Lock (P2).....Hirose DF11-10DS-2C
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (22 AWG)..... DF11-22SC
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (24 - 28 AWG) DF11-2428SC
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (30 AWG)..... DF11-30SC

I/O The following mating connectors are recommended for the MDrive172 Units ONLY!
Please contact a JST distributor for ordering and pricing information.

14-pin Locking Wire Crimp Connector Shell..... JST PN PADP-14V-1-S

Crimp PinsJST PN SPH-001 T-P0.5L

Power 2-pin Locking Wire Crimp Connector Shell..... Tyco 794617-2

Crimp Pins Tyco 794610-1

3.4 Securing power leads and logic leads

Some applications may require that the MDrive move with the axis motion. If this is a requirement of your application, the motor leads (flying, pluggable or threaded) must be properly anchored. This will prevent flexing and tugging which can cause damage at critical connection points within the MDrive.

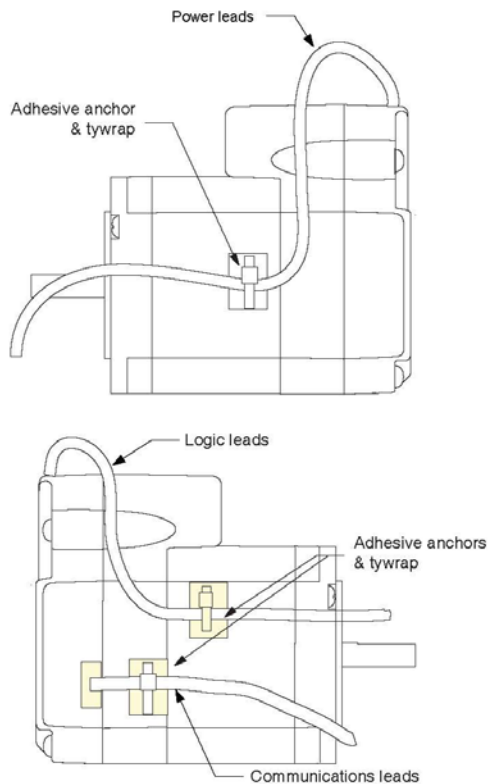


Figure 3.2 Securing leads

This page intentionally left blank

Revision R042214

MDI23:3-6

Integrated Motor and Driver

4 Connection and interface

⚠ DANGER
<p>EXPOSED SIGNALS</p> <p>Hazardous voltage levels may be present if using an open frame power supply to power the product.</p> <p>Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.</p>

⚠ CAUTION
<p>SWITCHING DC POWER/HOT PLUGGING</p> <p>Do not connect or disconnect power, logic, or communication while the device is in a powered state.</p> <p>Remove DC power by powering down at the AC side of the DC power supply.</p> <p>Failure to follow these instructions can result in equipment damage.</p>

4.1 Interfacing RS422-485 communication

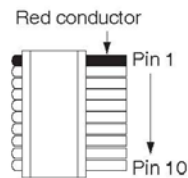
For general RS422/485 single and party mode communication practices please see Part 1 Section 5 of this document.

⚠ CAUTION
<p>Communication GROUND LOOPS</p> <p>To avoid ground loops in the system only connect communication ground to the first MDrive in the system. Do not connect communication ground on subsequent MDrives.</p> <p>Failure to follow these instructions may result in damage to system components!</p>

⚠ CAUTION
<p>HOT PLUGGING!</p> <p>Do not connect or disconnect communication while the device is in a powered state.</p> <p>Failure to follow these instructions may result in damage to system components!</p>

Revision R042214

4.1.1 P2 — 10-pin pressure-fit IDCstyle connector



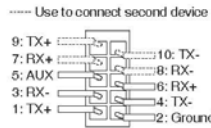
Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX -	Receive minus
8	TX -	Transmit minus
9	TX +	Transmit plus
10	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.

Table 4.1 Communication connections, P2 - 10-pin IDC

Connectivity accessories

- Mating connector kitCK-01 (contains 5 connector shells, ribbon cable not included)
- Communication converter cable (10'/3.0 m).....MD-CC400-001

4.1.2 P2 — 10-pin friction lock wire crimp



Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.
3	RX -	Receive minus
4	TX -	Transmit minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX +	Receive plus
8	RX -	Receive minus
9	TX +	Transmit plus
10	TX -	Transmit minus

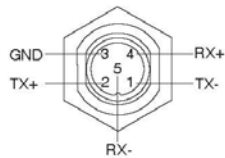
Table 4.2 P2 communication, 10-pin locking wire crimp

Connectivity accessories

- Mating connector kitCK-02 (contains 5 connector shells, ribbon cable not included)
- Communication converter cable (10'/3.0 m).....MD-CC402-001

Revision R04.2214

4.1.3 P2 — 5-pin M12 industrial connector (male)



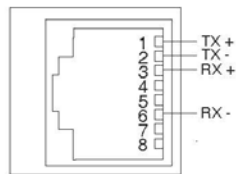
Pin #	Function	Description
1	TX -	Transmit minus
2	TX +	Transmit plus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.

Table 4.3 P2 communication, 5-pin M12F industrial connector

Connectivity accessories

Communication converter cable (10'/3.0 m).....MD-CC401-001

4.2 Interfacing Ethernet communication



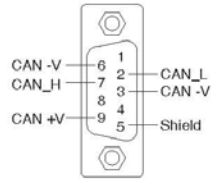
Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	N/C	Not connected
5	N/C	Not connected
6	RX -	Receive minus
7	N/C	Not connected
8	N/C	Not connected

Table 4.4 P2 communication, Ethernet RJ45

Revision R042214

4.3 Interfacing CANopen communication

4.3.1 P2 — 9-pin d-sub connector (female)

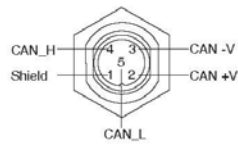


Pin #	Function	Description
1	N/C	Not connected
2	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)
3	CAN -V	CAN communication ground
4	N/C	Not connected
5	Shield	Optional CAN shield
6	CAN -V	Optional ground
7	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
8	N/C	Not connected
9	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply

Table 4.5 CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)

Connectivity accessories Communication converter cable MD-CC500-000

4.3.2 P2 — 5-pin M12 industrial connector (female)



Pin #	Function	Description
1	Shield	Optional CAN shield
2	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply
3	CAN -V	Optional ground
4	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
5	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)


Table 4.6 CANopen communication, P2: 5-pin M12 female

Connectivity accessories Communication converter cable MD-CC500-000

Revision R04.2214

4.4 Interfacing DC power

See part 1 of this document, section 3, for recommended power cable configurations.

 CAUTION	
OVER VOLTAGE	
The DC voltage range for the MDrive 23 is +12 to +60 VDC. Ensure that motor back EMF is factored into your power supply size calculations.	
Allow 3.0 A maximum power supply output current per MDrive in the system. Actual power supply current will depend on voltage and load.	
Failure to follow these instructions can result in equipment damage.	

4.4.1 Recommended power supply characteristics

Voltage range	+12 to +75 VDC
Type	Unregulated linear
Ripple	± 5%
Output current	3.0 A (per MDrive 23)

Table 4.7 Recommended power supply characteristics

4.4.2 Recommended wire gauge

Cable Length: Feet (meters)	10 (3.0)	25 (7.6)	50 (15.2)	75 (22.9)	100 (30.5)
Amps Peak	Minimum AWG				
1 Amp Peak	20	20	18	18	18
2 Amps Peak	20	18	16	14	14
3 Amps Peak	18	16	14	12	12

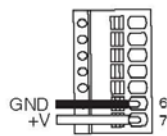
Table 4.8 Recommended power supply wire gauge

4.4.3 P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface

Wire Color	
Red	Motor power supply
Black	Power ground

Table 4.9 Power and ground connections, flying leads

4.4.4 P1 — 7-pin pluggable terminal interface



Pin #	
6	Power ground
7	Motor power supply

Table 4.10 Power and ground connections, 7-pin terminal

4.4.5 P1 — 2-pin wire crimp interface



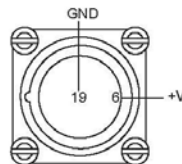
Pin #		PD02-2300-FL3 wire colors
6	Power ground	Black
7	Motor power supply	Red

Table 4.11 Power and ground connections, 7-pin terminal

Connectivity accessories

- Prototype development cable PD02-2300-FL3
- Mating connector kit CK-04
(contains 5 connector shells, ribbon cable not included)

4.4.6 P1 — 19-pin M23 industrial interface



Pin #	Signal	Cable wire colors
		MD-CS10x-000
6	Motor power supply	Blue
19	Power ground	Brown

Table 4.12 Power and ground connections, 12-pin locking wire crimp

A mating connector kit is not available for this connector. Shop for compatible connectors at:

- Lumberg
- Phoenix
- Turck
- RDE Connectors

Revision R04.2214

4.5 Interfacing I/O

See part 1 of this document, section 4, for I/O interface configurations and methods.

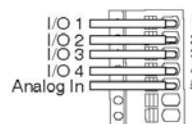
⚠ CAUTION	
ELECTRICAL OVERSTRESS	
The general purpose I/O is tolerant to +24 VDC. The following listed I/O point is TTL level and only tolerant to +5 VDC:	
1)	Capture/Trip
2)	Step/Direction
3)	Remote encoder inputs
Do not exceed +5 VDC on these points.	
Failure to follow these instructions can result in equipment damage.	

4.5.1 P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface

Wire Color	Signal
White/yellow	General purpose I/O 1
White/orange	General purpose I/O 2
White/violet	General purpose I/O 3
White/blue	General purpose I/O 4
Green	Analog input

Table 4.13 I/O connections, flying leads

4.5.2 P1 — 7-pin pluggable terminal interface

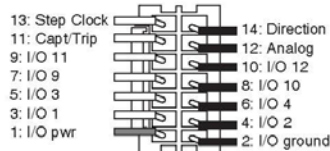


Pin number	Signal
1	General purpose I/O 1
2	General purpose I/O 2
3	General purpose I/O 3
4	General purpose I/O 4
5	Analog input

Table 4.14 I/O connections, 7-pin terminal

Revision R042214

4.5.3 P1 — 14-pin locking wire crimp interface (expanded I/O)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O power	Red
2	I/O ground	Black
3	General purpose I/O 1	Orange
4	General purpose I/O 2	Black
5	General purpose I/O 3	Brown
6	General purpose I/O 4	Black
7	General purpose I/O 9	Yellow
8	General purpose I/O 10	Black
9	General purpose I/O 11	Blue
10	General purpose I/O 12	Black
11	Capture output/trip input	Green
12	Analog input	Black
13	Step clock I/O	White
14	Direction clock I/O	Black

Table 4.15 I/O connections, 14-pin locking wire crimp

Connectivity accessories

Mating connector kitCK-09
(contains 5 connector shells and the appropriate quantity of pins to make 5 cables)

Prototype development cable (10'/3.0 m)..... PD14-2334-FL3

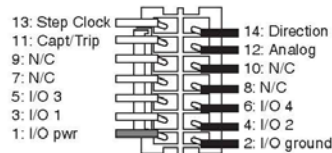
Manufacturer (JST) part numbers

Connector shell.....PADP-14V-1-S

Pins..... SPH-001T0.5L

Revision R04.2214

4.5.3 P1 — 14-pin locking wire crimp interface (Ethernet version)



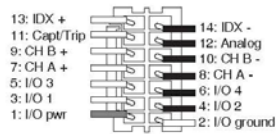
Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O power	Red
2	I/O ground	Black
3	General purpose I/O 1	Orange
4	General purpose I/O 2	Black
5	General purpose I/O 3	Brown
6	General purpose I/O 4	Black
7	Not connected	Yellow
8	Not connected	Black
9	Not connected	Blue
10	Not connected	Black
11	Capture output/trip input	Green
12	Analog input	Black
13	Step clock I/O	White
14	Direction clock I/O	Black

Table 4.16 I/O connections, 16-pin locking wire crimp

<i>Connectivity accessories</i>	Mating connector kit CK-09 (contains 5 connector shells and the appropriate quantity of pins to make 5 cables)
	Prototype development cable (10'/3.0 m)..... PD14-2334-FL3
<i>Manufacturer (JST) part numbers</i>	Connector shell..... PADP-14V-1-S
	Pins..... SPH-001T0.5L

Revision R042214

4.5.4 P1 — 14-pin locking wire crimp interface (remote encoder)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O power	Red
2	I/O ground	White
3	General purpose I/O 1	Orange
4	General purpose I/O 2	Black
5	General purpose I/O 3	Brown
6	General purpose I/O 4	Black
7	Channel A +	Yellow
8	Channel A -	Black
9	Channel B +	Blue
10	Channel B -	Black
11	Capture output/trip input	Green
12	Analog input	Black
13	Index +	White
14	Index -	Black

Table 4.17 I/O and remote encoder connections, 14-pin locking wire crimp

Connectivity accessories

Mating connector kitCK-09
(contains 5 connector shells and the appropriate quantity of pins to make 5 cables)

Prototype development cable (10'/3.0 m)..... PD14-2334-FL3

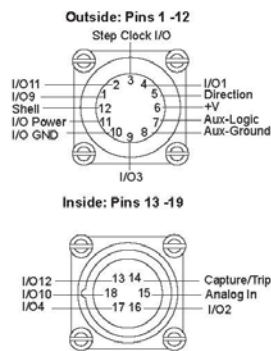
Manufacturer (JST) part numbers

Connector shell.....PADP-14V-1-S

Pins.....SPH-001T0.5L

Revision R04.2214

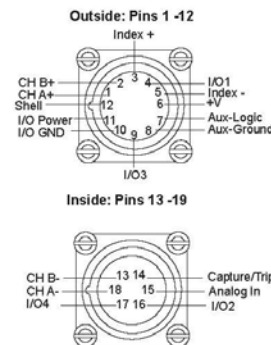
4.5.5 P1 — 19-pin M23 industrial connector (expanded I/O)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O 9	Violet
2	I/O 11	Red
3	Step/Clock I/O	Grey
4	I/O 1	Red/Blue
5	Direction I/O	Green
6	+VDC	Blue
7	Aux-Logic	Gray/Pink
8	Aux-Ground	White/Green
9	I/O 3	White/Yellow
10	I/O GND	White/Gray
11	I/O PWR	Black
12	Shell connect	Yellow/Green
13	I/O 12	Yellow/Brown
14	Capture/Trip I/O	Brown/Green
15	AIN	White
16	I/O 2	Yellow
17	I/O 4	Pink
18	I/O 10	Gray/Brown

Table 4.18 I/O connections, 19-pin M23 industrial

4.5.6 P1 — 19-pin M23 industrial connector (remote encoder)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	Channel A+	Violet
2	Channel B+	Red
3	Index +	Grey
4	I/O 1	Red/Blue
5	Index -	Green
6	+V	Blue
7	Aux-Logic	Gray/Pink
8	Aux-Ground	White/Green
9	I/O 3	White/Yellow
10	I/O GND	White/Gray
11	I/O PWR	Black
12	Shell connect	Yellow/Green
13	Channel B-	Yellow/Brown
14	Capture/Trip I/O	Brown/Green
15	AIN	White
16	I/O 2	Yellow
17	I/O 4	Pink
18	Channel A -	Gray/Brown

Table 4.19 I/O connections, 19-pin M23 industrial

Revision R042214

4.6 Connectivity accessory details

4.6.1 RS-422/485 communication converter cables

USB to 10-pin IDC connector P2
P/N: MD-CC400-001

Electrically isolated in-line USB to RS-422/485 converter pre-wired with mating connector to conveniently program and set configuration parameters

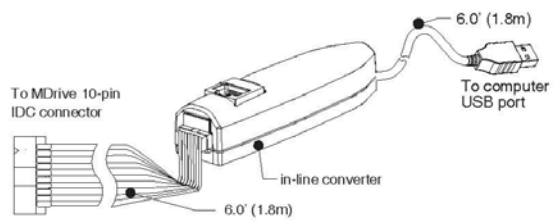


Figure 4.1 MD-CC400-000 communication converter cable

USB to 10-pin wire crimp connector P2
P/N: MD-CC402-001

Electrically isolated in-line USB to RS-422/485 converter pre-wired with mating connector to conveniently program and set configuration parameters

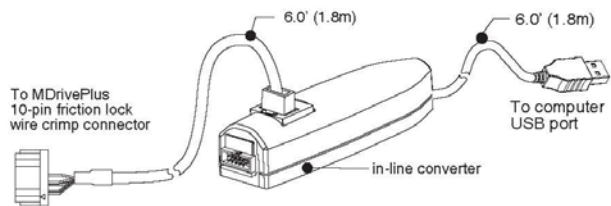


Figure 4.2 MD-CC402-001 communication converter cable

Revision R04.2214

USB to 5-pin industrial connector P2—
MD-CC401-000

Electrically isolated in-line USB to RS-422/485 converter pre-wired with mating connector to conveniently program and set configuration parameters.

No mating connector kit is available for this connector style. Compatible mating connectors may be purchased from the following suppliers:

- Phoenix
- Turck
- RDE Connectors

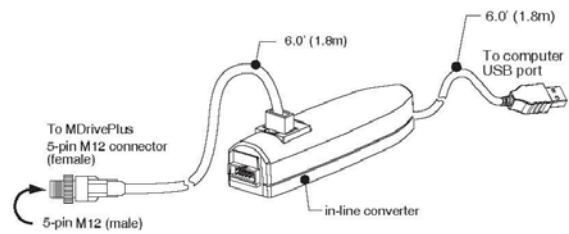


Figure 4.3 MD-CC401-001 communication converter

4.6.2 Prototype development cables

Flying leads to 10-pin wire crimp connector
P2 -P/N: PD10-1434-FL3

Used in conjunction with the MD-CC402-001 communication converter cable to facilitate multi-drop RS-422/485 communication.

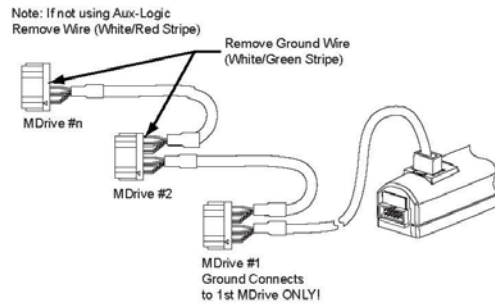
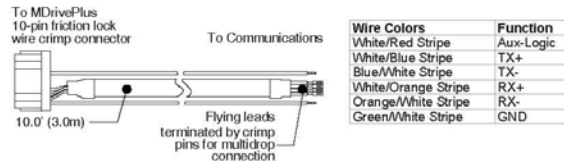


Figure 4.4 Multi-drop communication using the PD10-1434-FL3

Procedure

- 1) Remove ground wire (unless this is the first system MDrive, green/white stripe)
- 2) Remove aux-logic (if not used, red/white stripe)
- 3) Connect pre-crimped flying leads as shown in Figure 5.7 below

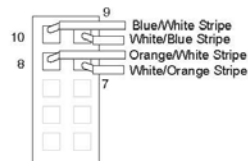
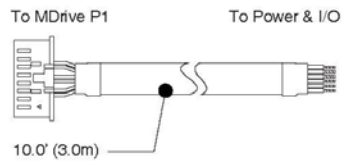


Figure 4.5 Wiring a second PD10-1434-FL3 into the 10-pin wire crimp connector.

Revision R04.2214

Flying leads to 14-pin locking wire crimp connector P2 -P/N: PD14-2334-FL3

The PD14-2334-FL3 prototype development cable is used to rapidly interface the MDrive 23 to the users controller. This 10' (3.0 m) cable consists of a 14-pin locking wire crimp connector to plug directly into the MDrive P1 connector with flying leads on the opposite end to interface



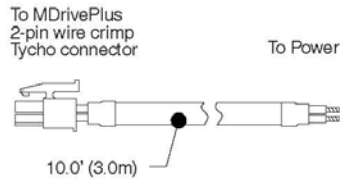
Pin #	Wire Colors	Signal (Expanded features)	Signal (Remote encoder)	Pairs
14	Black	Step Clock I/O	Index -	X
13	White	Direction I/O	Index +	
12	Black	Analog Input	Analog Input	X
11	Green	Capture/Trip I/O	Capture/Trip I/O	
10	Black	I/O 12	Channel B -	X
9	Blue	I/O 11	Channel B +	
8	Black	I/O 10	Channel A -	X
7	Yellow	I/O 9	Channel A +	
6	Black	I/O 4	I/O 4	X
5	Brown	I/O 3	I/O 3	
4	Black	I/O 2	I/O 2	X
3	Orange	I/O 1	I/O 1	
2	Black	I/O Ground	I/O Ground	X
1	Red	I/O Power	I/O Power	

Figure 4.6 Prototype development cable PD14-2334-FL

Revision R042214

Flying leads to 2-pin locking wire crimp connector P2 -P/N: PD02-2300-FL3

The PD02-2300-FL3 prototype development cable is used to rapidly interface the MDrive 23 to the users DC power supply. This 10' (3.0 m) cable consists of a 2-pin locking wire crimp connector to plug directly into the MDrive P3 connector with flying leads on the opposite end to interface to DC power.



Pin #	Wire Colors	Signal (Expanded features)
2	Black	Ground
1	Red	+V

Figure 4.7 Prototype development cable PD02-2300-FL3

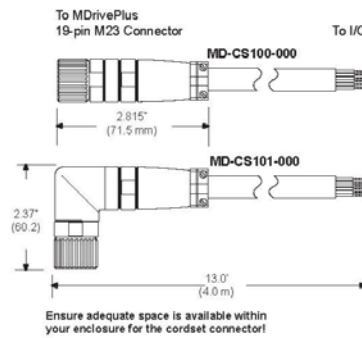
Revision R04.2214

4.6.3 Connectivity option — 19 conductor cordset

19-pin M23 single-ended cordsets are offered to speed prototyping. Measuring 13.0' (4.0m) long, they are available in either straight or right angle termination. PVC jacketed cables come with a foil shield and unconnected drain wire.

Straight Termination..... MD-CS100-000

Right Angle..... MD-CS101-000



Pin #	Wire Colors	Signal (Expanded Features)	Signal (Remote encoder)
1	Violet	I/O9	Channel A +
2	Red	I/O11	Channel B +
3	Gray	Step Clock	Index +
4	Red/Blue	I/O1	I/O1
5	Green	Direction	Index -
6	Blue	+V	+V
7	Gray/Pink	Aux-Logic	Aux-Logic
8	White/Green	Comm GND	Comm GND
9	White/Yellow	I/O3	I/O3
10	White/Gray	I/O GND	I/O GND
11	Black	I/O Power	I/O Power
12	Green/Yellow	Shell Connect	Shell Connect
13	Yellow/Brown	I/O12	Channel B -
14	Brown/Green	Capture/Trip	Capture/Trip
15	White	Analog In	Analog In
16	Yellow	I/O2	I/O2
17	Pink	I/O4	I/O4
18	Gray/Brown	I/O10	Channel A -
19	Brown	GND	GND

Figure 4.8 MD-CS10x-000 cordset

Revision R042214

4.7 Mating connector kits

Use to build your own cables. Kit contains 5 mating shells with pins.
Cable not supplied. Manufacturer's crimp tool recommended.

Mates to connector:

P2 10-pin pressure-fit IDC.....	CK-01
P2 10-pin wire crimp.....	CK-02
P1 14-pin wire crimp.....	CK-09
P3 2-pin wire crimp.....	CK-04

Liite 3 IPG YLS - 2000-SM



IPG PHOTONICS

PRODUCTS | APPLICATIONS | INDUSTRIES | COMPANY | INVESTORS | WHY IPG?

Contact Us | News | Careers | Search | Language

YLS-SM, 1-10 kW

Ytterbium Single-mode CW Systems

YLS single-mode Ytterbium fiber laser systems range up to 10 kW, operating in CW or modulated modes up to 5 kHz. They have dynamic range from 10% to full power with no change in beam divergence or beam profile. YSL single-mode systems are used in advanced materials processing requiring extremely high power and brightness, as well as in directed energy applications.

1 micron ▾

Specifications Applications



Features

- ▶ TEM₀₀ Mode
- ▶ Over 10 kW Average Power
- ▶ High Wall-plug Efficiency
- ▶ Maintenance-free Operation
- ▶ Modular 'Plug & Play' Design
- ▶ Compact, Rugged & Easy to Install

Optical Characteristics

YLS-	1000-SM	2000-SM	3000-SM	4000-SM	5000-SM	6000-SM	7000-SM... 10 000-SM
Central Wavelength Range, nm	1070 ±10						
Mode of Operation	CW/modulated						
Modulation Frequency, kHz	0 - 5						
Maximum Average Power*, kW	1	2	3	4	5	6	7...10
Power Tunability, %	10 - 100						
Power Stability**, %	±2						

* Higher power levels are available upon request. Please contact your IPG Representative.

** Over 4 hours, T=const

General Characteristics

YLS-	1000-SM	2000-SM	3000-SM	4000-SM	5000-SM	6000-SM	7000-SM... 10 000-SM
Cabinet Style	12U NEMA 12		25U NEMA 12		31U NEMA 12		
Cabinet Dimensions (W × D × H), mm	775 × 800 × 550		850 × 800 × 1100		850 × 800 × 1400		
Supply Voltage, 3-phase, VAC	400 - 480						

Liite 4 Fiber Elephant



FIBER ELEPHANT

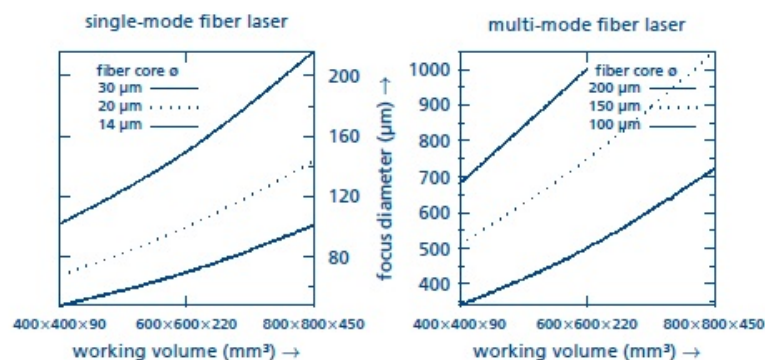
- modular heavy duty 3D scan head for fiber lasers
- suitable for vision and measurement systems, multi-kW applications and gas lasers
- fast Z-axis; focus translator substitutes expensive or unavailable flat field lens for large apertures
- fiber coupling: Optoskand QBH, Type D, clamp for collimated fiber output $\varnothing 30$ mm or $\varnothing 35$ mm, or others on request
- fiber collimator with 80, 100, 120, 150, 170 or 200 mm focal length
- aperture 24, 36 or 50 mm
- for wavelength 1020–1080 nm



TYPICAL CONFIGURATIONS; more on request

F-Theta objectives are available for apertures up to 31 mm. Please see the typical configurations of the RHINO for these apertures. In general the ELEPHANT is a scan head substituting the F-Theta objective by an internal beam expander where one of the lenses position is controlled by a galvanometer.

aperture	(mm)	36	36	50	50	50	50	50
wavelength	(nm)	1070	1070	1070	1070	1070	1070	1070
mode		SM	SM	SM	SM	MM	MM	MM
process fiber ø	(μm)	30	14	14	14	100	100	150
scan field size \square	(mm)	400	290	350	1200	200	600	400
Z-range	(mm)	20	10	20	750	10	140	20
working distance	(mm)	500	350	480	1600	350	800	480
approx. focus ø	(μm)	50	30	30	80	240	500	450
protective glass		yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes



SPECIFICATION; more on page ?? et seqq.

block aperture	(mm)	24	36	50
beam entry/-exit displacement X	(mm)	24.2	35.7	55.0
weight without objective; approx.	(kg)	4-8	4-8	4-8

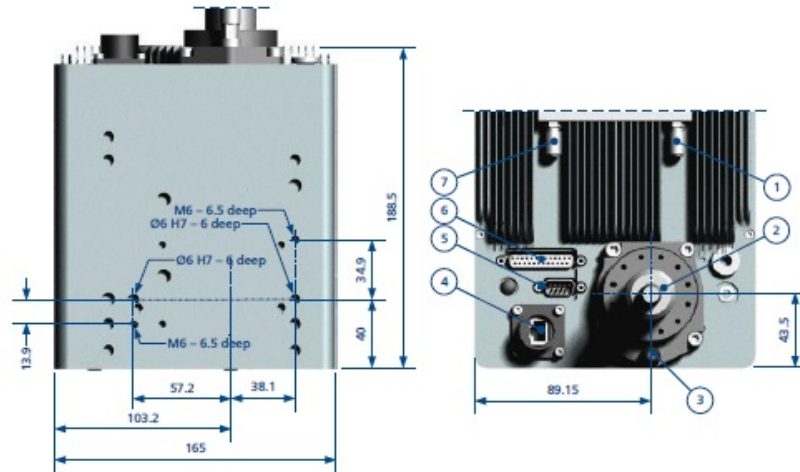
options

water cooling; thermal stabilization; vision module with camera; air cooled mirrors; easily detachable robot flange (available for robots of all major manufacturers); highly dynamical 31/28 or 45/42 silicon carbide mirror set; ultra-fast beam power attenuator; water cooled beam dump shutter



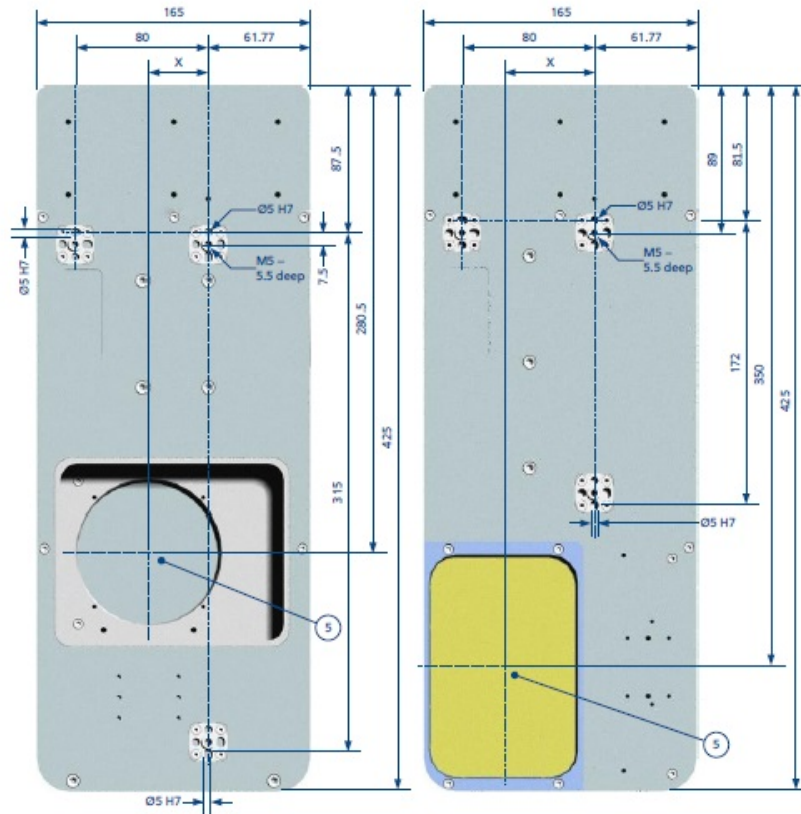
dimensions in mm; without options

- ① cooling water; ② fiber coupling ③ strain relief; ④ DATA I/O; ⑤ DC INPUT;
⑥ XY4-100 / SLAVE LINK; ⑦ cooling water

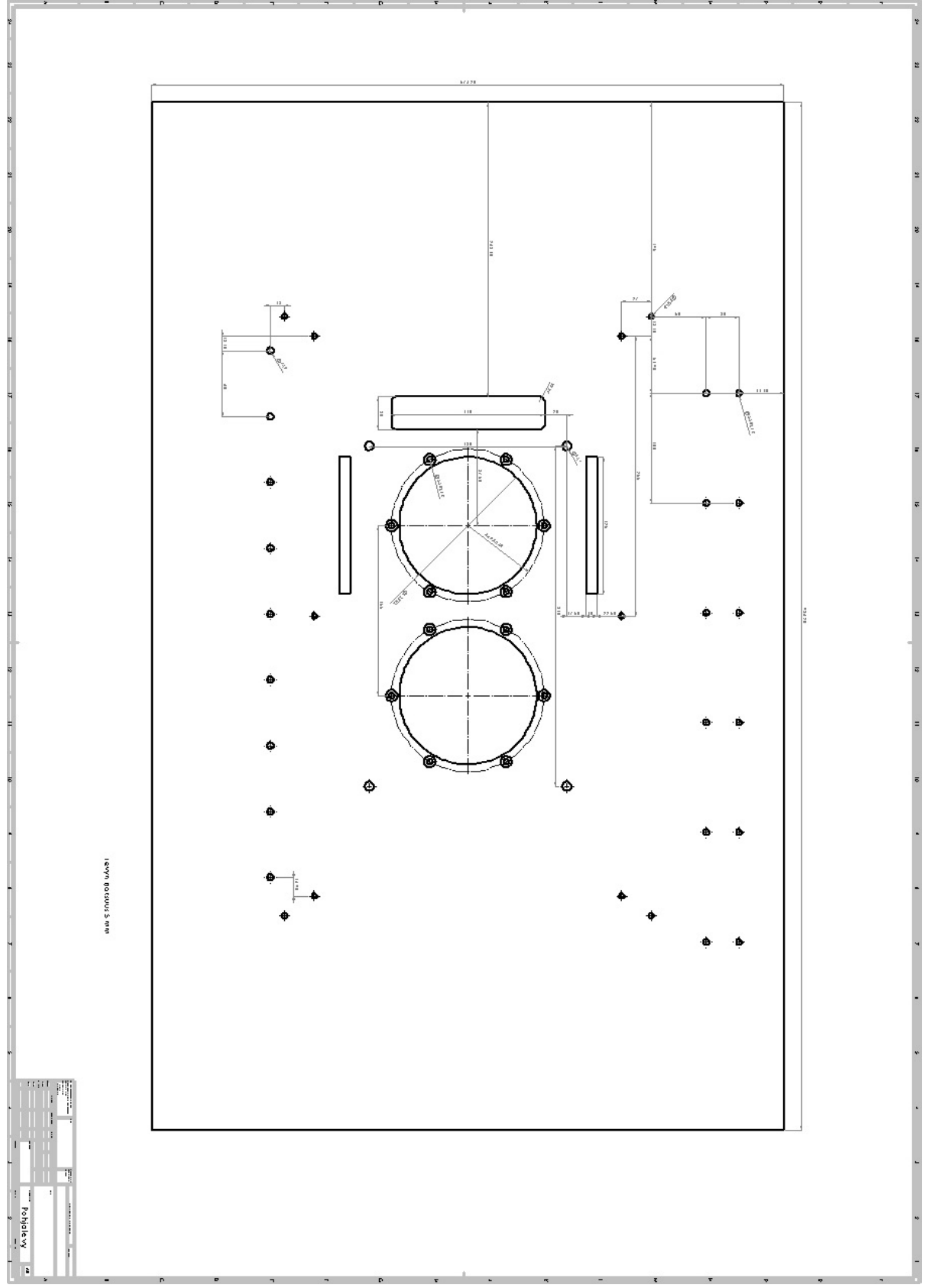




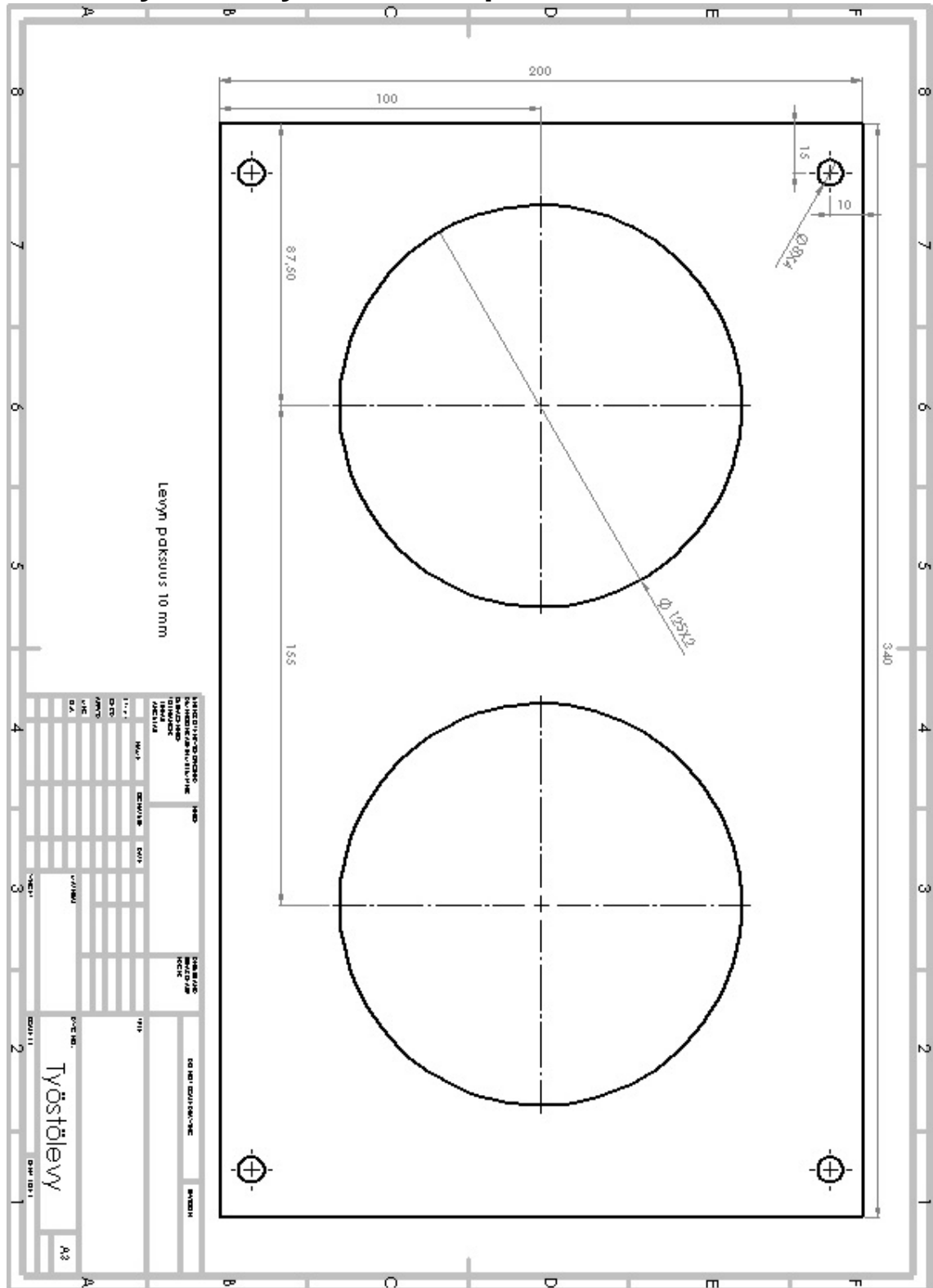
left: dimensions for apertures 24, 36 mm; right: dimensions for aperture 50 mm; ⑧ laser beam exit



Liite 5 Pohjalevyn tekninen piirustus



Liite 6 Työstölevyn tekninen piirustus



Liite 7 Sylinteriputki

SYLINTERIPUTKET 11

Saumaton kuumavalssattu, hoonattu sylinteriputki ID Ø 20-660 mm

Marine, Offshore sekä muihin raskaisiin ja vaativiin kohteisiin toimitamme kuumavalssattuja sylinteriputkia, asiakkaan vaatimuksiin räätälöityinä.

Seinämapaksuus: 5-100 mm

Sisähalkaisijan toleranssi: ISO H8

Ulkohalkaisija- ja seinämapaksuustoleranssi: EN10297 mukaan

Suoruus: 1 mm / 1000 mm, pyydettäessä jopa 0,2 mm / 1000 mm

Valmistuspituudet: maks. 11 m

Pyydettäessä:

- enintään kylmiin olosuhteisiin, jopa iskutheydellä min. 40 J -60 °C
- 3.2 todistuksen: mm. LRS, DNV, GL, BV, ABS ja MRS -luokkiin

Varastoimme teräslaatuja E355 ja S355J2H. Tehdastilauksina ja asiakasvarastointina toimitamme myös seostetumpia ja lujempia materiaaleja.



Lujemmat materiaalit mahdollistavat pienemmän halkaisijan ja ohuemman seinämän käytön, mikä laskee putken painoa ja sen myötä kustannuksia.

Mekaaniset ominaisuudet														
Teräslaatu	Myötöraja, R _e (N/mm ²)						R _m (N/mm ²)			Murto-venymä A %				Iskusitkeys J (-20 °C)
	Seinämapaksuus (mm)						Seinämap. (mm)			Seinämapaksuus (mm)				
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 120	≤ 3	> 3 ≤ 100	> 100 ≤ 120	≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 120	
S355J2H	355	345	335	325	315	295	510-680	470-630	450-600	22	21	20	18	27

Mekaaniset ominaisuudet											
Teräslaatu	Myötöraja, R _e (N/mm ²)					Murtolujuus, R _m (N/mm ²)				Murto-venymä A %	Iskusitkeys J (-20 °C)
	Seinämapaksuus, T (mm)					Seinämapaksuus, T (mm)					
	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 65	> 65 ≤ 80	> 80 ≤ 100	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 65	> 65 ≤ 100		
E355K2	355	345	335	315	295	490	490	470	470	20	40
E420J2	420	400	390	370	360	600	560	530	500	19	27
E460K2	460	440	430	410	390	550	550	550	520	19	40
E590K2	590	540	480	455	420	700	650	570	520	16	40
E730K2	730	670	620	580	540	790	750	700	680	15	40

Kemiallinen analyysi														
Teräslaatu	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	N	Nb	Ti	V
	%	%	%	maks.%	maks.%	maks.%	%	%	min.%	maks.%	maks.%	maks.%	maks.%	%
S355J2H	0,220	0-0,55	0-1,6	0,030	0,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E355K2	0 - 0,20	0 - 0,50	0,90-1,65	0,030	0,030	0,30	0 - 0,10	0 - 0,50	0,020	0,35	0,015	0,05	0,05	0 - 0,12
E420J2	0,16-0,22	0,10-0,50	1,30-1,70	0,030	0,035	0,30	0 - 0,08	0 - 0,40	0,010	0,30	0,020	0,07	0,05	0,08-0,15
E460K2	0 - 0,20	0 - 0,60	1,00-1,70	0,030	0,030	0,30	0 - 0,10	0 - 0,80	0,020	0,70	0,025	0,05	0,05	0 - 0,20
E590K2	0,16-0,22	0,10-0,50	1,30-1,70	0,030	0,035	0,30	0 - 0,08	0 - 0,40	0,010	0,30	0,020	0,07	0,05	0,08-0,15
E730K2	0 - 0,20	0 - 0,50	1,40-1,70	0,025	0,025	0,30	0,30-0,45	0,30-0,70	0,020	0,20	0,020	0,05	0,05	0 - 0,12

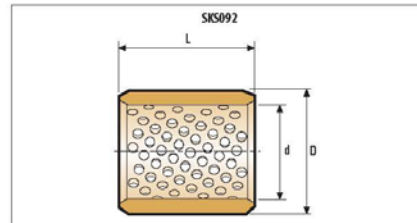
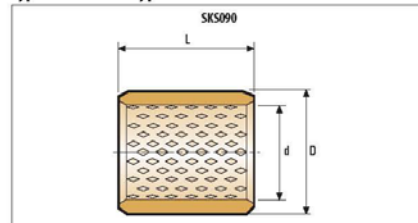
POLARPUTKI OY, SYLINTERIPUTKET JA KROMATUT TANGOT, WWW.POLARPUTKI.FI

Liite 8 Pronssiholkki



Raka glidlager / Plain bearing

Typ SKS090/092 / Type SKS090/092



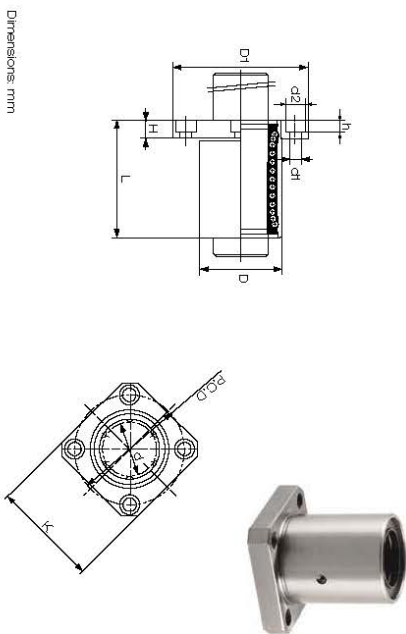
Teknisk data	Performance index	Data/ Data	Material/ Material
Brötgräns R_{m2} :	Tensile strength R_{m2} :	470 N/mm ²	Cu - 91,3% Sn - 8,5% P - 0,2%
Sträckgräns $R_{p0,2}$:	Yield strength $R_{p0,2}$:	250 N/mm ²	
Förångning i % A10:	Elongation % A10:	40 %	
Hårdhet, Brinell:	Hardness, Brinell:	90-110 HB	
Belastningskapacitet	Load		
	Static load	250 N/mm ²	
Dynamisk	Dynamic load	40 N/mm ²	
Max glidhastighet	Maximum speed	2,5 m/s	
Friktionskoefficient	Friction coeff	0,10-0,25 μ	
Arbetsstemperatur	Temperature range	-100 / +200 °C	
Värmeledningsförmåga	Thermal conductivity	60 W/mk	
Inbyggingsmätt	Guideline for assembly		
Åxel tolerans	Shaft tolerance	e7 / f7	
Hus tolerans	House tolerance	H7	

d mm	D mm	Längd L mm / Length L mm																																					
		6	8	9	10	12	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	115	120	130	140	150						
100	105																																						
105	110																																						
110	115																																						
115	120																																						
120	125																																						
125	130																																						
130	135																																						
135	140																																						
140	145																																						
145	150																																						
150	155																																						
155	160																																						
160	165																																						
165	170																																						
170	175																																						
175	180																																						
180	185																																						
185	190																																						
190	195																																						
195	200																																						
200	205																																						
205	210																																						
210	215																																						
215	220																																						
220	225																																						
225	230																																						
230	235																																						
240	245																																						
250	255																																						
260	265																																						
270	275																																						
280	285																																						
290	295																																						
300	305																																						

Liite 9 Laakeri LMEK8UU

LINEAR BALL BEARING UNITS

Flange Unit Type LMEK...UU



Dimensions: mm

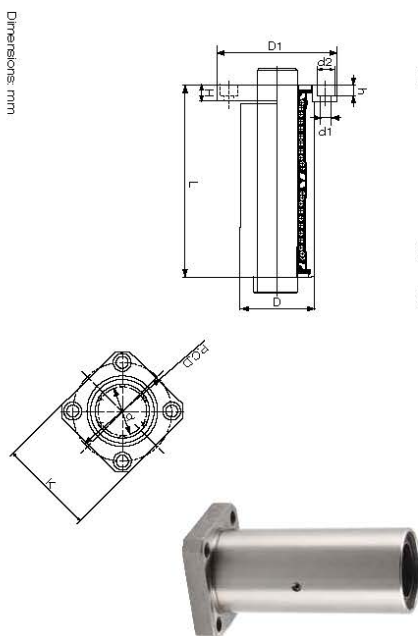
Article No.	No. of ball rows	d	D	L	Dh	K	H	PCD	dh	d2	x	h	Dynamic Cn(N)	Static Co(N)
LMEK8UU	4	8	16	26	32	26	5	24	3,5 X	6 X	3,1		270	410
LMEK12UU	4	12	22	32	42	32	6	32	4,5 X	7,5 X	4,4		620	790
LMEK16UU	5	16	26	36	46	36	6	36	4,5 X	7,5 X	4,4		690	910
LMEK20UU	5	20	32	46	54	42	8	43	5,5 X	9 X	5,4		890	1400
LMEK26UU	6	26	40	68	62	50	8	51	6,5 X	9 X	6,4		1000	1600
LMEK30UU	6	30	47	68	76	60	10	62	6,6 X	11 X	6,5		1600	2800
LMEK40UU	6	40	62	80	98	75	13	80	9 X	14 X	8		2200	4000
LMEK50UU	6	60	76	100	112	88	13	94	9 X	14 X	8,1		3900	8100
LMEK60UU	6	60	90	125	134	106	18	112	11 X	17,5 X	10,8		4800	10000

Other types on request

10

LINEAR BALL BEARING UNITS LONG TYPE

Flange Unit Long Type LMEK...LUU



Dimensions: mm

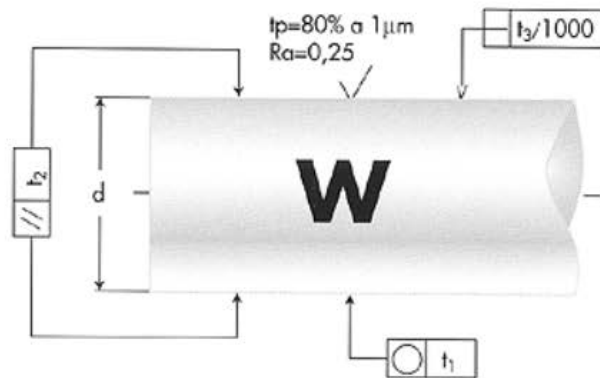
Article No.	No. of ball rows	d	D	L	Dh	K	H	PCD	dh	d2	x	h	Dynamic Cn(N)	Static Co(N)
LMEK12LUU	4	12	22	61	42	32	6	32	4,5 X	8 X	4,4		667	1200
LMEK16LUU	5	16	26	68	46	35	6	36	4,5 X	8 X	4,4		1230	2380
LMEK20LUU	5	20	32	80	54	42	8	43	5,5 X	9,5 X	5,4		1400	2790
LMEK26LUU	6	26	40	112	62	50	8	51	6,5 X	9,5 X	6,4		1660	3140
LMEK30LUU	6	30	47	123	76	60	10	62	6,6 X	11 X	6,5		2490	5490
LMEK40LUU	6	40	62	152	98	75	13	80	9 X	14 X	8,6		3490	8040
LMEK50LUU	6	60	76	192	112	88	13	94	9 X	14 X	8,6		6200	16220
LMEK60LUU	6	60	90	209	134	106	18	112	11 X	17 X	11		7700	20400

Other types on request

11

Liite 10 Ohjaava akseli 8 mm

ROLLCO
SPECIALIZED
ON LINEAR MOTION



Product No
W8
Model
Precision Shaft

Product Attribute	Ref.	Value
d		8
Vikt (kg/m)		0,39
Kod		W 8
Rht (max)		1,0
n6		0 - 9
t1		4
t2		6
t3		300

© Rollco 2017-05-19 R2007

Address: Rollco AB
Box 22234
Ekvändan 3
250 24 Helsingborg
Sweden

Phone: 042- 15 00 40
Web: www.rollco.se

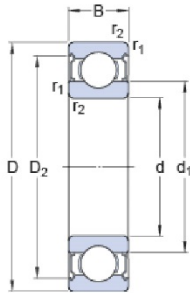
Liite 11 Laakeri 626-2Z



626-2Z

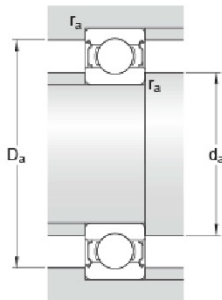
SKF Explorer

Dimensions



d	6	mm
D	19	mm
B	6	mm
d ₁	≈ 11.1	mm
D ₂	≈ 16.5	mm
r _{1,2}	min. 0.3	mm

Abutment dimensions



d _a	min. 8.4	mm
d _a	max. 11	mm
D _a	max. 16.6	mm
r _a	max. 0.3	mm

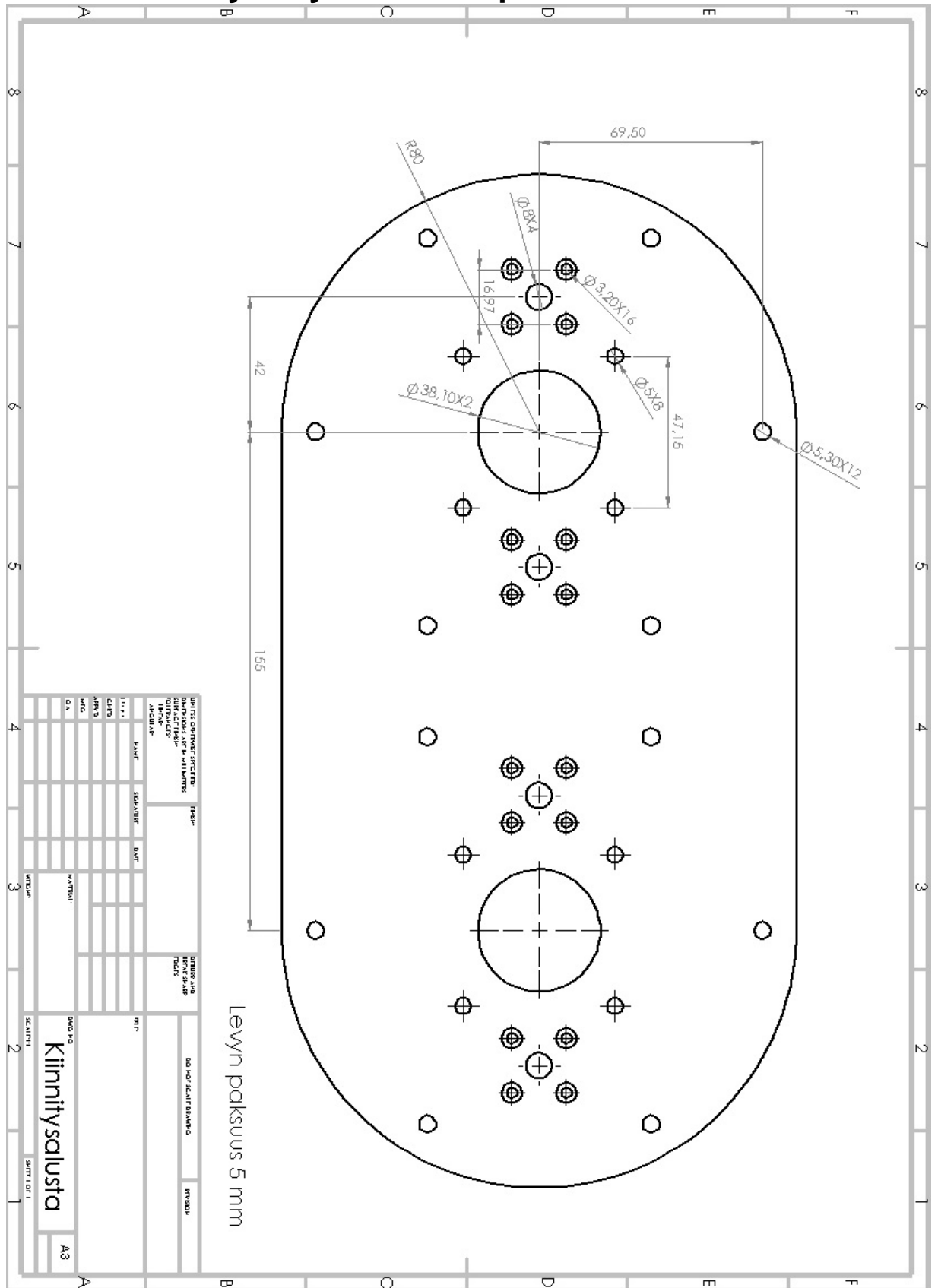
Calculation data

Basic dynamic load rating	C	2.34	kN
Basic static load rating	C ₀	0.95	kN
Fatigue load limit	P _u	0.04	kN
Reference speed		80000	r/min
Limiting speed		40000	r/min
Calculation factor	k _r	0.025	
Calculation factor	f ₀	13	

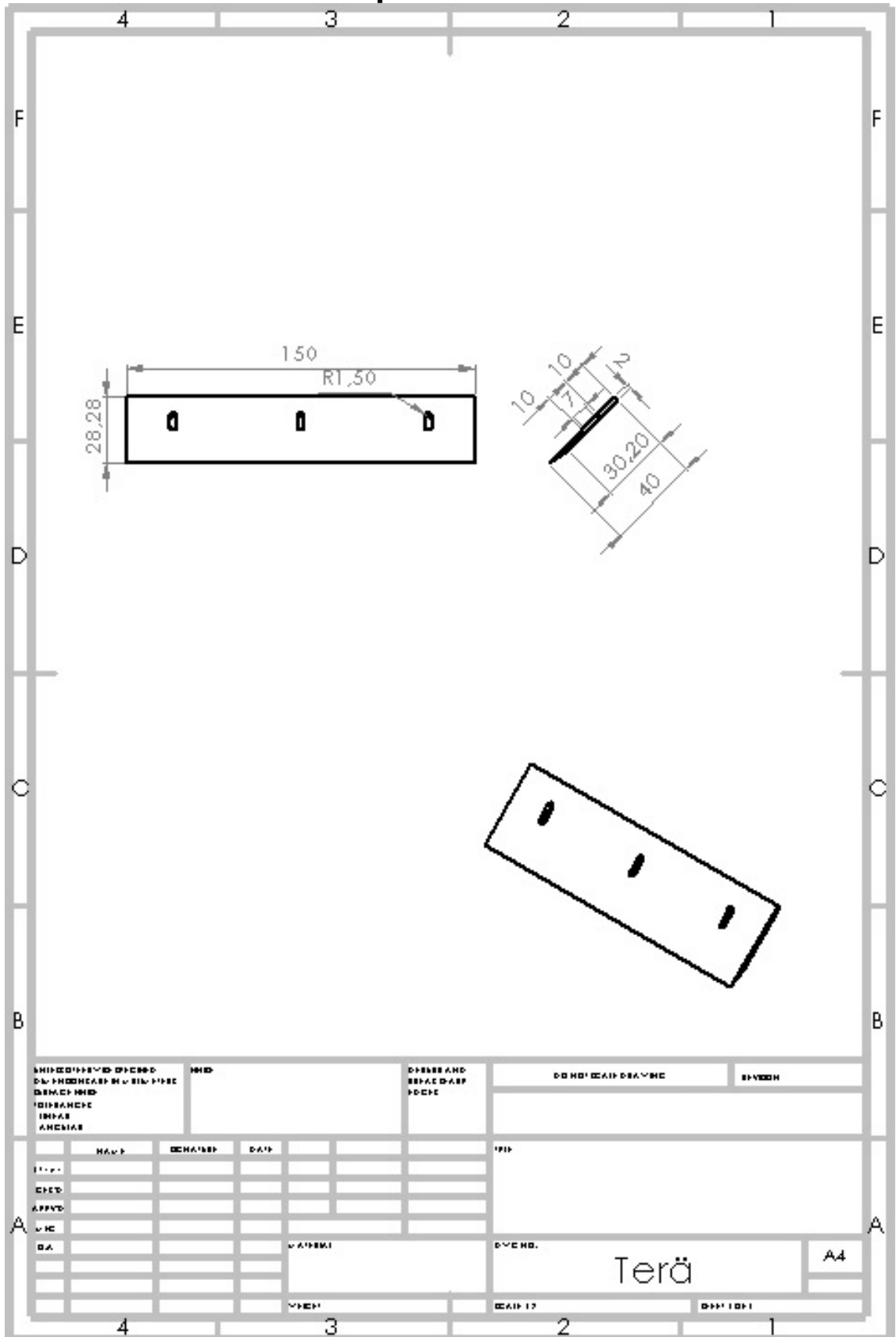
Mass

Mass bearing		0.0088	kg
--------------	--	--------	----

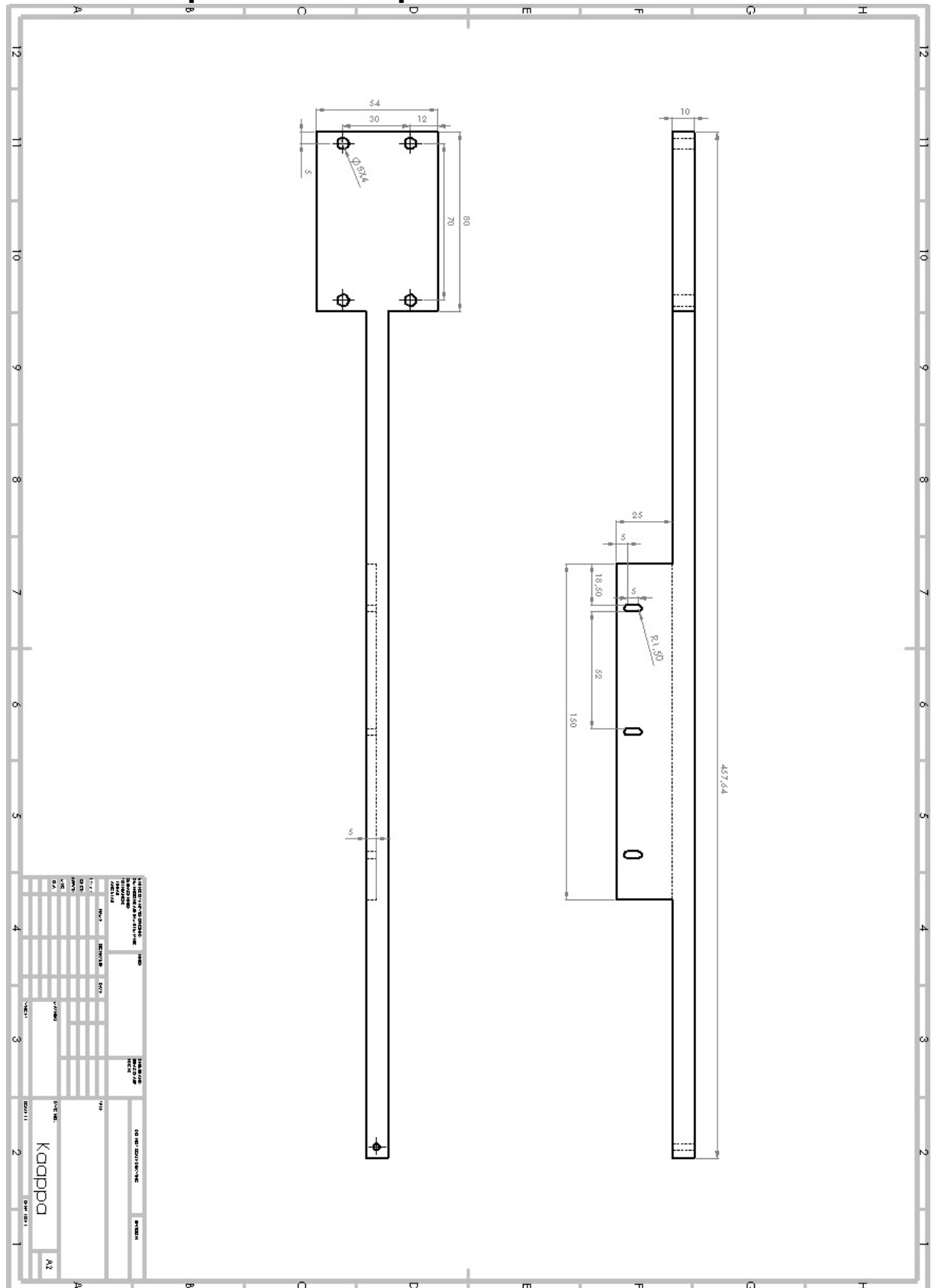
Liite 12 Kiinnityslevyn tekninen piirustus



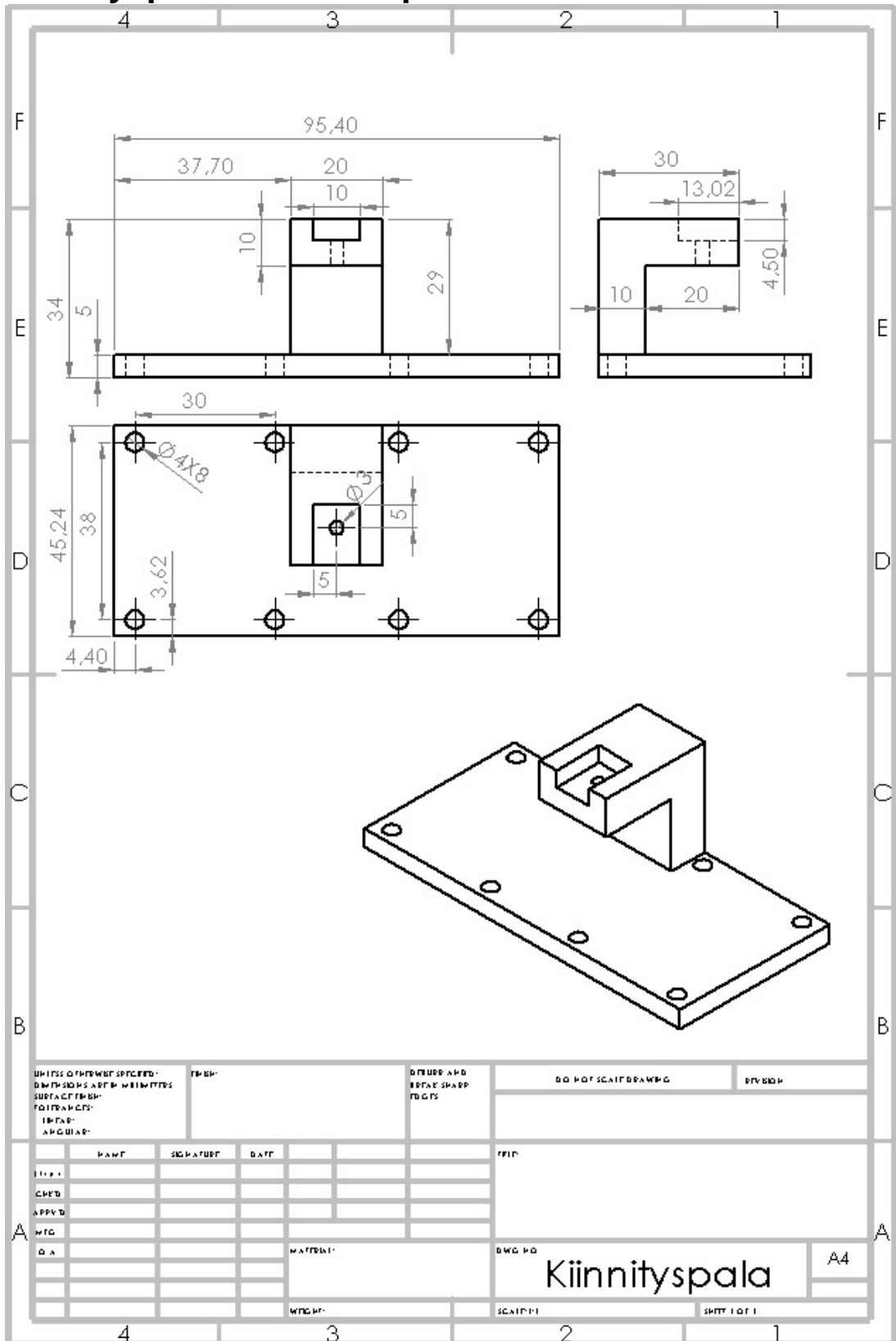
Liite 13 Terän tekninen piirustus



Liite 14 Kaapan tekninen piirustus

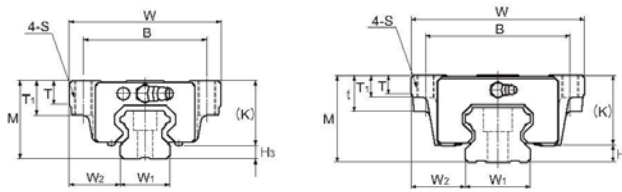


Liite 15 Lineaarijohteeseen HSR15A tulevan kiinnityspalan tekninen piirustus



Liite 16 HSR15A

Models HSR-A and HSR-AM, Models HSR-LA and HSR-LAM



Model No.	Outer dimensions			LM block dimensions											Grease nipple	Hs
	Height	Width	Length	B	C	S	L _v	t	T	T ₁	K	N	E			
HSR 15A HSR 15AM	24	47	56.6	38	30	M5	38.8	—	7	11	19.3	4.3	5.5	PB1021B	3.5	
HSR 20A HSR 20AM	30	63	74	53	40	M6	50.8	—	10	9.5	26	5	12	B-M6F	4	
HSR 20LA HSR 20LAM	30	63	90	53	40	M6	66.8	—	10	9.5	26	5	12	B-M6F	4	
HSR 25A HSR 25AM	36	70	83.1	57	45	M8	59.5	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5	
HSR 25LA HSR 25LAM	36	70	102.2	57	45	M8	78.6	—	11	16	30.5	6	12	B-M6F	5.5	
HSR 30A HSR 30AM	42	90	98	72	52	M10	70.4	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7	
HSR 30LA HSR 30LAM	42	90	120.6	72	52	M10	93	—	9	18	35	7	12	B-M6F	7	
HSR 35A HSR 35AM	48	100	109.4	82	62	M10	80.4	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5	
HSR 35LA HSR 35LAM	48	100	134.8	82	62	M10	105.8	—	12	21	40.5	8	12	B-M6F	7.5	
HSR 45A HSR 45LA	60	120	139 170.8	100	80	M12	98 129.8	25	13	15	50	10	16	B-PT1/8	10	
HSR 55A HSR 55LA	70	140	163 201.1	116	95	M14	118 156.1	29	13.5	17	57	11	16	B-PT1/8	13	
HSR 65A HSR 65LA	90	170	186 245.5	142	110	M16	147 206.5	37	21.5	23	76	19	16	B-PT1/8	14	
HSR 85A HSR 85LA	110	215	245.8 303	185	140	M20	178.8 236	55	28	30	94	23	16	B-PT1/8	16	

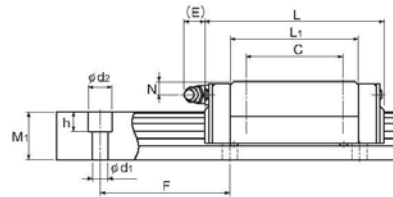
Model number coding

HSR25 A 2 QZ UU C0 M +1200L P T M - II

Model number	Type of LM block	With QZ Lubricator	Contamination protection accessory symbol (*1)	Stainless steel LM block	LM rail length (in mm)	Stainless steel LM rail jointed use	Symbol for No. of rails used on the same plane (*4)
No. of LM blocks used on the same rail	Radial clearance symbol (*2)	Accuracy symbol (*3)	Normal grade (No Symbol) High accuracy grade (H) Precision grade (P) Super precision grade (SP) Ultra precision grade (UP)				

(*1) See contamination protection accessory on A-368. (*2) See A-114. (*3) See A-119. (*4) See A-59.

Note) This model number indicates that a single-rail unit constitutes one set. (i.e., required number of sets when 2 rails are used in parallel is 2 at a minimum.) Those models equipped with QZ Lubricator cannot have a grease nipple.



LM Guide

Unit: mm

LM rail dimensions						Basic load rating		Static permissible moment kN·m					Mass	
Width	Height	Pitch		Length*	C	C ₀	M ₁	M ₂	M ₃		LM block	LM rail		
W _{±0.05}	W ₂	M	F	d ₁ ×d ₂ ×h	Max	kN	kN	1 block	Double blocks	1 block	Double blocks	1 block	kg	kg/m
15	16	15	60	4.5×7.5×5.3	3000 (1240)	8.33	13.5	0.0805	0.457	0.0805	0.457	0.0844	0.2	1.5
20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	13.8	23.8	0.19	1.04	0.19	1.04	0.201	0.35	2.3
20	21.5	18	60	6×9.5×8.5	3000 (1480)	21.3	31.8	0.323	1.66	0.323	1.66	0.27	0.47	2.3
23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	19.9	34.4	0.307	1.71	0.307	1.71	0.344	0.59	3.3
23	23.5	22	60	7×11×9	3000 (2020)	27.2	45.9	0.529	2.74	0.529	2.74	0.459	0.75	3.3
28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	28	46.8	0.524	2.7	0.524	2.7	0.562	1.1	4.8
28	31	26	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	62.5	0.889	4.37	0.889	4.37	0.751	1.3	4.8
34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	37.3	61.1	0.782	3.93	0.782	3.93	0.905	1.6	6.6
34	33	29	80	9×14×12	3000 (2520)	50.2	81.5	1.32	6.35	1.32	6.35	1.2	2	6.6
45	37.5	38	105	14×20×17	3090	80.4	95.6	1.42	7.92	1.42	7.92	1.83	2.8	11
						119	137	2.44	12.6	2.44	12.6	2.43	3.3	
53	43.5	44	120	16×23×20	3060	88.5	137	2.45	13.2	2.45	13.2	3.2	4.5	15.1
						192	266	4.22	21.3	4.22	21.3	4.28	5.7	
63	53.5	53	150	18×26×22	3000	141	215	4.8	23.5	4.8	23.5	5.82	8.5	22.5
						282	412	8.72	40.6	8.72	40.6	7.7	10.7	
85	65	65	180	24×35×28	3000	210	310	8.31	45.6	8.31	45.6	11	17	
						282	412	14.2	72.5	14.2	72.5	14.7	23	35.2

Note) Symbol M indicates that stainless steel is used in the LM block, LM rail and balls. Those models marked with this symbol are therefore highly resistant to corrosion and environment.
 The maximum length under "Length*" indicates the standard maximum length of an LM rail. (See B-82).
 Static permissible moment*: 1 block: static permissible moment value with 1 LM block
 Double blocks: static permissible moment value with 2 blocks closely contacting with each other

Description of Each Option ⇒A-351 Dimensions⇒B-223

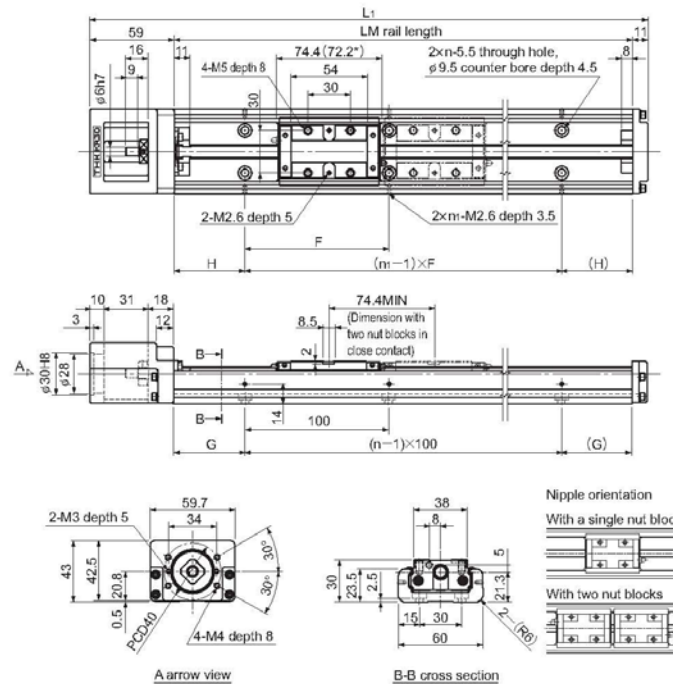
THK B-63

Liite 17 KR30H

Model KR30H Standard Type

Model KR30H□□A (with a Single Long Nut Block)

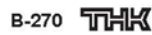
Model KR30H□□B (with Two Long Nut Blocks)



LM rail length (mm)	Overall length L (mm)	Available stroke range (mm)		H (mm)	G (mm)	F (mm)	n	n ₁	Overall main unit mass (kg)	
		Type A	Type B						Type A	Type B
150	220	58.8	—	25	25	100	2	2	1.4	—
200	270	108.8	—	50	50	100	2	2	1.6	—
300	370	208.8	134.4	50	50	200	3	2	2.2	2.5
400	470	308.8	234.4	100	50	200	4	2	2.7	3
500	570	408.8	334.4	50	50	200	5	3	3.2	3.5
600	670	508.8	434.4	100	50	200	6	3	3.8	4.1

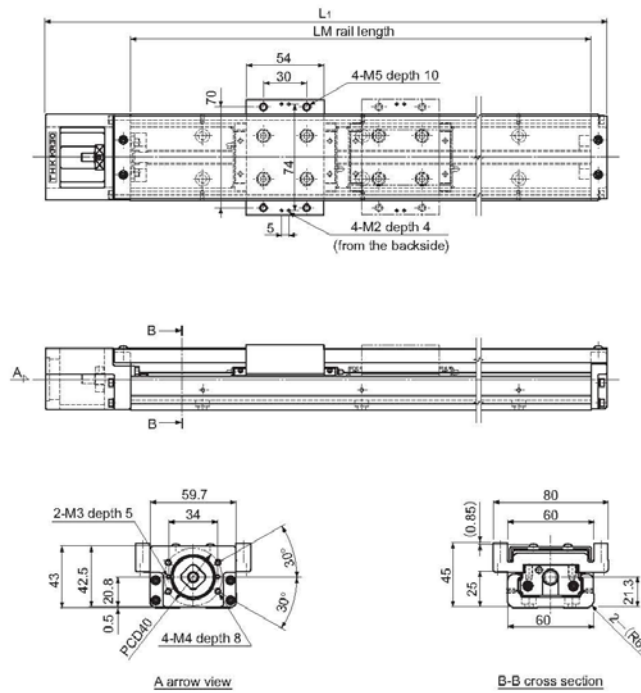
Note1) The available stroke range of model KR30H□□B indicates the value when two nut blocks are used in close contact with each other.
For model number coding, see B-290.

Note2) * indicates the block length when calculating the available stroke range. With type B, it is 146.6mm.



Model KR30H (with a Cover)

Model KR30H□□A (with a Single Long Nut Block)
 Model KR30H□□B (with Two Long Nut Blocks)



LM Guide Actuator

LM rail length (mm)	Overall length L (mm)	Available stroke range (mm)		Overall main unit mass (kg)	
		Type A	Type B	Type A	Type B
150	220	58.8	—	1.6	—
200	270	108.8	—	1.8	—
300	370	208.8	134.4	2.4	2.83
400	470	308.8	234.4	3	3.43
500	570	408.8	334.4	3.5	3.93
600	670	508.8	434.4	4.1	4.53

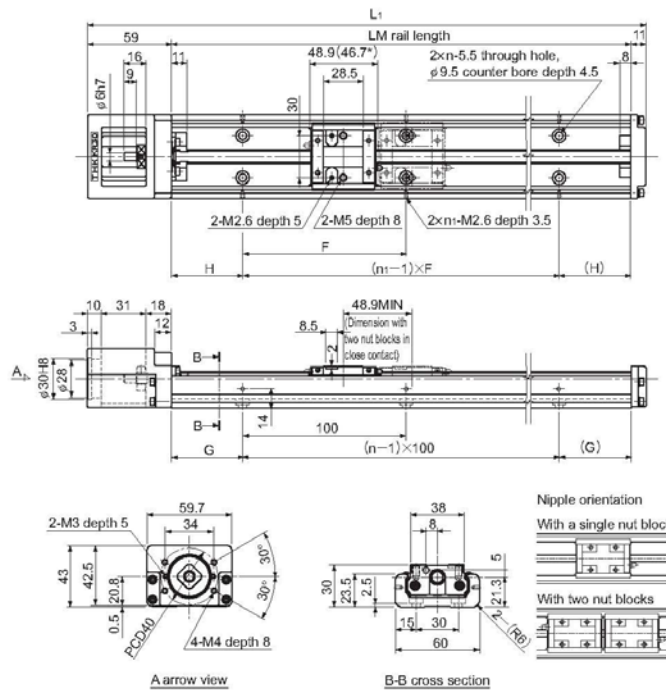
Note) The available stroke range of model KR30H□□B indicates the value when two nut blocks are used in close contact with each other.
 For model number coding, see B-290.

Description of Each Option⇒A-430 Dimensions⇒B-301

THK B-271

Model KR30H Standard Type

Model KR30H□□C (with a Single Short Nut Block)
 Model KR30H□□D (with Two Short Nut Blocks)



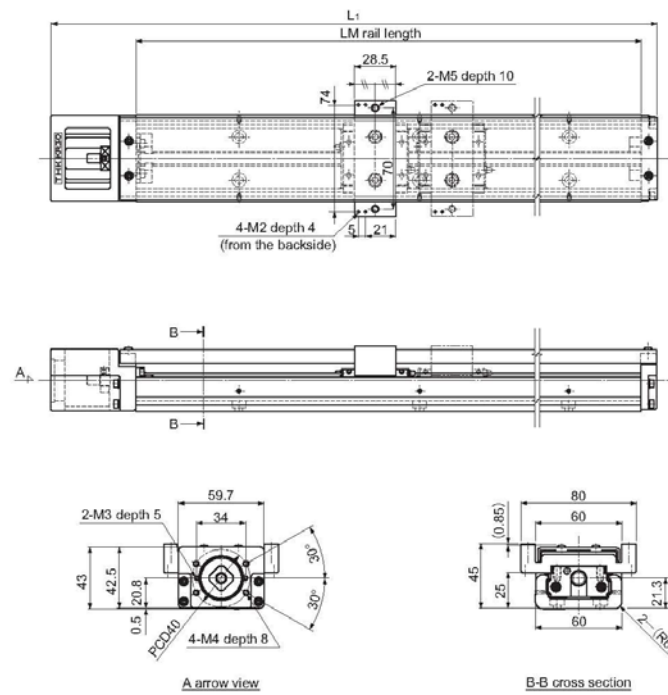
LM rail length (mm)	Overall length L (mm)	Available stroke range (mm)		H (mm)	G (mm)	F (mm)	n	n ₁	Overall main unit mass (kg)	
		Type C	Type D						Type C	Type D
150	220	84.3	35.4	25	25	100	2	2	1.3	1.47
200	270	134.3	85.4	50	50	100	2	2	1.5	1.67
300	370	234.3	185.4	50	50	200	3	2	2.1	2.27
400	470	334.3	285.4	100	50	200	4	2	2.6	2.77
500	570	434.3	385.4	50	50	200	5	3	3.1	3.27
600	670	534.3	485.4	100	50	200	6	3	3.7	3.87

Note1) The available stroke range of model KR30H□□D indicates the value when two nut blocks are used in close contact with each other.
 For model number coding, see B-290.
 Note2) * indicates the block length when calculating the available stroke range. With type D, it is 95.6mm.

B-272 **THK**

Model KR30H (with a Cover)

Model KR30H□□C (with a Single Short Nut Block)
 Model KR30H□□D (with Two Short Nut Blocks)



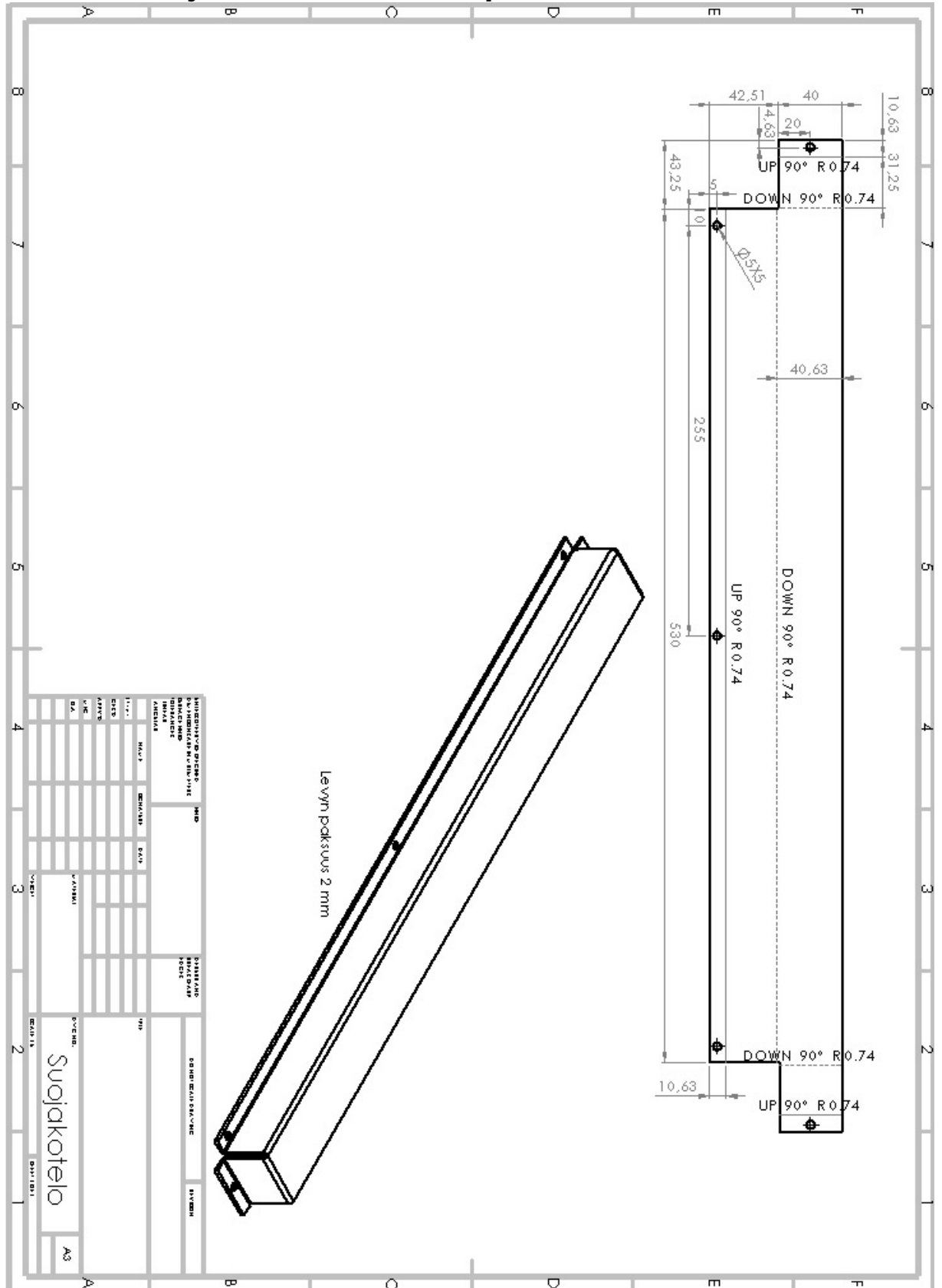
LM rail length (mm)	Overall length L (mm)	Available stroke range (mm)		Overall main unit mass (kg)	
		Type C	Type D	Type C	Type D
150	220	84.3	35.4	1.4	1.64
200	270	134.3	85.4	1.6	1.84
300	370	234.3	185.4	2.2	2.44
400	470	334.3	285.4	2.8	3.04
500	570	434.3	385.4	3.3	3.54
600	670	534.3	485.4	3.9	4.14

Note) The available stroke range of model KR30H□□D indicates the value when two nut blocks are used in close contact with each other.
 For model number coding, see B-290.

Description of Each Option⇒A-430 Dimensions⇒B-301

THK B-273

Liite 18 Suojakotelon tekninen piirustus



Liite 19 MDrive 23 Linear Actuator

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control



1. Introduction
2. Specifications
3. Mounting Recommendations
4. Interface and Connectivity

This page intentionally left blank

Table of Contents

1	Introduction	MLI23:1-1
1.1	MDrive 23 linear actuator unit overview	MLI23:1-1
1.1.1	Linear actuator styles	MLI23:1-1
1.1.2	MDrive 23 linear versions	MLI23:1-1
1.2	Product identification	MLI23:1-2
1.3	Documentation reference	MLI23:1-3
1.4	Product software	MLI23:1-3
2	Specifications	MLI23:2-1
2.1	Mechanical specifications.....	MLI23:2-1
2.1.1	Non-Captive Shaft	MLI23:2-1
2.1.2	External Shaft	MLI23:2-2
2.2	General specifications.....	MLI23:2-3
2.2.1	Electrical specifications.....	MLI23:2-3
2.2.2	Standard I/O specifications (plus).....	MLI23:2-4
2.2.3	Expanded I/O specifications (Plus ²).....	MLI23:2-5
2.2.4	Communication specifications	MLI23:2-5
2.2.5	Thermal specifications	MLI23:2-6
2.2.6	Motion specifications	MLI23:2-6
2.2.7	Software specifications	MLI23:2-7
2.2.8	Motor specifications	MLI23:2-7
2.2.9	Speed-force performance curves	MLI23:2-8
2.3	Connectivity specifications/pin assignments — Communication	MLI23:2-9
2.3.1	RS-422/485 communication	MLI23:2-9
2.3.2	CANopen communication option	MLI23:2-10
2.4	Connectivity specifications/pin assignments - Power and ... I/O.....	MLI23:2-11
2.4.1	Power and I/O - standard I/O (Plus)	MLI23:2-11
2.4.2	DC motor power.....	MLI23:2-12
2.4.3	I/O - expanded I/O (Plus ³).....	MLI23:2-12
2.4.4	I/O - remote encoder (Plus ²).....	MLI23:2-13
2.5	Options	MLI23:2-14
2.6	Connectivity.....	MLI23:2-14
3	Mounting and connection recommendations	MLI23:3-1
3.1	Mounting.....	MLI23:3-2
3.2	Layout and interface guidelines.....	MLI23:3-3
3.2.1	Rules of wiring	MLI23:3-3
3.2.2	Rules of shielding	MLI23:3-3
3.3	Recommended wiring.....	MLI23:3-4
3.3.1	Recommended mating connectors and pins	MLI23:3-4
3.4	Securing power leads and logic leads	MLI23:3-5
3.5	Anti-Backlash nut assembly and installation	MLI23:3-6
3.5.1	Notes and warnings	MLI23:3-6
3.5.2	Installation.....	MLI23:3-6
3.5.3	Removal from screw	MLI23:3-6
3.5.4	Assembly procedure.....	MLI23:3-7

Revision R042214

4	Connection and interface	MLI23:4-1
4.1	Interfacing RS422-485 communication	MLI23:4-1
4.1.1	P2 — 10-pin pressure-fit IDCstyle connector	MLI23:4-2
4.1.2	P2 — 10-pin friction lock wire crimp	MLI23:4-2
4.2	Interfacing CANopen communication	MLI23:4-3
4.2.1	P2 — 9-pin d-sub connector (female)	MLI23:4-3
4.3	Interfacing DC power	MLI23:4-4
4.3.1	Recommended IMS power supplies	MLI23:4-4
4.3.2	Recommended wire gauge	MLI23:4-5
4.3.3	P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface	MLI23:4-5
4.3.4	P1 — 7-pin pluggable terminal interface	MLI23:4-5
4.3.5	P1 — 2-pin wire crimp interface	MLI23:4-6
4.4	Interfacing I/O	MLI23:4-7
4.4.1	P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface	MLI23:4-7
4.4.2	P1 — 7-pin pluggable terminal interface	MLI23:4-7
4.4.3	P1 — 14-pin locking wire crimp interface (expanded I/O)	MLI23:4-8
4.4.4	P1 — 14-pin locking wire crimp interface (remote encoder)	MLI23:4-9
4.5	Connectivity accessory details	MLI23:4-10
4.5.1	RS-422/485 communication converter cables	MLI23:4-10
4.5.2	Prototype development cables	MLI23:4-11
4.6	Mating connector kits	MLI23:4-14

List of Figures

Figure 1.1	Standard product options	MLI23:1-2
Figure 2.1	Non-captive shaft mechanical specifications	MLI23:2-1
Figure 2.2	Sealed mechanical specifications	MLI23:2-2
Figure 2.3	Motor performance curve — +24 VDC	MLI23:2-8
Figure 2.4	Motor performance curve — +48 VDC	MLI23:2-8
Figure 2.5	Motor performance curve — +75 VDCr	MLI23:2-8
Figure 3.1	MDrive 23 mounting and drill pattern	MLI23:3-2
Figure 3.2	Securing leads	MLI23:3-5
Figure 3.3	Insert spring tang	MLI23:3-7
Figure 3.4	Spring engaged	MLI23:3-7
Figure 3.5	Insert opposite tang	MLI23:3-7
Figure 3.6	Inserting the back nut	MLI23:3-8
Figure 3.7	Measuring the gap distance	MLI23:3-8
Figure 3.8	Pre-loading the nut	MLI23:3-9
Figure 3.9	Nut pre-loaded and fully assembled	MLI23:3-9
Figure 4.1	MD-CC400-000 communication converter cable	MLI23:4-10
Figure 4.2	MD-CC402-001 communication converter cable	MLI23:4-10
Figure 4.4	Multi-drop communication using the PD10-1434-FL3	MLI23:4-11
Figure 4.5	Wiring a second PD10-1434-FL3 into the 10-pin wire crimp connector	MLI23:4-11
Figure 4.6	Prototype development cable PD14-2334-FL3	MLI23:4-12
Figure 4.7	Prototype development cable PD02-2300-FL3	MLI23:4-13

List of Tables

Table 2.1	Electrical specifications	MLI23:2-3
Table 2.2	I/O specifications	MLI23:2-4
Table 2.3	Expanded I/O specifications	MLI23:2-5
Table 2.4	Communication specifications	MLI23:2-5
Table 2.5	Thermal specifications	MLI23:2-6
Table 2.6	Motion specifications	MLI23:2-6
Table 2.7	Software specifications	MLI23:2-7
Table 2.8	MDrive 23 linear actuator specifications	MLI23:2-7
Table 2.9	P2 communication, 10-pin locking wire crimp	MLI23:2-9
Table 2.10	P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC	MLI23:2-9
Table 2.11	CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)	MLI23:2-10
Table 2.12	Power and I/O interface - 12" (308.8 mm) flying leads	MLI23:2-11
Table 2.13	Power and I/O interface - 7-pin pluggable terminal	MLI23:2-11
Table 2.14	P3 DC power, 2-pin locking wire crimp	MLI23:2-12
Table 2.15	P1 Expanded I/O, 14-pin locking wire crimp	MLI23:2-12
Table 2.16	I/O and remote encoder interface - 16-pin locking wire crimp	MLI23:2-13
Table 4.1	Communication connections, P2 - 10-pin IDC	MLI23:4-2
Table 4.2	P2 communication, 10-pin locking wire crimp	MLI23:4-2
Table 4.4	CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)	MLI23:4-3
Table 4.61	Recommended power supply wire gauge	MLI23:4-5
Table 4.7	Power and ground connections, flying leads	MLI23:4-5
Table 4.8	Power and ground connections, 7-pin terminal	MLI23:4-5
Table 4.9	Power and ground connections, 7-pin terminal	MLI23:4-6
Table 4.11	I/O connections, flying leads	MLI23:4-7
Table 4.12	I/O connections, 7-pin terminal	MLI23:4-7
Table 4.13	I/O connections, 16-pin locking wire crimp	MLI23:4-8
Table 4.14	I/O and remote encoder connections, 16-pin locking wire crimp	MLI23:4-9

Page intentionally left blank

Revision R042214

1 Introduction

MDrive® linear actuators combine leading all-in-one integrated motion technology with linear motion to deliver high accuracy, unsurpassed repeatability and long life, all in a package that is extremely compact and affordable.

1.1 MDrive 23 linear actuator unit overview

1.1.1 Linear actuator styles

Two (2) linear actuator styles of MDrive 23 integrated motor + driver solutions are available:

- **Non-captive shaft** — a screw runs through the MDrive and moves axially as the motor rotates
- **External shaft** — a rotating screw, integral to the motor shaft, moves a screw-mounted nut axially

Precision rolled lead screws used with MDrive linear actuators are designed specifically for motion control applications to deliver maximum life and quiet operation. Corrosion resistant and non-magnetic, screws are manufactured from premium grade stainless steel and available with optional coating.

1.1.2 MDrive 23 linear versions

Three (2) MDrive 23 integrated versions provide a choice of features and capabilities:

- **Microstepping** — motor + driver
- **Motion Control** — motor + driver + controller

MDrive14 linear actuators feature high torque 1.8° brushless NEMA 23 single length step motors with integrated electronics, providing the leading technology solution for all-in-one linear motion applications.


Unsurpassed smoothness and performance delivered by MDrive 23 products are achieved through IMS's advanced 2nd generation current control. By applying innovative techniques to control current flow through the motor, resonance is significantly dampened over the entire speed range and audible noise is reduced.

The MDrive 23 accepts a broad input voltage range from +12 to +75 VDC, delivering enhanced performance and speed. Oversized input capacitors are used to minimize power line surges, reducing problems that can occur with long cable runs and multiple drive systems. An extended operating range of -40° to +85°C provides long life, trouble free service in demanding environments. mapping and extended node identifier.

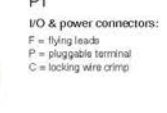
Motor configurations include a single shaft rotary in four lengths, and linear actuators with long life Acme screw**.

Revision R042214

1.2 Product identification



P1
I/O & power connectors:
F = flying leads
P = pluggable terminal
C = locking wire crimp



P2
Communication connectors:
D = 10-pin IDC
L = 10-pin friction lock wire crimp
B = DB9, only with CANopen Comm

ML11 F,P R D,L **23A7**

RS-422/485 comm

ML11 F,P C B **23A7**

CANopen comm

Plus **ML13** C R D,L **23A7**

RS-422/485 comm

Plus **ML13** C C B **23A7**

CANopen comm

Optional encoder
For NO encoder, omit any -E specification from part number

- EQ Internal magnetic encoder with 512-line count and index mark

- EQ (see above) or **- EE** Plus² version only: optional inputs for differential remote encoder (not supplied). May not be combined with internal encoder.

See details at bottom of page for complete linear actuator part numbers

Non-captive shaft

- L 1 **Z**

Screw end
M = metric
U = UNC
S = smooth
Z = none

Screw length
2.0 to 24.0"
In 0.1 increments
ex. 12.5" = 125
10.0" = 100

Screw length calculation = desired stroke length + 1.5" (45.7mm) + mounting surface plate thickness

External shaft

- L 3 **Z**

Screw end
M = metric
U = UNC
S = smooth
Z = none

Screw length
3.0 to 24.0"
In 0.1 increments
ex. 12.5" = 125
10.0" = 100

Screw length calculation = desired stroke length + nut length + mounting surface plate thickness

Figure 1.1 Standard product options

Revision R04.2214

1.3 Documentation reference

The following User's manuals are available:

- Product manual, describes the technical data, installation, configuration and programming of the product.
- Quick Reference, describes the basic wiring, connection and use of this product. The quick reference is shipped in printed form with the product.

This documentation is also available for download from the IMS web site at <http://www.imshome.com>

1.4 Product software

The MDrive 23 Linear Actuator motion control integrated motor and driver may be programmed using any standard ASCII txt editor and ANSI terminal emulated. The recommended environment is the IMS Terminal Interface, which is a combined terminal/program editor tailored for use with IMS motion control products. This free software may be downloaded from http://www.imshome.com/software_interfaces.html.

Installation and usages instructions are to be found in the MCode Programming Manual, which is correlated to this document.

Page intentionally left blank

Revision R042214

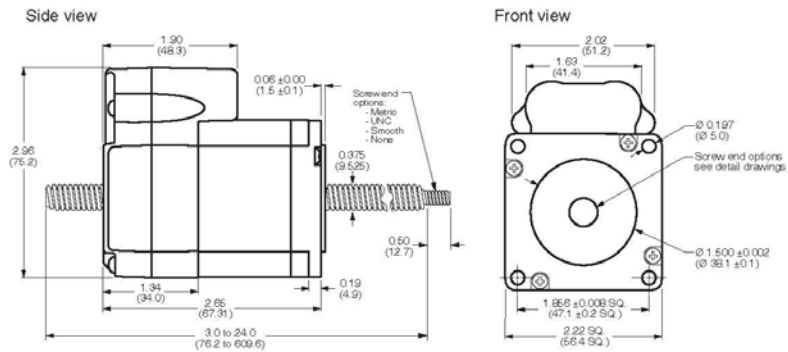
MLI23:1-4

Integrated Motor and Driver

2 Specifications

2.1 Mechanical specifications

2.1.1 Non-Captive Shaft



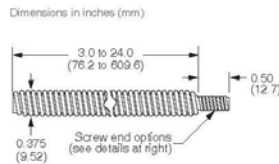
Load limit
Nominal load limit: 200 lbs (91 kg)

Screw specifications

Screw material
MDrive Linear Actuator precision rolled lead screws are designed specifically for motion control applications to deliver maximum life and quiet operation. Corrosion resistant and non-magnetic, screws are manufactured from premium grade stainless steel.

Screw coating
An optional teflon screw coating is available for smooth operation and extended life.

Standard screw



Lead options

inch (mm)	Travel/revolution	Travel/full step
Screw G 0.3750 (9.525)	0.001675 (0.0476)	
Screw A 0.200 (5.08)	0.001 (0.0254)	
Screw B 0.1670 (4.239)	0.000835 (0.0212)	
Screw D 0.0833 (2.116)	0.0004165 (0.0106)	

Screw end options

Threaded end	Metric end: M6 x 1.0mm thread to within 0.03" (0.76mm) of shoulder	UNC end: 1/4-20 UNC-2A thread to within 0.05" (1.3mm) of shoulder
Smooth end	Ø 0.2362" ±0.001 (Ø 6mm ±0.003)	
None	-	

Cantilevered loads

Unsupported loads and side loading are not recommended for non-captive shaft MDrive® linear actuator products.

Calculating screw length

Screw length = [mounting surface plate thickness] + [1.8" (45.7mm)] + [desired stroke length]

Figure 2.1 Non-captive shaft mechanical specifications

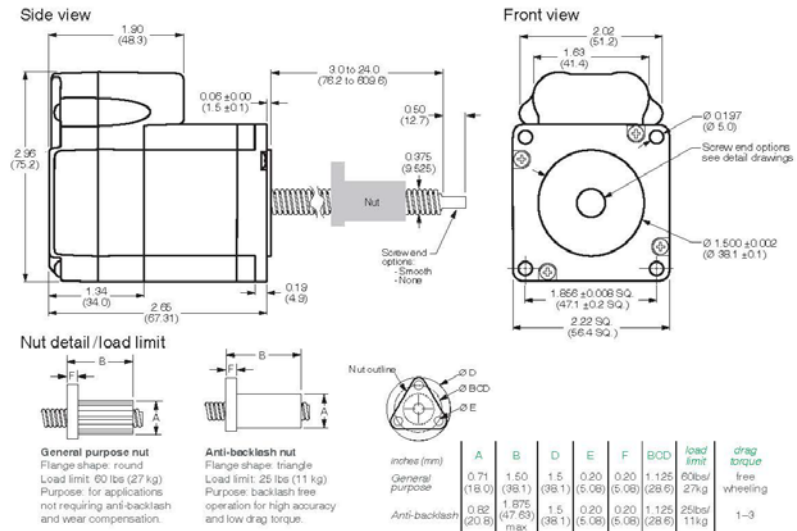
Revision R042214

2 Specifications

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

2.1.2 External Shaft

2.1.2 External Shaft

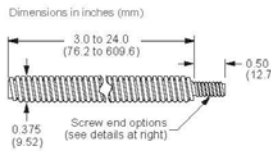


Screw specifications

Screw material
MDrive Linear Actuator precision rolled lead screws are corrosion resistant and non-magnetic, manufactured from premium grade stainless steel.

Screw coating
An optional teflon screw coating is available for smooth operation and extended life.

Standard screw



Lead options

inches (mm)	Travel/revolution	Travel/full step
Screw G	0.3750 (9.525)	0.001875 (0.0476)
Screw A	0.200 (5.08)	0.001 (0.0254)
Screw B	0.1670 (4.233)	0.000835 (0.0212)
Screw D	0.0833 (2.116)	0.0004166 (0.0106)

Screw end options

Threaded end	Metric end: M8 x 1.0mm thread to within 0.03" (0.76mm) of shoulder UNC end: 1/4-20 UNC-2A thread to within 0.03" (1.9mm) of shoulder
Smooth end	Ø 0.2362" ±0.001 (Ø 6mm ±0.003)
None	—

Cantilevered loads

Loads for external shaft MDrive® linear actuator products MUST BE supported. Side loading is not recommended.

Calculating stroke length

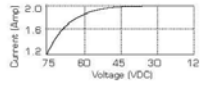
Available stroke length = [screw length] - [nut length] - [mounting surface plate thickness]

Figure 2.2 Sealed mechanical specifications

Revision R04.2214

2.2 General specifications

2.2.1 Electrical specifications

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Input voltage range	Single, double and triple length motors	+12	—	+75	VDC
Max power supply current*	Single length motors				
Aux-Logic Input Voltage	—	+12	—	+24	VDC
Max Aux-Logic Supply Current (Per MDrive)**	—	—	—	194	mA

*per MDrive 23, Actual current depends on voltage and load.

** Maintains power to control and feedback circuits [only] when input voltage is removed

Table 2.1 Electrical specifications

2 Specifications

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

2.2.2 Standard I/O specifications (plus)

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
General Purpose I/O - Number and Type					
Plus (I/O Points 1-4)	—	4 I/O points configurable as sinking or sourcing inputs or sinking outputs			
General Purpose I/O - Electrical					
Inputs	—	TTL	—	+24	VDC
Sinking Outputs (All)	—	—	—	+24	VDC
Output Sink Current (Plus)	One channel	—	—	600	mA
Logic Threshold	Logic 0	—	—	< 0.8	VDC
	Logic 1	—	—	> 2.2	VDC
Protection	Sinking	Over temp, short circuit			
	Sourcing	Transient Over Voltage, Inductive Clamp			
Analog Input					
Resolution	—				
Range	Voltage Mode	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC			
	Current Mode	4 to 20 mA, 0 to 20mA			
Clock I/O					
Types	—	Step/Direction, Up/Down, Quadrature			
Logic Threshold	—	+5 VDC TTL Input, TTL Output (with 2 kΩ Load to Ground)			
Trip Output/Capture Input					
Logic Threshold	—	+5 VDC TTL Input, TTL Output (with 2 kΩ Load to Ground)			

Table 2.2 I/O specifications

Revision R04.2214

MLI23:2-4

Integrated Motor and Driver

2.2.3 Expanded I/O specifications (Plus²)

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
General Purpose I/O - Number and Type					
Plus (I/O Points 1-8)	—	8 I/O points (4 if configured for remote encoder) configurable as sinking or sourcing inputs or outputs			
General Purpose I/O - Electrical					
Inputs	Sinking or Sourcing	TTL	—	+24	VDC
Outputs	Sinking	—	—	+24	VDC
	Sourcing	+12	—	+24	VDC
Output Sink Current (Plus)	One channel	—	—	600	mA
Motion I/O					
Electronic gearing	Range	0.001	—	2.000	
	Resolution	—	—	32	bit
	Threshold	—	—	TTL	VDC
	Filter range	50 nS to 12.9 µS (10 MHz to 38.8 kHz)			
High speed position capture	Secondary clock out ratio	1:1			
	Filter range	50 nS to 12.9 µS (10 MHz to 38.8 kHz)			
	Resolution	—	—	32	bit
High speed trip output	Speed	—	—	150	nS
	Resolution	—	—	32	bit
	Threshold	—	—	TTL	VDC
Optional remote encoder (closed loop)*					
Type	User supplied differential encoder				
Steps per revolution	See motion specifications table				
Resolution	User defined . Note: microsteps/rev = 2X the encoder counts/rev minimum.				

*Remote encoder inputs replace I/O points 4-8 and step and direction I/O

Table 2.3 Expanded I/O specifications

2.2.4 Communication specifications

	Condition	Min	Typ	Max	Unit
RS-422/485 (standard)					
BAUD rate	—	4.8	—	115.2	kbps
CANopen (optional)					
Type	2.0B active				
BAUD rate	—	10 kHz	—	1 MHz	—
Application layer	Version 3.0				
Device profile	Version 2.0				
ID	11 or 29 bit				
Isolation	Galvanic				

Table 2.4 Communication specifications

Revision R042214

2 Specifications

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

2.2.5 Thermal specifications

		Min	Typ	Max	Unit
Heat sink temperature	non-condensing humidity	-40	—	+85	°C
Motor temperature	non-condensing humidity	-40	—	+100	°C

Table 2.5 Thermal specifications

2.2.6 Motion specifications

Microstep Resolution - Open Loop									
Number of microstep resolutions									20
Available microsteps per revolution									
200	400	800	1000	1600	2000	3200	5000	6400	10000
12800	20000	25000	25600	40000	50000	51200	36000 ¹	21600 ²	25400 ³
1=0.01 deg/μstep 2=1 arc minute/μstep *3=0.001 mm/μstep * 1" per revolution lead screw									
Microstep resolution (closed loop configuration - (optional))									
Steps Per Revolution (Fixed)									51200
Position Resolution									2048
Optional differential encoder (internally mounted)									
Type									Internal, Magnetic
Resolution (Lines)									512
Resolution (Edges)									2048
Counters									
Counter 1 (C1) Type									Position
Counter 2 (C2) Type									Encoder
Resolution									32 bit
Maximum Edge Rate									5 MHz
Velocity									
Range									±5,000,000 Steps/Sec.
Resolution									0.5961 Steps/Sec.
Acceleration/Deceleration									
Range									1.5 x 10 ⁹ Steps/Sec. ²
Resolution									90.9 Steps/Sec. ²

Table 2.6 Motion specifications

Revision R04.2214

2.2.7 Software specifications

Program Storage Type/Size	Flash/6384 Bytes
User Registers	(4) 32 Bit
User Program Labels and Variables	192
Math, Logic and Conditional Functions	+, -, x, *, <, >, =, ≤, ≥, AND, OR, XOR, NOT
Branch Functions	Branch and Call (Conditional)
Party Mode Addresses	62
Encoder Functions	Stall Detect, Position Maintenance, Find Index
Predefined I/O Functions	
Input Functions	Home, Limit+, Limit -, Go, Stop, Pause, Jog+, Jog-, Analog Input
Output Functions	Moving, Fault, Stall, Velocity Changing
Trip Functions	Trip on Input, Trip on Position, Trip on Time, Trip Capture

Table 2.7 Software specifications

2.2.8 Motor specifications

Holding torque	90 oz-in (64 N-cm)	
Rotor inertia	0.0025 oz-in-sec ² (0.18 kg-cm ²)	
Maximum thrust (Non-captive)	General purpose	200 lbs (91 kg)
	With anti-backlash nut	—
Maximum thrust (External)	General purpose	60 lbs (27 kg)
	With anti-backlash nut	25 lbs (11 kg)
Maximum repeatability (Non-captive)	General purpose	0.005° (0.127 mm)
	With anti-backlash nut	—
Maximum repeatability (External)	General purpose	0.005° (0.127mm)
	With anti-backlash nut	0.0005° (0.0127 mm)
Maximum screw misalignment	± 1°	
Weight without screw	22.0 oz (625.0 g)	

Table 2.8 MDrive 23 linear actuator specifications

2.2.9 Speed-force performance curves

+24 VDC

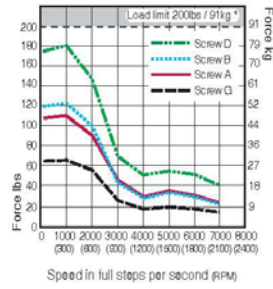


Figure 2.3 Motor performance curve — +24 VDC

+48 VDC

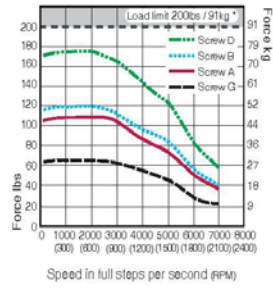


Figure 2.4 Motor performance curve — +48 VDC

+75 VDC

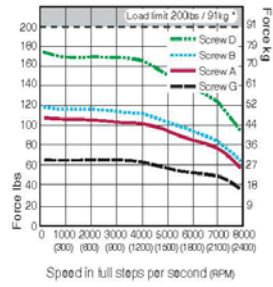


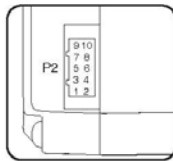
Figure 2.5 Motor performance curve — +75 VDCr

Revision R04.2214

2.3 Connectivity specifications/pin assignments — Communication

2.3.1 RS-422/485 communication

10-pin friction lock wire crimp

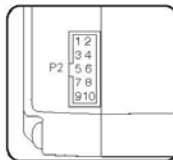


Connectivity Options
 USB to RS-422/485
 Converter:
 MD-CC402-001
 Mating connector kit:
 CK-02
 Mfg P/N:
 Shell
 Hirose DF11-10DS-2C
 Pins
 Hirose: DF11-2428SC

Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.
3	RX -	Receive minus
4	TX -	Transmit minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX +	Receive plus
8	RX -	Receive minus
9	TX +	Transmit plus
10	TX -	Transmit minus

Table 2.9 P2 communication, 10-pin locking wire crimp

10-pin press-fit (IDC style)



Connectivity Options
 USB to RS-422/485
 Converter:
 MD-CC400-001
 Mating connector kit:
 CK-01
 Mfg P/N:
 Shell
 SAMTEC: TCSD-05-01-N
 Ribbon cable
 Tyco: 1-57051-9

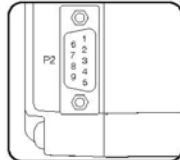
Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX -	Receive minus
8	TX -	Transmit minus
9	TX +	Transmit plus
10	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.

Table 2.10 P2 communication, 10-pin pressure fit IDC/SAMTEC

Revision R042214

2.3.2 CANopen communication option

9-pin D-sub female (DB-9F)



Connectivity Options
USB to CANopen converter:
MD-CC500-000

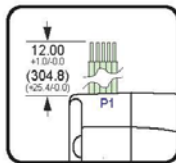
Pin #	Function	Description
1	N/C	Not connected
2	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)
3	CAN -V	CAN communication ground
4	N/C	Not connected
5	Shield	Optional CAN shield
6	CAN -V	Optional ground
7	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
8	N/C	Not connected
9	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply

Table 2.11 CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)

2.4 Connectivity specifications/pin assignments - Power and I/O

2.4.1 Power and I/O - standard I/O (Plus)

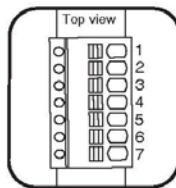
12" (304.8 mm) flying leads



Wire Color	Function	Description
White/yellow	I/O 1	General purpose I/O point 1
White/orange	I/O 2	General purpose I/O point 2
White/violet	I/O 3	General purpose I/O point 3
White/blue	I/O 4	General purpose I/O point 4
Green	Analog input	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC, 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
Black	GND	Power and auxiliary ground
Red	+V	Motor power

Table 2.12 Power and I/O interface - 12" (308.8mm) flying leads

7-pin pluggable terminal



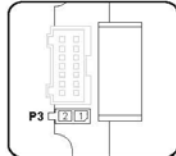
Pin #	Function	Description
1	I/O 1	General purpose I/O point 1
2	I/O 2	General purpose I/O point 2
3	I/O 3	General purpose I/O point 3
4	I/O 4	General purpose I/O point 4
5	Analog input	0 to +5 VDC, 0 to +10 VDC, 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
6	GND	Power and auxiliary ground
7	+V	Motor power

Table 2.13 Power and I/O interface - 7-pin pluggable terminal

Revision R042214

2.4.2 DC motor power

2-pin friction lock wire crimp



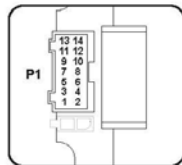
Pin #	Function	Description
1	+V	+12 to +60 VDC motor power
2	Ground	Power supply return (ground)

Table 2.14 P3 DC power, 2-pin locking wire crimp

Connectivity Options
 Prototype development cable PD-02-2300-FL3
 Mating connector kit: CK-04
 Mfg P/N:
 Shell Tyco 794617-2
 Pins Tyco 794610-1

2.4.3 I/O - expanded I/O (Plus²)

14-pin locking wire crimp



Pin #	Function	Description
1	I/O power	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs
2	I/O GND	Non-isolated I/O Ground. Common with Power Ground
3	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1
4	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2
5	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3
6	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4
7	I/O 9	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 9
8	I/O 10	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 10
9	I/O 11	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 11
10	I/O 12	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 12
11	Capture/trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level
12	Analog in	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input
13	Step/clock I/O	Step clock i/o. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.
14	Direction/clock I/O	Direction i/o. Can also be configured as quadrature or clock up/down. +5 VDC logic level.

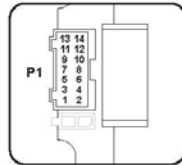
Table 2.15 P1 Expanded I/O, 14-pin locking wire crimp

Connectivity Options
 Prototype development cable: PD14-2334-FL3
 Mating connector kit: CK-09
 Mfg P/N:
 Shell JST PADP-14V-1-S
 Pins JST SPH-00170.5L

Revision R04.2214

2.4.4 I/O - remote encoder (Plus²)

16-pin locking wire crimp



Connectivity Options
 Prototype development
 cable::
 PD14-2334-FL3

Mating connector kit:
 CK-08

Mfg P/N:
 Shell
 JST PADP-14V-1-S

Pins
 JST SPH-001T0.5L

Pin #	Function	Description
1	I/O power	I/O Power, used with sourcing inputs or outputs.
2	I/O GND	Non-isolated I/O Ground. Common with Power Ground.
3	I/O 1	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 1
4	I/O 2	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 2
5	I/O 3	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 3
6	I/O 4	0 to +24 VDC Programmable I/O Point 4
7	CH A+	Channel A+ encoder input. +5 VDC logic level
8	CH A-	Channel A- encoder input. +5 VDC logic level
9	CH B+	Channel B+ encoder input. +5 VDC logic level
10	CH B-	Channel B- encoder input. +5 VDC logic level
11	Capture/trip I/O	High Speed Capture Input or Trip Output. +5 VDC Logic Level.
12	Analog in	0 to 10 V / 4 to 20 mA / 0 to 20 mA Analog Input.
13	IDX+	Index mark + encoder input. +5 VDC logic level
14	IDX-	Index mark - encoder input. +5 VDC logic level

Table 2.16 I/O and remote encoder interface - 16-pin locking wire crimp

Revision R042214

2 Specifications

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

2.5 Options

<i>Internal encoder</i>	Internal differential magnetic 512 line differential encoders with index mark are available:
<i>Remote Encoder (Plus2 versions only)</i>	MDrive 23 Linear Actuator Motion Control versions are available with differential encoder inputs for use with a remote encoder (not supplied).

2.6 Connectivity

<i>QuickStart kit</i>	For rapid design verification, all-inclusive QuickStart Kits have communication converter, prototype development cable(s), instructions and CD for MDrive initial functional setup and system testing.
<i>Communication Converters</i>	Electrically isolated, in-line converters pre-wired with mating connectors to conveniently set/program communication parameters for a single MDrive product via a PC's USB port. Length 12.0' (3.6m).
	<i>Mates to connector:</i>
	P2 10-pin pressure-fit IDC..... MD-CC400-001
	P2 10-pin wire crimp..... MD-CC402-001
<i>Prototype Development Cables</i>	Speed test/development with pre-wired mating connectors that have flying leads other end. Length 10.0' (3.0m).
	<i>Mates to connector:</i>
	P2 10-pin wire crimp..... PD10-1434-FL3
	P1 14-pin wire crimp..... PD14-2334-FL3
	P3 2-pin wire crimp..... PD02-2300-FL3
<i>Mating Connector Kits</i>	Use to build your own cables. Kit contains 5 mating shells with pins. Cable not supplied. Manufacturer's crimp tool recommended.
	<i>Mates to connector:</i>
	P2 10-pin pressure-fit IDC..... CK-01
	P2 10-pin wire crimp..... CK-02
	P1 14-pin wire crimp..... CK-09
	P3 2-pin wire crimp..... CK-04

Revision R04.2214

MLI23:2-14

Integrated Motor and Driver

Revision R042214

2 Specifications

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

Revision R042214

MLI23:2-16

Integrated Motor and Driver

3 Mounting and connection recommendations

DANGER

EXPOSED SIGNALS

Hazardous voltage levels may be present if using an open frame power supply to power the product.

Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.

CAUTION

SWITCHING DC POWER/HOT PLUGGING

Do not connect or disconnect power, logic, or communication while the device is in a powered state.

Remove DC power by powering down at the AC side of the DC power supply.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

CAUTION

LEAD RESTRAINT

Some MDrive mounting configurations require that the MDrive move along the screw. Ensure that all cabling is properly restrained to provide strain relief on connection points.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

CAUTION

THERMAL MANAGEMENT

The mounting plate material should offer sufficient mass and thermal conductivity to ensure that the motor temperature does not exceed 100°C.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

Revision R042214

3.1 Mounting

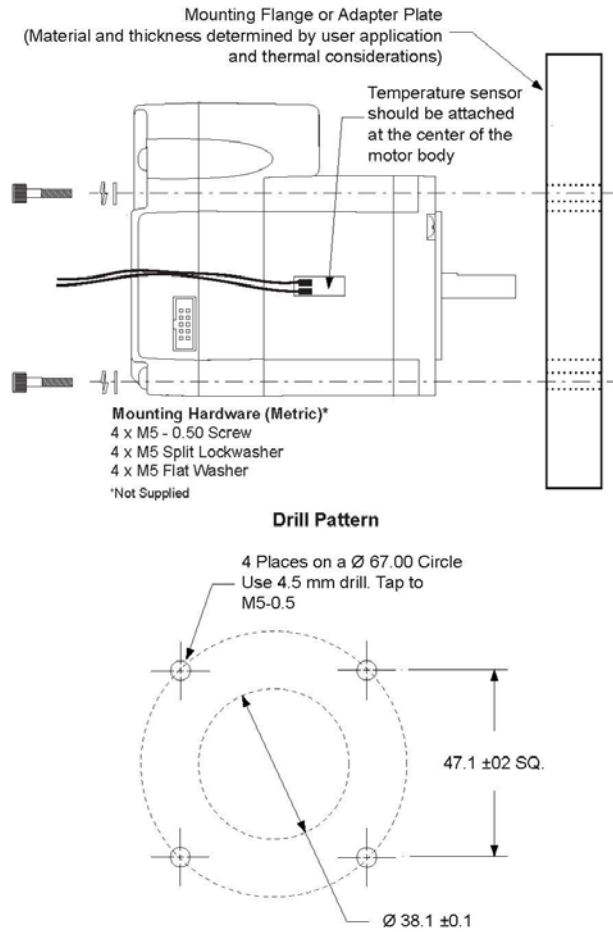


Figure 3.1 MDrive 23 mounting and drill pattern

Revision R04.2214

3.2 Layout and interface guidelines

Logic level cables must not run parallel to power cables. Power cables will introduce noise into the logic level cables and make your system unreliable.

Logic level cables must be shielded to reduce the chance of EMI induced noise. The shield needs to be grounded at the signal source to earth. The other end of the shield must not be tied to anything, but allowed to float. This allows the shield to act as a drain.

Power supply leads to the MDrive need to be twisted. If more than one driver is to be connected to the same power supply, run separate power and ground leads from the supply to each driver.

3.2.1 Rules of wiring

- Power supply and motor wiring should be shielded twisted pairs, and run separately from signal-carrying wires.
- A minimum of one twist per inch is recommended.
- Motor wiring should be shielded twisted pairs using 20 gauge, or for distances of more than 5 feet, 18 gauge or better.
- Power ground return should be as short as possible to established ground.
- Power supply wiring should be shielded twisted pairs of 18 gauge for less than 4 amps DC and 16 gauge for more than 4 amps DC.

3.2.2 Rules of shielding

- The shield must be tied to zero-signal reference potential. It is necessary that the signal be earthed or grounded, for the shield to become earthed or grounded. Earthing or grounding the shield is not effective if the signal is not earthed or grounded.
- Do not assume that Earth ground is a true Earth ground. Depending on the distance from the main power cabinet, it may be necessary to sink a ground rod at the critical location.
- The shield must be connected so that shield currents drain to signal-earth connections.
- The number of separate shields required in a system is equal to the number of independent signals being processed plus one for each power entrance.
- The shield should be tied to a single point to prevent ground loops.
- A second shield can be used over the primary shield; however, the second shield is tied to ground at both ends.

Revision R042214

3.3 Recommended wiring

The following wiring/cabling is recommended for use with the MDrive 23:

Logic Wiring22 AWG

Wire Strip Length..... 0.25" (6.0 mm)

Power and Ground See Table 3.2 in Part 1, Section 3 of this document

3.3.1 Recommended mating connectors and pins

<i>Communication</i>	10-pin Friction Lock (P2).....	Hirose DF11-10DS-2C
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (22 AWG).....	DF11-22SC
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (24 - 28 AWG)	DF11-2428SC
	Crimp Contact for 10-pin Friction Lock (30 AWG).....	DF11-30SC

I/O The following mating connectors are recommended for the MDrive 23 Units ONLY!
Please contact a JST distributor for ordering and pricing information.

14-pin Locking Wire Crimp Connector Shell..... JST PN PADP-14V-1-S

Crimp PinsJST PN SPH-001 T-P0.5L

Power 2-pin Locking Wire Crimp Connector Shell..... Tyco 794617-2

Crimp Pins Tyco 794610-1

3.4 Securing power leads and logic leads

Some applications may require that the MDrive move with the axis motion. If this is a requirement of your application, the motor leads (flying, pluggable or threaded) must be properly anchored. This will prevent flexing and tugging which can cause damage at critical connection points within the MDrive.

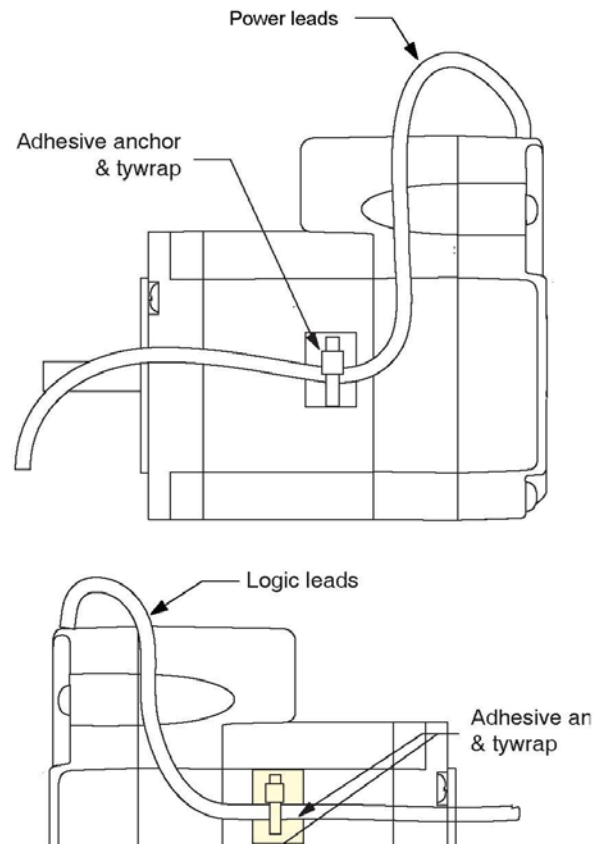


Figure 3.2 Securing leads

Revision R042214

3 Mounting

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

3.5 Anti-Backlash nut assembly and installation
3.5.1 Notes and warnings

- Do not use a wrench on the stainless steel cam of the nut.
- Do not oil the mechanism of the nut.
- Do not install the note into an interference fit bore (mechanism will not work).

3.5.2 Installation

To install threaded model nuts, simply hand tighten until shoulder is flush with mounting surface. A small amount of Loctite thread compound such as #277 can be used to prevent loosening. Alternatively, a pin can be installed to mechanically lock the threads.

Flanged models can be mounted to either the front or rear face of the flange.

Before use, it is recommended that the stainless steel preload mechanism be turned so that the camming surfaces move down the ramps. Once play is felt, allow the mechanism to slowly unwind again to establish the proper preload. (It is possible in assembly to inadvertently twist the cam creating excessive drag torque. This procedure will correct this.)

Using lubricant on the lead screw threads is recommended. This extends the life of the nut and reduces heat generation, noise and vibration. TriGEL-300S or TriGEL-1200SC is recommended.

3.5.3 Removal from screw

If it is necessary to remove the nut from your screw, you may lock the mechanism so that it can be immediately reinstalled without re-setting the preload. This can be done by wrapping tape around the junction between the stainless steel cam and the plastic nut halves. This will prevent the cam from turning when the nut is removed from screw. Remember to remove tape after installation.

For immediate transfer from one screw to another, hold the nut together between your thumb and forefinger so that it cannot expand axially. Remove the nut and install it on the second screw. It may be helpful to prevent the cam from turning with your remaining fingers as you transfer. If the nut becomes disassembled or loses its preload for any reason, follow the steps listed in the assembly procedure below.

Revision R04.2214

3.5.4 Assembly procedure

- 1) Insert spring tang into cam slot.

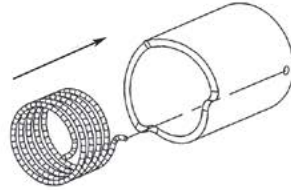


Figure 3.3 Insert spring tang

- 2) Ensure that the spring is engaged.

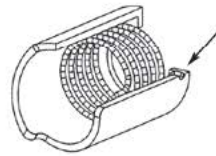


Figure 3.4 Spring engaged

- 3) Insert opposite tang into front nut slot or hole (dependant on size). Use the slot or hole that will allow the the cam to be positioned closest to the bottom of the ramp.

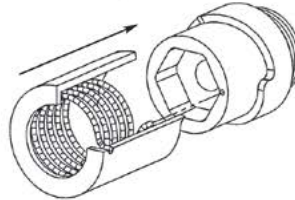


Figure 3.5 Insert opposite tang

3 Mounting

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

- 1) With washer installed, insert the back nut into the front nut.

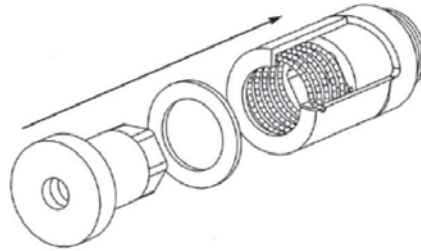


Figure 3.6 Inserting the back nut

- 2) With the cam held at the bottom of the ramp, thread the entire nut onto the screw starting with the front nut. After the entire nut is threaded onto the screw, release the cam to observe the gap distance (X on the drawing). The gap distance (X) should be about one-third of the full ramp distance, but no more than half.



Figure 3.7 Measuring the gap distance

- 3) If the gap distance is incorrect, unthread the nut just enough to allow the back nut to disengage from the screw. Pull the back nut off and rotate to the next index position and reinsert back into the front nut. With the cam held at the bottom of the ramp, thread the entire nut back onto the screw. Release the cam and verify the correct gap distance. If still not correct repeat this step.

Revision R04.2214

MLI23:3-8

Integrated Motor and Driver

- 4) Once the back nut has been properly clocked to yield the correct gap distance, unthread the nut again just enough to disengage the back nut from the screw, but do not remove from the nut. Pull the cam away from the ramp and rotate in the clockwise direction for two ramp settings, then hold the cam at the bottom of the second ramp. Be careful not to allow the back nut to rotate with respect to the front nut while completing this task. With the cam held at the bottom of the second ramp, push the back nut into the front nut and thread the entire nut onto the screw.

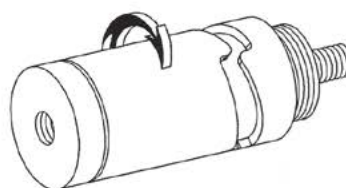


Figure 3.8 Pre-loading the nut

- 5) The anti-backlash nut is now pre-loaded and fully assembled.

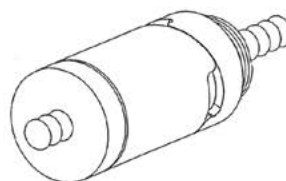


Figure 3.9 Nut pre-loaded and fully assembled

3 Mounting

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

This page intentionally left blank

Revision R042214

MLI23:3-10

Integrated Motor and Driver

4 Connection and interface

DANGER

EXPOSED SIGNALS

Hazardous voltage levels may be present if using an open frame power supply to power the product.

Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.

CAUTION

SWITCHING DC POWER/HOT PLUGGING

Do not connect or disconnect power, logic, or communication while the device is in a powered state.

Remove DC power by powering down at the AC side of the DC power supply.

Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

4.1 Interfacing RS422-485 communication

For general RS422/485 single and party mode communication practices please see Part 1 Section 5 of this document.

CAUTION

Communication GROUND LOOPS

To avoid ground loops in the system only connect communication ground to the first MDrive in the system. Do not connect communication ground on subsequent MDrives.

Failure to follow these instructions may result in damage to system components!

CAUTION

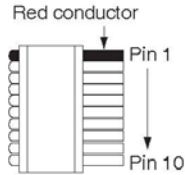
HOT PLUGGING!

Do not connect or disconnect communication while the device is in a powered state.

Failure to follow these instructions may result in damage to system components!

Revision R042214

4.1.1 P2 — 10-pin pressure-fit IDCstyle connector



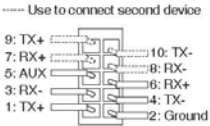
Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	TX -	Transmit minus
3	RX +	Receive plus
4	RX -	Receive minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX -	Receive minus
8	TX -	Transmit minus
9	TX +	Transmit plus
10	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.

Table 4.1 Communication connections, P2 - 10-pin IDC

Connectivity accessories

- Mating connector kitCK-01 (contains 5 connector shells, ribbon cable not included)
- Communication converter cable (10'/3.0 m).....MD-CC400-001

4.1.2 P2 — 10-pin friction lock wire crimp



Pin #	Function	Description
1	TX +	Transmit plus
2	Comm GND	Communication ground only. Do not ground aux-logic to this pin.
3	RX -	Receive minus
4	TX -	Transmit minus
5	Aux-Logic	Auxiliary logic maintains power to the logic circuitry in the absence of motor power. +12 to +24 VDC input
6	RX +	Receive plus
7	RX +	Receive plus
8	RX -	Receive minus
9	TX +	Transmit plus
10	TX -	Transmit minus

Table 4.2 P2 communication, 10-pin locking wire crimp

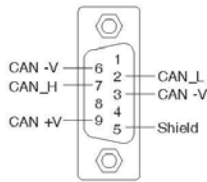
Connectivity accessories

- Mating connector kitCK-02 (contains 5 connector shells, ribbon cable not included)
- Communication converter cable (10'/3.0 m).....MD-CC402-001

Revision R04.2214

4.2 Interfacing CANopen communication

4.2.1 P2 — 9-pin d-sub connector (female)



Pin #	Function	Description
1	N/C	Not connected
2	CAN low	CAN_L bus line (low dominant)
3	CAN -V	CAN communication ground
4	N/C	Not connected
5	Shield	Optional CAN shield
6	CAN -V	Optional ground
7	CAN high	CAN_H bus line (high dominant)
8	N/C	Not connected
9	CAN +V	+7 to +30 VDC power supply

Table 4.4 CANopen communication, P2: 9-pin D-sub female (DB-9F)

Connectivity accessories

Communication converter cable.....MD-CC500-000

Revision R042214

4.3 Interfacing DC power

See part 1 of this document, section 3, for recommended power cable configurations.

⚠ CAUTION
OVER VOLTAGE
The DC voltage range for the MDrive 23 is +12 to +60 VDC. Ensure that motor back EMF is factored into your power supply size calculations.
Allow 3.0 A maximum power supply output current per MDrive in the system. Actual power supply current will depend on voltage and load.
Failure to follow these instructions can result in equipment damage.

4.3.1 Recommended IMS power supplies

<i>IP404 Unregulated Linear Supply</i>	Input Range
	120 VAC Versions 102-132 VAC
	240 VAC Versions 204-264 VAC
	Output (All Measurements were taken at 25°C, 120 VAC, 60 Hz)
	No Load Output Voltage 43 VDC @ 0 Amps
	Continuous Output Rating 32 VDC @ 1.5 Amps
	Peak Output Rating 26 VDC @ 3 Amps

<i>ISP300-4 Unregulated Switching Supply</i>	Input Range
	120 VAC Versions 102-132 VAC
	240 VAC Versions 204-264 VAC
	Output (All Measurements were taken at 25°C, 120 VAC, 60 Hz)
	No Load Output Voltage 42 VDC @ 0 Amps
	Continuous Output Rating 39 VDC @ 3.0 Amps
	Peak Output Rating 37 VDC @ 6.0 Amp

Revision R04.2214

4.3.2 Recommended wire gauge

Cable Length: Feet (meters)	10 (3.0)	25 (7.6)	50 (15.2)	75 (22.9)	100 (30.5)
Amps Peak	Minimum AWG				
1 Amp Peak	20	20	18	18	18
2 Amps Peak	20	18	16	14	14
3 Amps Peak	18	16	14	12	12

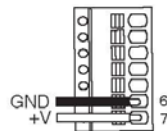
Table 4.61 Recommended power supply wire gauge

4.3.3 P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface

Wire Color	
Red	Motor power supply
Black	Power ground

Table 4.7 Power and ground connections, flying leads

4.3.4 P1 — 7-pin pluggable terminal interface

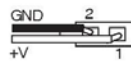


Pin #	
6	Power ground
7	Motor power supply

Table 4.8 Power and ground connections, 7-pin terminal

Revision R042214

4.3.5 P1 — 2-pin wire crimp interface



Pin #		PD02-2300-FL3 wire colors
6	Power ground	Black
7	Motor power supply	Red

Table 4.9 Power and ground connections, 7-pin terminal

Connectivity accessories

Prototype development cable.....	PD02-2300-FL3
Mating connector kit	CK-04 (contains 5 connector shells, ribbon cable not included)

Revision R04.2214

4.4 Interfacing I/O

See part 1 of this document, section 4, for I/O interface configurations and methods.

⚠ CAUTION	
ELECTRICAL OVERSTRESS	
The general purpose I/O is tolerant to +24 VDC. The following listed I/O point is TTL level and only tolerant to +5 VDC:	
1)	Capture/Trip
2)	Step/Direction
3)	Remote encoder inputs
Do not exceed +5 VDC on these points.	
Failure to follow these instructions can result in equipment damage.	

4.4.1 P1 — 12' (30.5 cm) flying leads interface

Wire Color	Signal
White/yellow	General purpose I/O 1
White/orange	General purpose I/O 2
White/violet	General purpose I/O 3
White/blue	General purpose I/O 4
Green	Analog input

Table 4.11 I/O connections, flying leads

4.4.2 P1 — 7-pin pluggable terminal interface

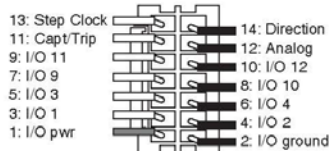


Pin number	Signal
1	General purpose I/O 1
2	General purpose I/O 2
3	General purpose I/O 3
4	General purpose I/O 4
5	Analog input

Table 4.12 I/O connections, 7-pin terminal

Revision R042214

4.4.3 P1 — 14-pin locking wire crimp interface (expanded I/O)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O power	Red
2	I/O ground	Black
3	General purpose I/O 1	Orange
4	General purpose I/O 2	Black
5	General purpose I/O 3	Brown
6	General purpose I/O 4	Black
7	General purpose I/O 9	Yellow
8	General purpose I/O 10	Black
9	General purpose I/O 11	Blue
10	General purpose I/O 12	Black
11	Capture output/trip input	Green
12	Analog input	Black
13	Step clock I/O	White
14	Direction clock I/O	Black

Table 4.13 I/O connections, 14-pin locking wire crimp

Connectivity accessories

Mating connector kitCK-09
(contains 5 connector shells and the appropriate quantity of pins to make 5 cables)

Prototype development cable (10'/3.0 m)..... PD14-2334-FL3

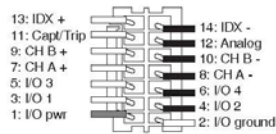
Manufacturer (JST) part numbers

Connector shell.....PADP-14V-1-S

Pins..... SPH-001T0.5L

Revision R04.2214

4.4.4 P1 — 14-pin locking wire crimp interface (remote encoder)



Pin Numbers	Signal	Prototype development cable wire colors (twisted pairs)
1	I/O power	Red
2	I/O ground	White
3	General purpose I/O 1	Orange
4	General purpose I/O 2	Black
5	General purpose I/O 3	Brown
6	General purpose I/O 4	Black
7	Channel A +	Yellow
8	Channel A -	Black
9	Channel B +	Blue
10	Channel B -	Black
11	Capture output/trip input	Green
12	Analog input	Black
13	Index +	White
14	Index -	Black

Table 4.14 I/O and remote encoder connections, 14-pin locking wire crimp

<i>Connectivity accessories</i>	Mating connector kit.....CK-09 (contains 5 connector shells and the appropriate quantity of pins to make 5 cables)
	Prototype development cable (10'/3.0 m)..... PD14-2334-FL3
<i>Manufacturer (JST) part numbers</i>	Connector shell.....PADP-14V-1-S
	Pins..... SPH-001T0.5L

Revision R042214

4.5 Connectivity accessory details

4.5.1 RS-422/485 communication converter cables

USB to 10-pin IDC connector P2
P/N: MD-CC400-001

Electrically isolated in-line USB to RS-422/485 converter pre-wired with mating connector to conveniently program and set configuration parameters

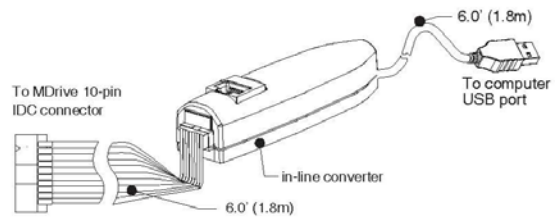


Figure 4.1 MD-CC400-000 communication converter cable

USB to 10-pin wire crimp connector P2
P/N: MD-CC402-001

Electrically isolated in-line USB to RS-422/485 converter pre-wired with mating connector to conveniently program and set configuration parameters

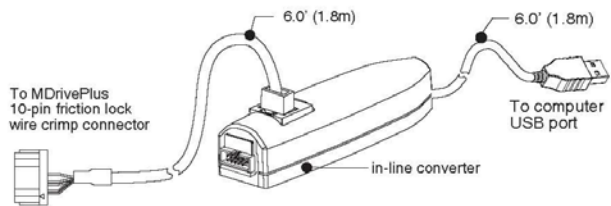


Figure 4.2 MD-CC402-001 communication converter cable

Revision R04.2214

4.5.2 Prototype development cables

Flying leads to 10-pin wire crimp connector
P2 -P/N: PD10-1434-FL3

Used in conjunction with the MD-CC402-001 communication converter cable to facilitate multi-drop RS-422/485 communication.

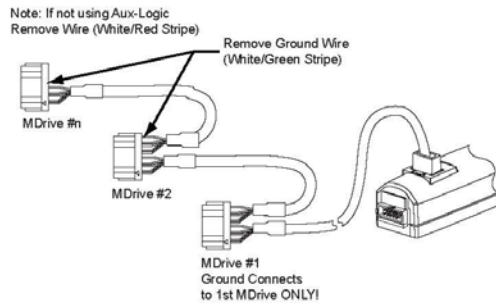
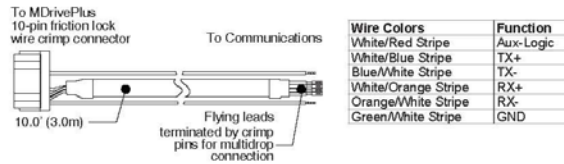


Figure 4.4 Multi-drop communication using the PD10-1434-FL3

Procedure

- 1) Remove ground wire (unless this is the first system MDrive, green/white stripe)
- 2) Remove aux-logic (if not used, red/white stripe)
- 3) Connect pre-crimped flying leads as shown in Figure 5.7 below

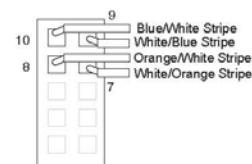


Figure 4.5 Wiring a second PD10-1434-FL3 into the 10-pin wire crimp connector.

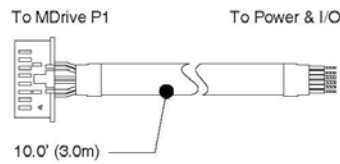
Revision R042214

4 Connection and Interface

MDrive® 23 Linear Actuator Motion Control

Flying leads to 14-pin locking wire crimp connector P2 -P/N: PD14-2334-FL3

The PD14-2334-FL3 prototype development cable is used to rapidly interface the MDrive 23 to the users controller. This 10' (3.0 m) cable consists of a 14-pin locking wire crimp connector to plug directly into the MDrive P1 connector with flying leads on the opposite end to interface to I/O devices.



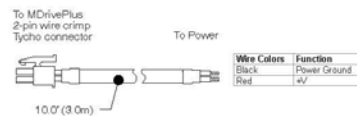
Pin #	Wire Colors	Signal (Expanded features)	Signal (Remote encoder)	Pairs
14	Black	Step Clock I/O	Index -	X
13	White	Direction I/O	Index +	
12	Black	Analog Input	Analog Input	X
11	Green	Capture/Trip I/O	Capture/Trip I/O	
10	Black	I/O 12	Channel B -	X
9	Blue	I/O 11	Channel B +	
8	Black	I/O 10	Channel A -	X
7	Yellow	I/O 9	Channel A +	
6	Black	I/O 4	I/O 4	X
5	Brown	I/O 3	I/O 3	
4	Black	I/O 2	I/O 2	X
3	Orange	I/O 1	I/O 1	
2	Black	I/O Ground	I/O Ground	X
1	Red	I/O Power	I/O Power	

Figure 4.6 Prototype development cable PD14-2334-FL3

Revision R04.2214

Flying leads to 2-pin locking wire crimp connector P2 -P/N: PD02-2300-FL3

The PD02-2300-FL3 prototype development cable is used to rapidly interface the MDrive 23 to the users DC power supply. This 10' (3.0 m) cable consists of a 2-pin locking wire crimp connector to plug directly into the MDrive P3 connector with flying leads on the opposite end to interface to DC power.



Pin #	Wire Colors	Signal (Expanded features)
2	Black	Ground
1	Red	+V

Figure 4.7 Prototype development cable PD02-2300-FL3

Revision R042214

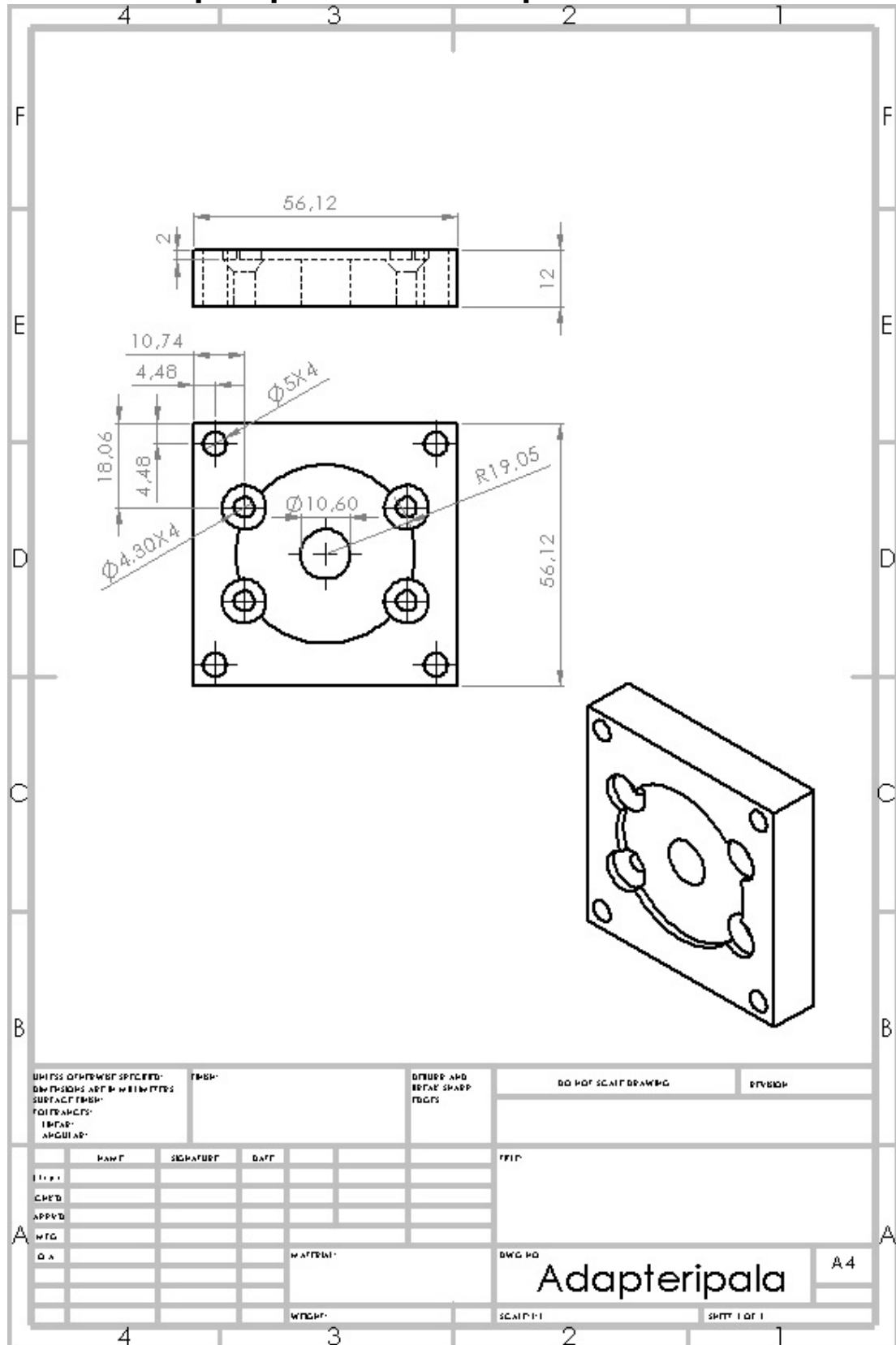
4.6 Mating connector kits

Use to build your own cables. Kit contains 5 mating shells with pins.
Cable not supplied. Manufacturer's crimp tool recommended.

Mates to connector:

P2 10-pin pressure-fit IDC	CK-01
P2 10-pin wire crimp	CK-02
P1 14-pin wire crimp	CK-09
P3 2-pin wire crimp	CK-04

Liite 20 MDrive 23 Linear Actuatorin ja KR30H-johteen välisen adapteripalan tekninen piirustus



Liite 22 Jauhapedin tekninen piirustus

