

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Janne Jääskeläinen

OPTINEN RAILONSEURANTA JA -HAKU ROBOTTIHITSAUK-
SESSA

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
P. +358 50 260 6800

Tekijä
Janne Jääskeläinen

Nimeke
Optinen railonseuranta ja -haku robottihitsauksessa.

Toimeksiantaja
John Deere Forestry Oy, Waratah OM Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä selvitetään optisen railonseurannan ja railonhaun nykytilaa ja käytettävyyttä robottihitsauksessa tuotanto-olosuhteissa. Opinnäytetyössä kootaan tietoa antureiden eri ominaisuuksista, kuten hinnasta, koosta, liitettävyydestä ja käyttöominaisuuksista. Työn tarkoituksena on antaa toimeksiantajalle lisää tietoa optisista railonseuranta- ja railonhakuparjelmista ja siten helpottaa tekemään päätös optisen laitteiston hankinnasta hitsausrobotille.

Työ toteutettiin ottamalla yhteyttä anturinvalmistajiin ja laitteistoja opetus- ja tuotantokäytössä käyttäneisiin tahoihin. Näiltä kontakteilta kerätty tieto on tietoperustana opinnäytetyölle. Tekijän omaa kokemusta on myös tuotu esille optisen laitteiston käytöstä John Deere Forestry Oy:n tuotannossa, jossa antureita voitaisiin käyttää omana työkalunaan ilman hitsauspoltinta. Tämä tapahtuisi robotin irrotettavalla työkalulla.

Työ antaa toimeksiantajalle kontakteja ja tietoa optisen laitteiston hankintaa ja asennusta varten. Opinnäytetyö antaa myös tietoa siitä, mitä optisilla seuranta- ja hakuantureilla robottihitsauksessa voi tehdä.

Kieli

suomi

Sivuja 33

Liitteet 5

Asiasanat

Liitesivumäärä 23

optinen railonhaku, optinen railonseuranta, robottihitsaus



THESIS
April 2015
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. +358 50 260 6800

Author (s)
Janne Jääskeläinen

Title
Optical Seam Tracking and Part Finding in Robotic Welding.

Commissioned by
John Deere Forestry, Waratah Om

Abstract

This thesis studies the current state of optical seam tracking and seam finding in robot welding in production conditions. The thesis gathers information of various features of optical sensors such as price, size, connectivity and application properties. The purpose of this thesis was to give more information of the optical seam tracking and part finding systems, and thus to make it easier for the client to a make decision of purchasing an optical system for a welding robot.

This thesis was carried out by contacting sensor manufacturers, and contacting the operators that have used optical systems in teaching or production purposes. The information gathered from these contacts is the basis for the thesis. The author's own user experiences were also brought up on using optical system in John Deere Forestry production, where sensors could be used as a tool without a welding torch. This would be possible with a removable tool in the robot.

The result of this thesis gives the client contacts and information for purchasing and installing optical seam tracking and part finding systems. This thesis explains different opportunities in optical seam tracking and part finding in robot welding.

Language

Pages 33

Finnish

Appendices 5

Keywords

Pages of Appendices 23

optical seam finding, optical seam tracking, robot welding

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto	5
2	John Deere Forestry Oy ja Waratah Om Oy	7
3	Termistö	7
3.1	Teollisuusrobotti	8
3.2	Hitsaus	9
3.3	MIG- ja MAG-hitsaus	9
3.4	Vapaalangan pituus	10
3.5	Railomuodot ja liittotyypit	10
3.6	Paikoitus- ja hitsausvirheet	12
4	Perinteisen railonhaun ja railon seurannan haasteet	12
5	Optinen railon seuranta ja -haku	15
5.1	Toimintaperiaate	15
5.2	Optisen railon seurannan ja -haun hyödyt sekä haasteet	17
5.3	Kalibrointi ja kuljetussuunta	20
5.4	Optisen haun ja optisen seurannan korjausmahdollisuus	20
5.5	Idea työkalun irrottamisesta ja erikseen ajamisesta	21
6	Laite-esimerkit ja kustannukset	22
6.1	Keyence IL-300 spot sensor	22
6.2	Servo-Robot Inc. Robo-Find SF/D-HE	24
6.3	Servo-Robot Inc. i-Cube	25
6.4	Binzel-Abicor/Scansonic TH6D	26
6.5	Meta Vision Systems Smart Laser Pilot	28
6.6	Servo-Robot Inc. Power-Cam	29
7	Laitteiston asennus ja käyttö	29
8	Luotettavuus ja eettisyys	31
9	Johtopäätökset	32
10	Pohdinta	32
	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1	Binzel Abicor TH6D esite
Liite 2	Servo-Robot Inc. Robo-Find SF/D-HE esite
Liite 3	Servo-Robot Inc. i-Cube esite
Liite 4	Meta Vision Systems Smart Laser Pilot esite
Liite 5	Servo-Robot Inc. Power-Cam esite

1 Johdanto

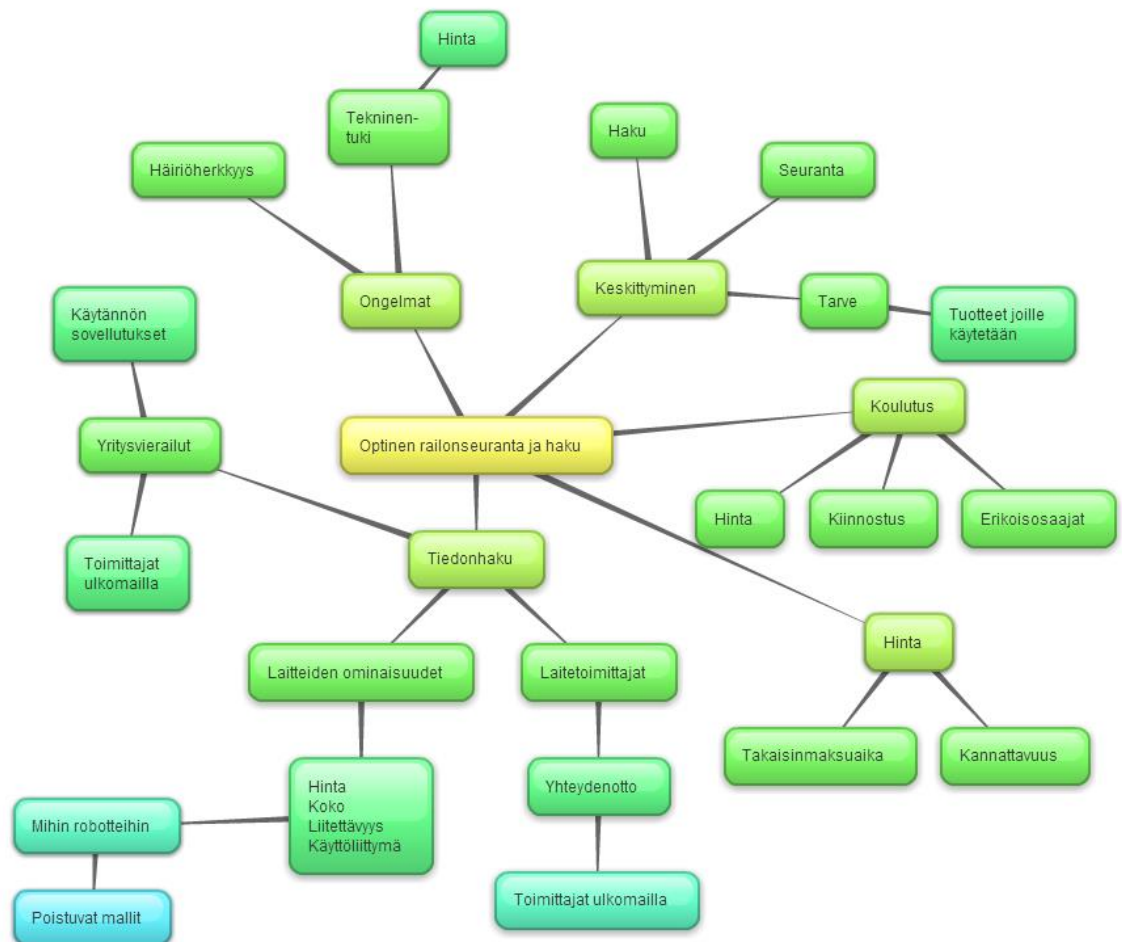
Toimeksiannon opinnäytetyöhöni sain John Deere Forestry Oy:ltä. Toimenkuvani muuttuessa John Deere Forestry Oy:ltä Waratah Om Oy:n palvelukseen työni laajeni koskettamaan myös Outokummun Metalli Oy:n hitsauslaitteistoa. Tämä ei ollut ongelma, koska samoja optisia laitteistoja voisi käyttää molemmissa yrityksissä. John Deere Forestry Oy:llä ja Outokummun Metalli Oy:llä on käytössään railonseuranta ja -haku perinteisellä vapaalangan pituuteen ja jännitteeseen perustuvalla menetelmällä.

Optinen railonseuranta ja optinen haku ovat uutta tekniikkaa, jota ei käytetä teollisuudessa laajalti. Tämä on johtunut laitteiden suuresta koosta ja kalliista hankintahinnasta. Optisen railonseurannan ja kappaleenhaun laitteiston suuri koko on usein esteenä kappaleiden hitsaukselle optisia laitteita apuna käyttäen, koska hitsausrobotin täytyy päästä melko ahtaisiin paikkoihin. Nykytekniikka on kuitenkin mahdollistanut laitekokojen pienenemisen, ja valmistajien lisääntyessä laitteiden hinnat ovat laskeneet. Tämän kehityksen myötä nyt oli ajankohtaista tutkia, kannattaisiko toimeksiantajan hankkia optista tekniikkaa helpottamaan railonseurantaa ja -hakua robottihitsauksessa.

Opinnäytetyössäni etsin tietoa optisista railonseuranta- ja hakulaitteistoista, niiden teknisistä ominaisuuksista ja käyttömahdollisuuksista. Tutkin optisen railonseurannan ja -haun mahdollisuuksia ja niiden tuomia etuja robottihitsauksessa. Vertailin myös optisen tekniikan etuja ja haittoja verrattuna nykyiseen vapaalangan pituuteen perustuvaan railonseurantaan ja jännitteellä tapahtuvaan railonhakuun. Opinnäytetyössä kuvataan toimeksiantajalla käytössä olevien hitsausprosessien perusteet sekä hitsaus- ja paikoitusvirheet, joita voitaisiin ehkäistä optisilla laitteilla. Opinnäytetyön aihealueet on esitetty mindmap-muodossa kuvassa 1.

Opinnäytetyössäni käytettävä asiantuntija-aineisto on kerätty sähköpostikeskusteluihin ja suullisiin keskusteluihin, tietopohjana on myös alan opettajilta kerättyä

materiaalia laitteistojen käytöstä. Aiheen asiantuntijat ovat olleet laitteistojen myyjiä, käyttäjiä tai opettajia.



Kuva 1. Toimeksianto ja tavoitteet.

2 John Deere Forestry Oy ja Waratah Om Oy

Deere & Company on perustettu vuonna 1873 Yhdysvalloissa Illinoisissa. Nykyään se toimii 35 eri maassa ja työllistää 60 000 ihmistä. Yhtiö toimii maa- ja metsätalouden eri osa-alueilla ja kuuluu maailman arvostetuimpien yritysten joukkoon. (Deere & Company 2015.)

John Deere Forestry Oy:n pyöräalustaisten metsäkoneiden tuotekehitys ja Euroopan markkinointikeskus sijaitsee Tampereella. Joensuussa sijaitsee John Deere Forestry Oy:n tehdas, jossa valmistetaan kuormatraktoreita ja harvestereita. Työntekijöitä tehtaalla on noin 350 henkilöä. (Deere & Company 2015.)

Waratah Om Oy on maailman suurin harvesteripäävalmistaja, joka toimii Joensuussa. John Deere Forestry Oy omistaa Waratah Om Oy:stä 51 % ja Outokummun metalli Oy 49 %, ja enemmistöosuuden vuoksi Waratah Om Oy on osa John Deere Forestry -yhtiötä. Outokummun metalli valmistaa harvesteripäiden rungot ja tekee osan kokoonpanoa. Waratah Om Oy tekee harvesteripäihin lopullisen kokoonpanon ja koeajon, minkä jälkeen se toimittaa kouran John Deere Forestry Oy:lle harvesteriin asennettavaksi tai myy harvesteripään John Deeren myyntiverkoston kautta irtoharvesteripäänä. (Haring 2014.)

3 Termistö

Tässä luvussa selvitetään ja tarkennetaan opinnäytetyössäni käytettäviä termejä ja käsitteitä. Näin lukijan on helpompi omaksua opinnäytetyössä käsiteltävät asiat.

3.1 Teollisuusrobotti

Standardin ISO 8373 määritelmän mukaan teollisuusrobotti on uudelleen ohjelmitava, monipuolinen, vähintään kolminivellinen mekaaninen laite, joka on suunniteltu liikuttamaan kappaleita, osia, työkaluja tai erikoislaitteita ohjelmoitavin liikkein. (Standardi ISO 8373 2012.)

John Deere Forestry Oy:llä ja Outokummun Metalli Oy:llä käytössä olevat robotit ovat 6- tai 9-akselisia robotteja, joissa on lisänä kappaleenpyörityslaitteistot. Kappaleenpyörityslaitteilla tehdään mahdolliseksi kappaleen hitsaus monissa eri asennoissa ja varmistetaan robotille paras mahdollinen hitsausasento.

Robotteihin on lisätty hitsauslaitteistot, jotka pitävät sisällään hitsausvirtalähteet, langansyöttölaitteiston, polttimen sekä haku- ja seurantalaitteiston. Kuvassa 2 on esitelty em. robottiin integroitu hitsausvarustus.



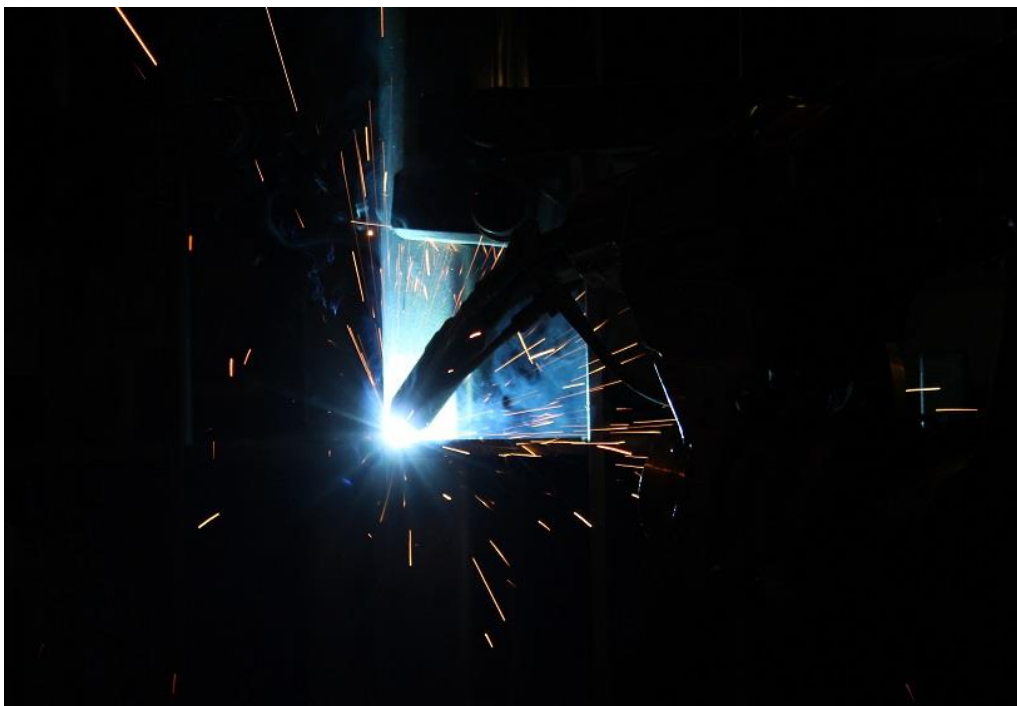
Kuva 2. Esimerkki hitsauslaitteistosta. (Pronius Oy 2015.)

3.2 Hitsaus

Hitsaus terminä tarkoittaa kahden osan liittämistä toisiinsa lämpöä tai puristusta apuna käyttäen. Yleensä hitsauksessa käytetään apuna lisäainetta, joka pääsääntöisesti sulaa samassa lämmössä kuin perusaine. Yleisimmät hitsausprosessit käyttävät lämmönlähteenä valokaarta, jolla sulatetaan perusaine ja lisäaine yhtenäiseksi hitsiksi. (Esab 2014.) Käsittelen työssäni MAG-hitsausta, koska menetelmä on käytössä molemmissa työtä koskevissa yrityksissä.

3.3 MIG- ja MAG-hitsaus

MIG- ja MAG-hitsaukset ovat metallikaasukaarihitsauksia, joissa valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työkappaleen välissä. Hitsaustapahtuma on esitetty kuvassa 3. Sula metalli siirretään pieninä pisaroina langan päästä hitsisulaan. MIG-hitsaus tarkoittaa hitsausta inertillä suojakaasulla, jossa kaasu ei osallistu hitsausprosessiin, vaan suojelee hitsausprosessia epäpuhtauksilta. MAG-hitsauksessa suojakaasu osallistuu hitsausprosessiin ja reagoi sulassa metallissa olevien aineiden kanssa. (Esab 2014.)







Kuva 3. MAG-hitsaustapahtuma.

3.4 Vapaalangan pituus






Vapaalangan pituus säädetään virtasuuttimen etäisyydellä hitsattavasta kappaleesta. Vapaalangan pituus kasvaa viettäessä suutinta poispäin kappaleesta, jolloin resistanssi kasvaa. Vapaalangan pituuden pienentyessä virta suurenee. Tätä ilmiötä käytetään hyödyksi perinteisessä railon seurantamenetelmässä tekemällä vaaputusliikettä hitsattaessa. Vaaputusliikkeen tarkoituksena on havaita muutosta railon tilavuudessa virran muuttuessa, ja näin seurata railoa. (Lepola, Makkonen 2005,123.)

3.5 Railomuodot ja liitostyypit





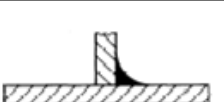

Railon muodolla tarkoitetaan hitsausliitoksen tyyppiä. Kuvissa 4, 5, 6, ja 7 on esitelty eri hitsausliitostyypit, joista näkyy piirrosmerkki ja liitoksen kuva.

Hitsit	Liitoksen aksonometrisen kuva	Perusmerkki
U-hitsi		Y
J-hitsi		Y
Juurihitsi		∩
Pienahitsi		△





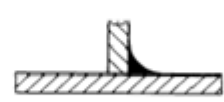



Kuva 4. Hitsausliitokset 1. (SFS-EN 22553 1994.)

Hitsit	Liitoksen aksometrisen kuva	Perusmerkki
I-hitsi		
V-hitsi		∇
Puoli-V-hitsi		∇
V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn V-railoon		Y
Puoli-V-hitsi, hitsattu osaviistettyyn V-railoon		Y

Kuva 5. Hitsausliitokset 2. (SFS-EN 22553 1994.)

Hitsit	Hitsiä esittävä piirustus	Merkkijhdistelmä
Juuripalollinen V-hitsi osaviistetyssä V-railossa		
Viimeistelty tasa-V-hitsi		
Juoheva pienahitsi		

Kuva 6. Hitsausliitokset 3. (SFS-EN 22553 1994.)

Hitsit	Hitsiä esittävä piirustus	Merkkijhdistelmä
Tasa-V-hitsi		
Kupu-X-hitsi		
Kourupienahitsi		
Tasajuuripalollinen tasa-V-hitsi		

Kuva 7. Hitsausliitokset 4. (SFS-EN 22553 1994.)

3.6 Paikoitus- ja hitsausvirheet

Paikoitusvirheitä ja virheitä liitoksiin syntyy levyjen leikkauksesta, särmäyksestä ja silloitusvirheistä. Virheitä tuotannossa John Deere Forestry Oy:llä ja Outokummun Metalli Oy:llä syntyy, vaikka monet robottihitsattavista osista kasaataankin paikoitusjigeissä. Myös levyosien viisteiden mittavaihtelut vaikuttavat railontilavuuteen. Edellä mainitut seikat aiheuttavat hitsausvirheitä, ja sen myötä laadun ja kestävyuden heikkenemistä. Näitä virheitä pyritään korjaamaan robotin hakutoiminolla ja railon seurannalla. Näiden muuttujien vuoksi tuottavuus helposti laskee käsiviimeistelyn tarpeen kasvaessa.

4 Perinteisen railonhaun ja railon seurannan haasteet

Railonhaku tarkoittaa hitsattavan kappaleen paikan hakemista robotin kaasuholkilla tai langalla fyysisellä kosketuksella, kuten kuvassa 6. Robotille on esiasetettu pisteet, joita kosketetaan kaasuholkilla tai langalla, ja näiden tietojen perusteella robotti laskee muutoksen esiohjelmoiduille pisteille. Näin hitsattavien tuotteiden mitta- ja silloitusvirheitä saadaan korjattua, ja robotin tekemä hitsaus osuu oikeaan paikkaan. Kuvassa 8 esimerkkinä on metsäkoneen sermi, jossa hakuja suoritetaan useista eri paikoista, jotta hitsit osuisivat oikeaan paikkaan. Tässä menetelmässä on omat ongelmansa: Kappaleenhaku kaasuholkilla tai langalla ei ole aina mahdollista kappaleen muodon tai asennon vuoksi. Kyseinen menetelmä on myös melko hidas. Tämä johtuu siitä, että hitsattavaa kappaletta täytyy lähestyä holkilla tai langalla hitaasti törmäysvaarasta johtuen.



Kuva 8. Railonhaku kaasuholkilla.

Tämänhetkinen railonseuranta toimeksiantajilla perustuu hitsausarvoihin ja niiden muutokseen. Railotilavuuden on oltava tarpeeksi suuri ja hitsausrobotin on päästävä tekemään vaaputusliikettä, jotta railonseurantalaitteisto voi havaita muutokset hitsausarvoissa. Vapaalangan pituuden muutos vaikuttaa hitsausvirtaan ja tätä arvoa seuraamalla saadaan seurattua railon keksikohtaa tietyissä raja-arvoissa. (Jääskeläinen, Tuunainen & Solehmainen 2010.)

Railonseurannan ongelmat johtuvat railontilavuuden muutoksista ja paikoitusvirheistä. Hitsausarvoihin perustuvaa seurantaa ei voida käyttää, jos levynpaksuudet ovat alle 3 mm tai ympyräliikkeet ovat halkaisijaltaan alle 30 mm. Hitsi voi helposti lähteä vaeltamaan aiheuttaen suurta viimeistelyn tarvetta ja siten heikentää laatua ja tuottavuutta. (Jääskeläinen, Tuunainen & Solehmainen 2010.)

Kuvissa 9 ja 10 on liitos, jossa railonhaku on vaikeaa perinteistä menetelmää käyttäen. Railonseuranta on mahdotonta railon pienen koon vuoksi. Railoa hitsattaessa robotin ja hitsauslaitteiston täytyy saada tehdyksi pieni vaaputusliike, jolloin seuranta pystyy havaitsemaan muutoksen railon tilavuudessa.



Kuva 9. Hakuun ja seurantaan soveltumaton hitsausliitos sen kapeuden vuoksi.



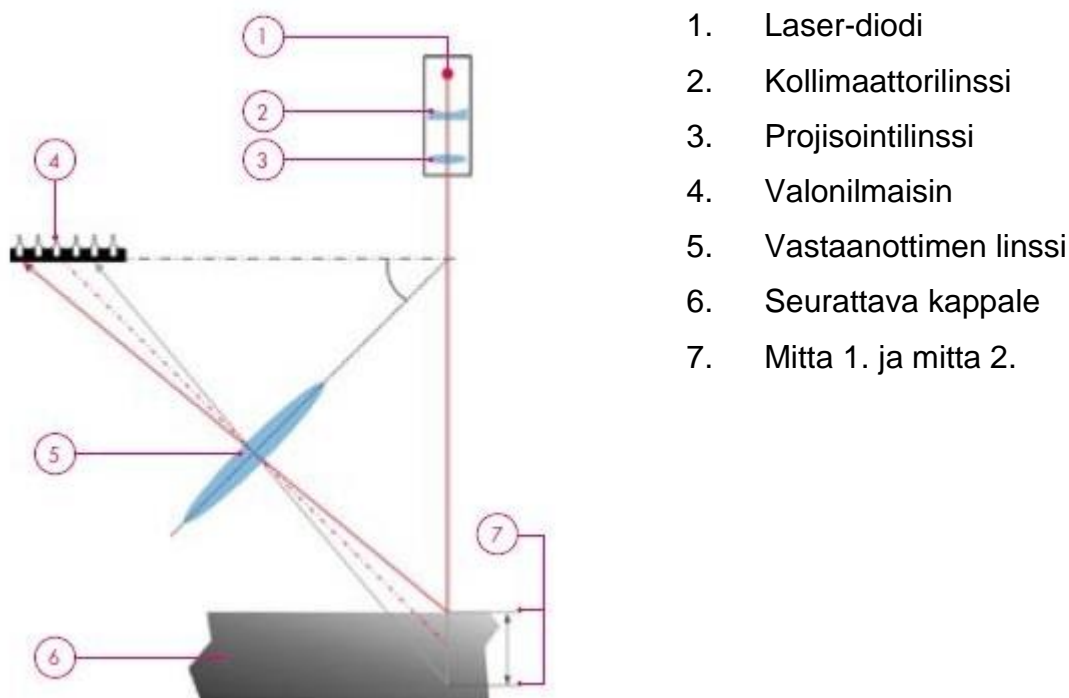
Kuva 10. Seurantaan soveltumaton railo sen kapeuden vuoksi.

5 Optinen railon seuranta ja -haku

Tässä luvussa kerrotaan optisen railon seurannan ja -haun perusteet, kuten toimintaperiaate, käyttöliittymä ja anturin käyttömahdollisuudet. Kappaleessa esitellään myös optisen anturinkäytön hyödyt ja haasteet.

5.1 Toimintaperiaate

Optinen seurantalaitteisto koostuu valonlähteestä (laser), heijastavaa valoa mittaavasta fotodiodimatriisista (esim. CCD-kamera) sekä optiikasta. Tämän lisäksi tarvitaan laitteiston ohjausyksikkö (Hardware) sekä kuvankäsittelyn ja laitteiston ohjauksen mahdollistava ohjelmisto (Software). Optinen anturi asetetaan sopivan matkan päähän hitsauslangasta ja kalibroidaan. Tällöin ohjelmisto osaa laskea oikein raijien muodon ja paikan muutokset. Optisen anturin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 11. (Jääskeläinen 2010.)

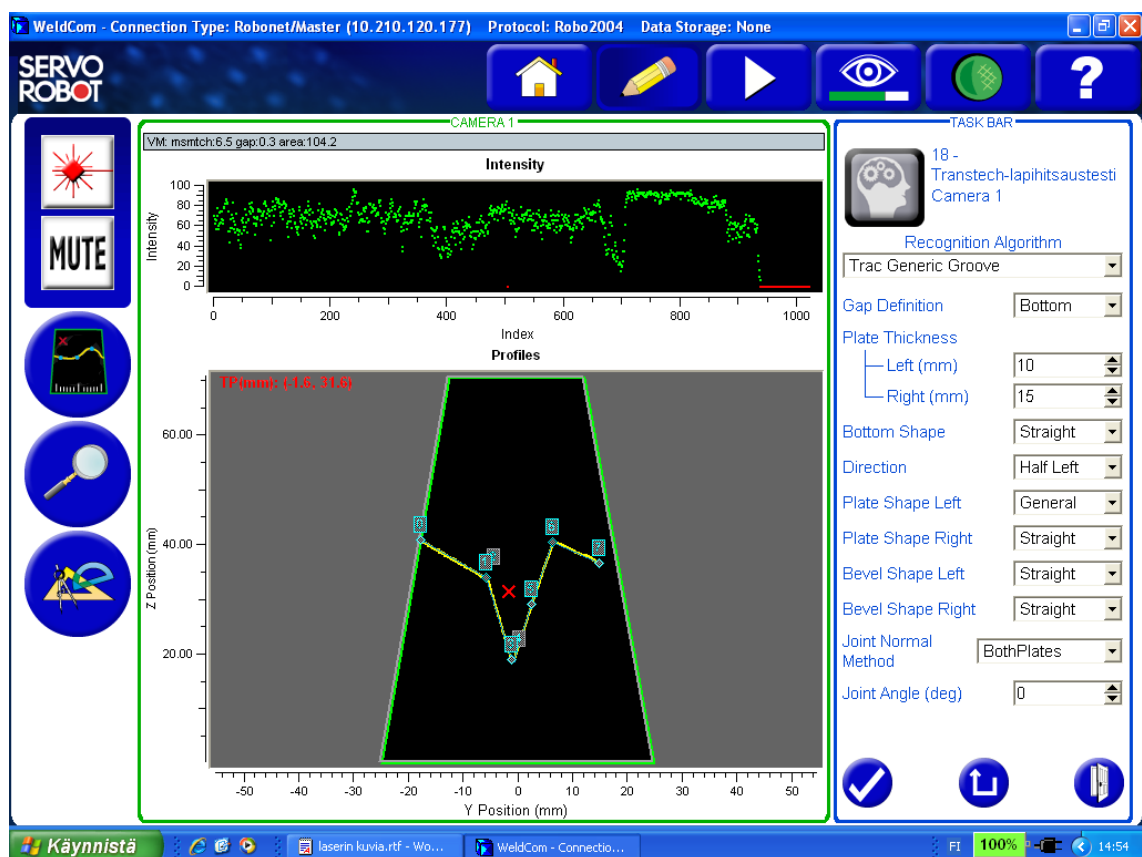


1. Laser-diodi
2. Kollimaattorilinssi
3. Projisointilinssi
4. Valonilmaisain
5. Vastaanottimen linssi
6. Seurattava kappale
7. Mitta 1. ja mitta 2.

Kuva 11. Optisen anturin toimintaperiaate. (Abicor Binzel 2015.)

Mitattu ja analysoitu data muutetaan tietokoneella anturien omissa ohjelmistoissa kuvaksi, jota on helppo tulkita ja säätää. Nykyiset ohjelmistot tunnistavat tavallisimmat railojen muodot ja luovat niistä reaaliaikaisen kuvan tietokoneelle.

Operaattorin on helppo seurata hitsausta ja säätää parametreja sopiviksi. Operaattori voi määrittää hitsaukselle raja-arvoja, joiden mukaan anturin seuranta toimii. Näin optiikka voidaan säätää toimimaan niin, etteivät esimerkiksi railontilavuudet kasva yli haluttujen arvojen. Kuvassa 12 on esimerkki seurantaohjelmiston käyttöliittymästä.



Kuva 12. Esimerkki ohjelmistosta. (Jääskeläinen 2010.)

Hitsattavan kappaleen haku optisesti tapahtuu edellä mainitun toimintaperiaatteen mukaisesti. Robotin ohjelmaan on esiohjelmoitu pisteet, joista optinen anturi käy tekemässä mittaukset. Mitattujen arvojen perusteella tiedetään hitsattavan kappaleen ja railon sijainti koordinaatistossa. Tiedot lähetetään hitsausrobotille ja mittaustulosten perusteella korjataan robotin ennalta ohjelmoituja pisteitä. Robotilla on tällöin tieto, missä kappale oikeasti sijaitsee, ja näin ehkäis-

tään hitsausvirheitä. Hitsit hitsataan oikeaan paikkaan, mikä vähentää viimeistelyn tarvetta. (Jääskeläinen 2015.)

Optisen railon seurannan avulla seurataan railon paikkaa ja tilavuutta, jotka voivat vaihdella valmistusteknisistä asioista johtuen. Näitä asioita ovat leikkeiden mittaheitot, viisteiden muutokset ja silloitushitsauksista johtuvat railon tilavuuksien muutokset. Optisella railon seurannalla pyritään tarkkailemaan näitä muutoksia ja tekemään reaaliaikaisia muutoksia hitsausparametreihin ennalta asetuissa rajoissa. (Jääskeläinen 2015.)

Optisen haun ja optisen railon seurannan yhteisellä avustuksella pyritään pääsemään mahdollisimman valmiiseen tuotteeseen, jossa käsiviimeistelyn tarve on minimoitu. Tällä tavoin pyritään lisäämään valmistustehokkuutta ja parantamaan tuotteen laatua.

5.2 Optisen railon seurannan ja -haun hyödyt sekä haasteet

Miksi ottaa käyttöön optinen haku tai optinen railon seuranta, jos käytössä on jo jännitteeseen perustuvat sovellutukset? Optinen haku on paljon nopeampi ja tarkempi kuin jännitteellä tapahtuva holkki- tai lankahaku. Sillä voidaan hakea kappaleen paikkaa aivan toisen tyyppisistä muodoista kuin jännitteellä. Esimerkiksi haku voidaan suorittaa kappaleen railosta, johon lanka- tai kaasuholkkihaku ei pysty. Kaasuholkilla tai langalla haettaessa on myös suurempi virheen mahdollisuus johtuen liasta, langan pituudesta ja kaasuholkin muodonmuutoksista.

Optinen railon seuranta on myös tarkempi kuin vapaalangan pituuteen perustuva seurantajärjestelmä. Hitsausprosessia pystytään paremmin kontrolloimaan ja railon tilavuutta seuraamaan. Vapaalankaan perustuvassa seurannassa täytyy railon tilavuuden olla tarpeeksi suuri ja robotin on päästävä tekemään vaaputusliike, jotta seuranta voidaan toteuttaa. Tätä ongelmaa ei ole optisessa railon seurannassa. Optinen seuranta ei ole riippuvainen hitsausarvoista vaan toimii

omana järjestelmänään. Tämä ominaisuus voi antaa vapauksia seurantaan suorittaessa.

Monista eduista huolimatta optisen railon seurannan ja hakulaitteiston hankkimisessa on myös haittansa: Laitteiston koko, hinta ja yhteensopivuus voivat monessa tapauksessa tulla esteeksi hankinnalle. Investoivalla yrityksellä täytyy olla osaavia resursseja laitteen käyttöönotossa ja ohjelmien luomisessa.

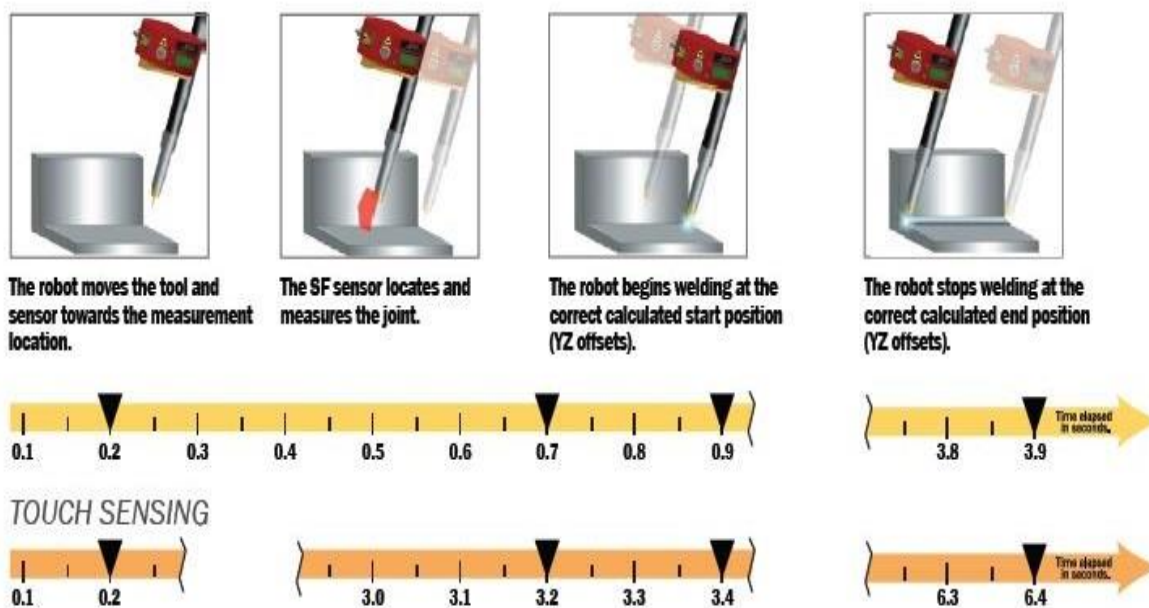
Vaikka optiset laitteet ovat pienentyneet, niiden koko on edelleen rajoittava tekijä ahtaissa paikoissa, koska optiset anturit on usein sijoitettu polttimeen kaulan lähelle. Näin ollen vanha seuranta- ja hakutekniikka pitävät puolensa vertailussa. On kuitenkin joitakin optisia hakuantureita, joiden asennuspaikka ja koko eivät millään tavoin haittaa ahtaissakaan paikoissa. Nämä anturit varmasti herättävät mielenkiintoa investointia harkitsevissa yrityksissä.

Optisen laitteiston edut

- soveltuu monille hitsausprosesseille
- hitsausparametreista ja perusaineesta riippumaton
- käytettävissä useille eri railotypeille ja pienille railoille
- hakupintojen ei tarvitse johtaa sähköä, jolloin haku voidaan suorittaa esim. maalatuilta pinnoilta
- levityslieke seurattaessa railoa ei ole tarpeellinen
- hitsausparametreja voidaan säätää reaaliajassa railon tilavuuden muuttuessa
- railonhaku toimii todella nopeasti. Kuvassa 13 on esitetty optisen haun nopeus verrattuna kosketuksella tapahtuvaan hakuun.

(Jääskeläinen 2010.)

LASER VISION COMPARED TO MECHANICAL SENSOR



Kuva 13. Optisen haun nopeus. (Servo-Robot Inc 2014.)

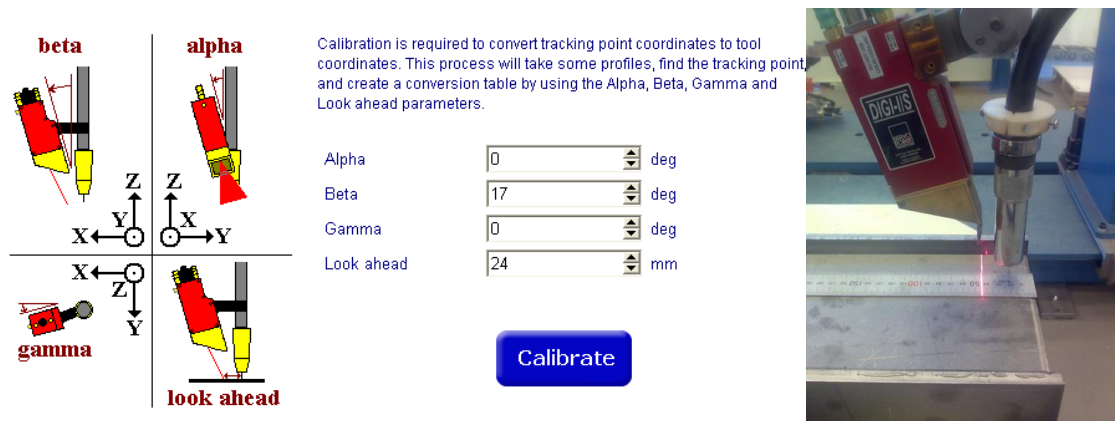
Optisen laitteiston haasteet

- Laitteiston hinta on suuri.
- Anturin koko ja sijoitus ovat haastavia.
- Poltin akselin suuntainen pyöräytys ei ole mahdollista seurattaessa.
- Optisen seurannan ja haun käyttö on useissa anturityypeissä hankalaa, koska robotin ohjaus ja anturin ohjaus ovat eri käyttöliittymässä. On kuitenkin joitakin robottivalmistajia, joilla ohjelmisto on integroitu järjestelmään.
- Monissa eri valmistajien laitemalleissa anturit on jäähdytetty paineilmalla, joka pitää elektroniikan jäähdytettynä hitsausprosessin aikana. Jäähdytys paineilmalla voi aiheuttaa ongelmia suojaakaasuun, mikäli paineilma pääsee karkaamaan optisen anturin ulkopuolelle. Tämä ongelma on hallittavissa sopivalla paineilman virtauksella, jolloin se ei häiritse suojaakaasua. On myös mahdollista käyttää jäähdytyksessä suojaakaasua, mutta se lisää kustannuksia.

(Jääskeläinen 2010.)

5.3 Kalibrointi ja kuljetussuunta

Optisissa railonseuranta- ja hakulaitteissa ei ole muita kuluvia osia kuin vaihdettava suojalinssi. Tiedustellessani kriittisiä tai särkyviä osia, sain vastaukseksi ainoastaan linssin, joka pitää vaihtaa teollisuuskäytössä noin kerran työvuorossa. Asennuksen jälkeen laitteiston pitäisi olla käyttökuntoinen jopa 10 vuoden ajan. Pääsääntöisesti laitteisto ei tarvitse erillistä kalibrointia. Vain asennuksen yhteydessä ja robotin ajettua kovia törmäyksiä on laitteisto syytä kalibroida uudelleen (kuva 14). Tällöin tiedetään missä asennossa optinen laite on verrattuna hitsauspolttimeen. (Pinard 2014.)



Kuva 14. Anturin kalibrointi. (Jääskeläinen 2010.)

Optinen railonseuranta-anturi kalibroidaan oikealle etäisyydelle ja oikeaan kulmaan hitsauspolttimeen nähden. Näin varmistetaan optisen laitteen oikeanlainen toiminta ja reagointi railon tilavuuden muutoksiin. Esimerkiksi Servorobotin optinen anturi kohdistetaan 50–70 mm:n päähän polttimen päästä, jolloin robotti ehtii reagoimaan railon muutoksiin. Kuljetussuuntia on näin ollen vain yksi, mikä rajoittaa joissakin valmistustapauksissa laitteiston käyttöä. (Pinard 2014.)

5.4 Optisen haun ja optisen seurannan korjausmahdollisuus

Optinen hakuanturi on erittäin nopea verrattuna langalla tai kaasuholkilla tapahtuvaan hakuun. Hakuanturi tekee haun jo liikkeestä, ennen hitsaustapahtuman aloittamista. Virhettä on mahdollista korjata säädettyjen arvojen puitteissa. Opti-

sen hakuanturin ”syvyysnäköä” on mahdollista käyttää apuna etäohjelmoinnissa. Etäohjelmoidessa ohjelmaan voidaan tehdä pisteet esimerkiksi 10 mm:n päähän varsinaisesta hitsattavasta kohdasta, jolloin vältetään törmäysvaaralta hitsattavien osien mitta- ja paikoitusvirheiden vuoksi. (Jääskeläinen 2010.)

5.5 Idea työkalun irrottamisesta ja erikseen ajamisesta

Yhtenä potentiaalisena vaihtoehtona varsinkin John Deere Forestry Oy:n omistamissa Cloos-roboteissa on optisen haun käyttäminen erillisenä työkaluna. Cloos-hitsausroboteissa on käytössä ohjelmallisesti vaihdettavat polttimet, mikä vuoksi näissä roboteissa on mahdollista vaihtaa työkalua ohjelmallisesti. Tätä ominaisuutta voisi käyttää hyväksi railonhakupurkauksessa.

Mahdollisuutena olisi tehdä erillinen työkalu, jossa on optinen hakulaitteisto kiinni. Ennen hitsausta robotti vaihtaisi ohjelmallisesti optisen hakutyökalun ja kävisi läpi ennalta ohjelmoidut kohdat, joista tietäisimme kappaleen ja hitsattavien hitsien paikat. Tämän jälkeen robotti vaihtaisi hitsauspolttimen paikalleen ja ryhtyisi hitsaamaan kappaletta optisesti mitattujen arvojen perusteella. Näin olisi mahdollista päästä kuvaamaan ahtaat paikat, jonne ei polttimen ja optisen hakulaitteen yhteisellä rakennelmalla pääsisi. Tällä tavoin toteutettuna optinen haku on toteutettavissa ahtaisiin ja vaikeisiin paikkoihin. Näin käytettynä hakutyökalu ei olisi alttiina hitsausroiskeille, lämmölle ja lialle. Se saattaisi lisätä laitteiston käyttöikää ja alentaa kunnossapitokuluja.

Vaikeasti hitsattavasta tuotteesta hyvänä esimerkkinä on Waratah Om Oy:n tuote harvesteripää, joka hitsataan Outokummun Metallin Oy:llä. Harvesteripää on erittäin monimutkainen tuote, jossa robottihitsausta on vaikea toteuttaa. Mielestäni tämä vaihtoehto toisi mahdollisuuksia käyttää optisia laitteita harvesteripään robottihitsauksessa. John Deere Forestry Oy:llä käytetään työkalunvaihtoa, kuten kuvassa 15. Metsäkoneen puomin viimeistelyyn on rakennettu vaihdettava hitsinpuhdistustyökalu Cloos-hitsausrobottiin. Samalla menetelmällä ja työkalupisteillä olisi toteutettavissa optinen railonhaku.



Kuva 15. Cloos- robotin käsivarsi ilman hitsauspoltinta.

6 Laite-esimerkit ja kustannukset

Luvussa käsitellään eri laitevalmistajien railonseuranta- tai railonhakuantureiden ominaisuuksia. Kappaleessa on myös käsitelty antureiden asennukseen ja käyttöön liittyvien kulujen ja resurssien suuruutta.

6.1 Keyence IL-300 spot sensor

Keyence IL-300 spot sensor kuvassa 16 on käytössä Deere & Companyn Dubuquen tehtaalla. Wolf Robotics asensi Deere & Companylle anturin ja robotin yhtenä kokonaisuutena. Järjestelmä sisältää railonhakutoiminnon, railonseurannan ja adaptiivisen hitsin railon täytön.

Keyence IL-300 -anturin hinta on edullinen verrattuna Servo-Robotin vastaavaan järjestelmään. Keyence IL-300 -anturi kustantaa noin 5 000 \$, kun taas Servo-Robot kustantaa 20 000 \$. Kokonaiskustannuksiksi Keyence IL-300-laitteistolle ja asennukselle tuli noin 20 000 \$. (Butler 2015.)

Dubuquen henkilöstön käyttökokemusten perusteella Keyence IL-300 -anturin käyttö ja ohjelmointi on helppoa. Ohjelmiston käytön opettelu kesti noin päivän, joka on lyhyt aika ohjelmiston käyttöönotossa ja harjoittelussa. (Butler 2015.)



Kuva 16. Keyence IL-300 anturi asennettuna Fanuc- robotissa. (Butler 2015.)

Keyence IL-300 anturi -järjestelmä on Deere & Companyllä integroitu Fanucin robottiin. En ole saanut selville, onko järjestelmää mahdollista hankkia muihin robottimerkkeihin. Tämä voi rajoittaa järjestelmän hankkimista John Deere Forestry Oy:n jo olemassa oleviin robotteihin. Uutta hitsausrobottia hankittaessa kannattaa harkita tällaista järjestelmää, jossa anturin käyttöliittymä on integroitu robotin järjestelmään. Keyence IL-300 -anturia käytetään Deere & Companyllä

raskaiden hitsien hitsaamiseen. Käytössä on railonhaku, railonseuranta, ja adaptiivinen railonhitsaus paikoissa, joissa esiintyy vaihtelua railon tilavuudessa. Tällaisia kohteita löytyy myös John Deere Forestry Oy:ltä.

6.2 Servo-Robot Inc. Robo-Find SF/D-HE

Robo-Find -hakuanturi täyttää kokoluokalle ja muodolle ennalta asetetut odotukset ja vaatimukset. Tällöin anturi ei hankaloita hitsauspolttimen pääsyä ahtaisiin paikkoihin. Anturi olisi mahdollista asentaa Cloos-hitsausrobotin törmäysanturin päähän, kuten kuvassa 17. Tässä tapauksessa anturi ei veisi tilaa hitsauspolttimolta.



Kuva 17. Cloos-robotin törmäysanturi ja poltin.

Robo-Find -hakuanturi soveltuisi kaiken tyyppisille kappaleille railonhakuanturiksi, mutta mielestäni siitä saisi parhaan hyödyn metsäkoneen sermin hitsauksessa, jossa hakuja tehdään paljon. Kyseinen anturi on esitelty kuvassa 18. Esitteessä kerrotaan, että se suorittaa haun 0,9 sekunnissa. Aika on 2,5 sekuntia vähemmän kuin esitteen ilmoittama kosketuksella tehty haku. Kosketuksella tehdyn haun nopeus on riippuvainen robotista ja sille asetetuista arvoista.

Laitteessa on sisäänrakennettu kirjasto eri liitostyypeille. Näitä liitostyyppejä voisi hyödyntää sermin hitsaustilanteessa. Laite on yleisesti liitettävissä eri robotimerkkeihin. Alustava kustannusarvio on noin 12 000 €, mutta hinta tarkentuu, kun asennuskohde ja tarvittavat tarvikkeet ovat selvillä. (Pinard 2014.)

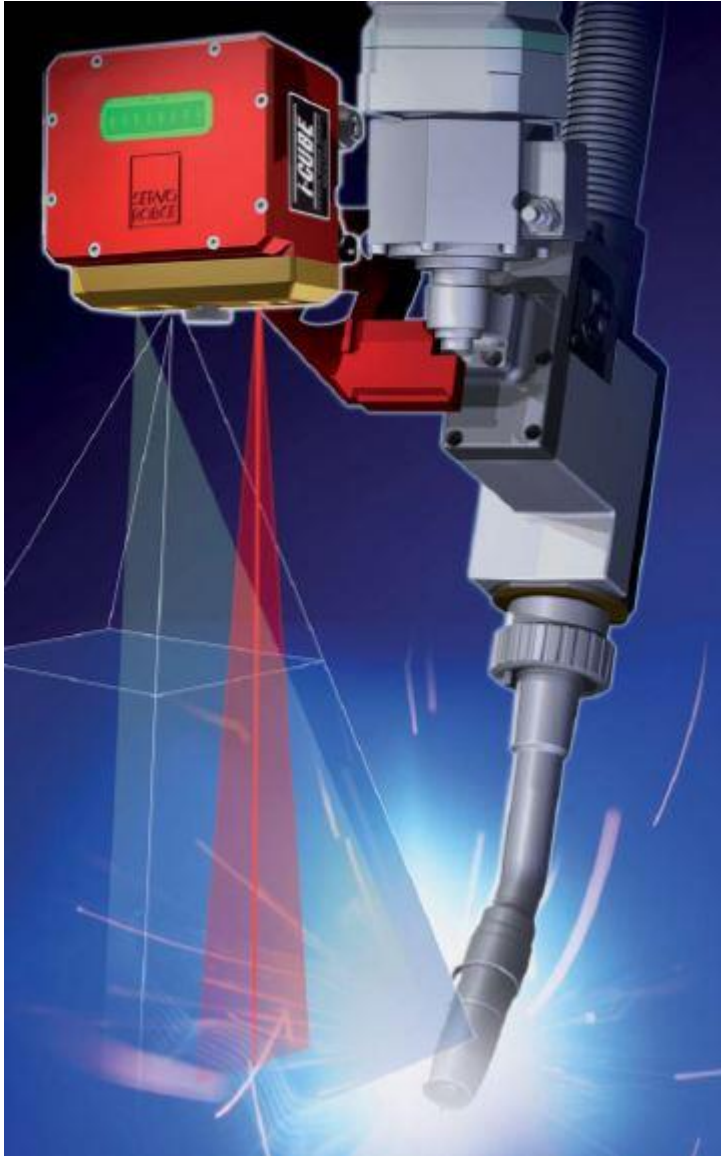


Kuva 18. Servo-Robot Inc. Robo-Find –railonhakuanturi. (Servo-Robot Inc 2014.)

6.3 Servo-Robot Inc. i-Cube

i-Cube -hakuanturi on myös Servo-Robot Inc:n valmistama tuote. Tämä kuvassa 19 esitelty hakuanturi on kokoluokaltaan suurempi kuin Robo-Find. Tämän vuoksi kyseinen anturi ei ole niin hyvä valinta railonhakuanturiksi John Deere Forestry Oy:lle. Ominaisuuksiltaan i-Cube on Robo-Find -anturin kaltainen railonhakuanturi.

Anturi sijoitetaan suhteellisen kauaksi polttimon kärjestä, jolloin se mahdollistaa melko hyvän railon hitsattavuuden paikoissa, jonne vain hitsauspolttimen kärjen täytyy päästä. i-Cube on hinnaltaan hieman edullisempi kuin Robo-Find, n. 10 000 €. (Pinard 2014.)



Kuva 19. Servo-Robot Inc. i-Cube railonhakuanturi. (Servo-Robot Inc 2014.)

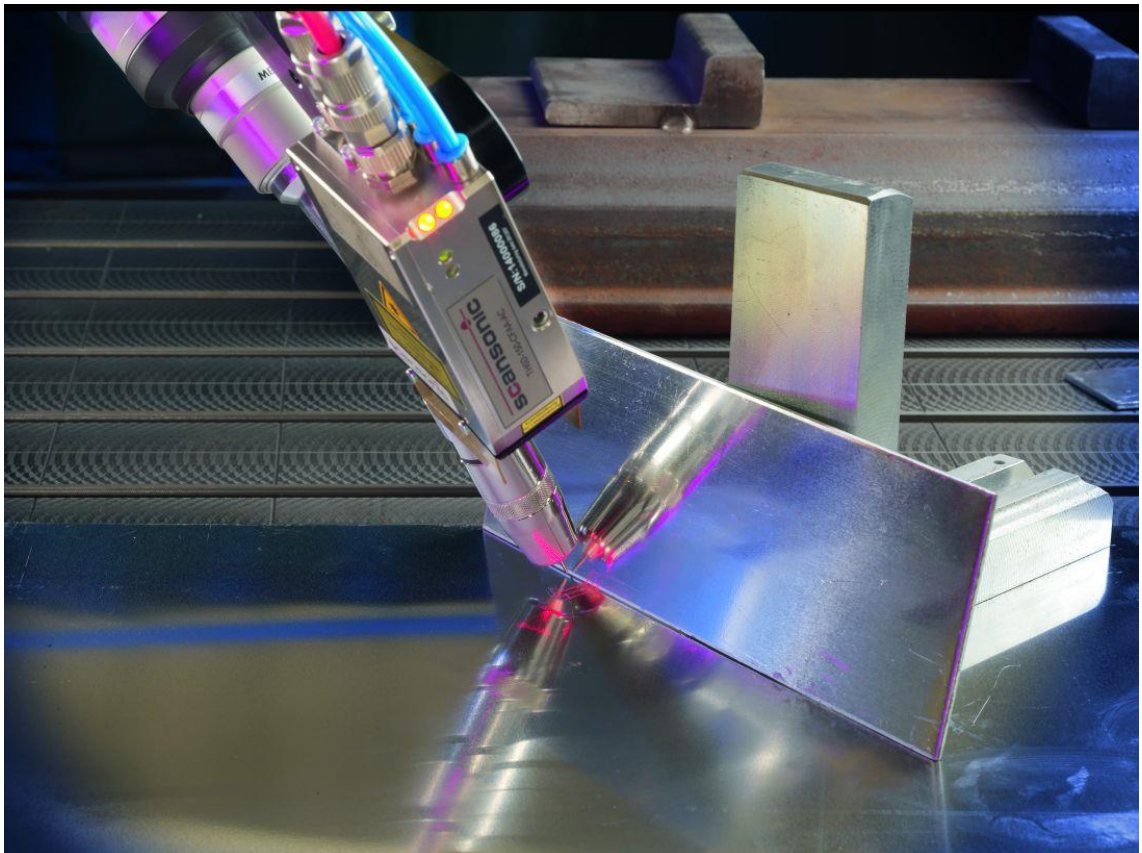
6.4 Binzel-Abicor/Scansonic TH6D

Scansonic TH6D -anturi on railonhaku- ja railonseuranta-anturi, joka sijoitetaan hitsauspolttimen pään läheisyyteen, kuten kuvassa 20. Anturin täytyy kulkea hitsauspolttimen edellä seuraten hitsin railonmuotoja, mikä toimii määräävänä

tekijänä anturin sijoittamiselle. Scansonic TH6D -anturin käyttökohteet voisivat olla pitkissä hitseissä, jossa ei voida käyttää vapaalanganpituuteen perustuvaa seuranta. Tällainen käyttökohde voisi olla metsäkoneen puomin hitsaus, jossa vaaputusliikettä ei voida käyttää railon koosta johtuen. Tällaisessa tuotteessa optisen seuranta-anturin ominaisuuksista olisi eniten hyötyä. Anturin ominaisuuksista voisi käyttää myös hakutoimintoa hitsin aloituskohdan löytämiseksi.

Anturille täytyy olla hyvin suunniteltu ja perusteltu käyttökohde, sillä alustava hinta-arvio on noin 26 000 €. Lisäksi hintaa nostavat laitteiston asennus- ja koulutuskulut, joiden suuruusluokka tarkentuu vasta asennuskohteen selvittyä. (Jokela 2014.)

Kaikki tutkimani optiset seuranta-anturit olivat suurikokoisia ja sijoitettava lähelle poltinta. Tämä on monessa hitsaustilanteessa ongelmallista, koska anturia ei voi käyttää ahtaissa paikoissa.



Kuva 20. Binzel-Abicor/Scansonic TH6D haku- ja seuranta-anturi. (Binzel Abicor 2015.)

6.5 Meta Vision Systems Smart Laser Pilot

Smart Laser Pilot on polttimen läheisyyteen asennettava seuranta- ja hakuanturi (kuva 21). Laitteen käyttöliittymänä toimii erillinen kosketusnäyttö, josta hitsausprosessia voi seurata reaaliajassa. Anturi on asennettavissa yleisesti teollisuudessa käytettyihin robotteihin. Kustannusarvio laitteistolle on 70 000 €:sta ylöspäin. (Karjalainen 2015.)

Lappeenrannan teknisellä yliopistolla on asennettuna kyseinen laitteisto heidän robottiinsa. En päässyt tutustumaan järjestelmään, koska laitteiston asennus oli vielä kesken opinnäytetyötä tehdessäni. Suosittelenkin ottamaan yhteyttä Lappeenrannan teknilliseen yliopistoon, jos kyseisen laitteiston hankinta tulee ajankohtaiseksi. Heiltä voisi saada lisätietoja laitteiston ominaisuuksista.



Kuva 21. Meta Vision System Smar Laser Pilot haku- ja seuranta-anturi. (Karjalainen 2015.)

6.6 Servo-Robot Inc. Power-Cam

Servo-Robot Inc. Power-Cam on kokoluokaltaan samansuuruinen anturi kuin Binzel TH6D (kuva 22). Anturi on sijoitettava polttimen läheisyyteen, joten seuranta on lähes mahdoton käyttää ahtaissa paikoissa.

Vuonna 2009 kyseinen anturi oli maksanut kokonaisuudessaan asennuksineen miltei 100 000 €. Hinta kasvoi suureksi, koska aitoa tarjouskilpailua ei saatu aikaiseksi, vaan oli tyydyttävä siihen, mitä ainoa tarjoaja hinnaksi määritteli. Kokonaiskustannus piti sisällään anturin, asennuksen ja koulutuksen. On suositeltavaa ottaa koulutus- ja asennusapu laitetta hankittaessa. Näin saadaan kaikki hyöty irti laitteistosta ja sen ominaisuuksista. (Jääskeläinen 2015.)



Kuva 22. Servo-Robot Inc. Power-Cam haku- ja seuranta-anturi. (Servo-Robot Inc 2014.)

7 Laitteiston asennus ja käyttö

Optista seuranta- tai hakulaitteistoa hankittaessa täytyy käyttökohteiden olla pitkälle kartoitettu, sillä laitteisto on suuri investointi. Laitteiston asennus, ohjel-

mointi ja hienosäätäminen tuotantokäyttöön vievät aikaa ja resursseja, mihin on hyvä varautua. Ohjelmien teossa ensi kertaa menee aikaa, mutta kun parametrit eri railotyypeille ja levynpaksuuksille on haettu kohdalleen, helpottuu ohjelmointi huomattavasti. Valmiiksi säädetyt parametrit toimivat kirjastona, jota on helppo käyttää hyväksi uusia ohjelmia tehtäessä.

Pääsääntöisesti voidaan sanoa, että optiset railonseuranta- ja hakulaitteistot ovat asennettavissa kaikkiin robottimerkkeihin ja hitsauslaitteistoihin. Robottimerkki vaikuttaa tarvittaviin tarvikkeisiin ja siten myös asennuskustannuksiin. Jokaisen robottimerkin kohdalla on siis tehtävä laskelma asennuksen hintaan vaikuttavista tekijöistä. (Jokela 2014), (Pinard 2014.)

Optisen laitteiston asennus lisää kokonaiskustannuksia jonkin verran riippuen kohteesta ja laitteistosta. Savonia-ammattikorkeakoululle anturin oli asentanut Servo-Robot Inc. asentaja Kanadasta. Asentajasta oli ollut suuri apu laitetta käyttöönotettaessa. Hän oli vastannut kaikkiin laitteiston asennuksessa heränneisiin kysymyksiin ja antanut kattavan tietopaketin anturin tehokkaasta käytöstä. (Jääskeläinen 2015.)

Eniten kokemusta optisista laitteistoista oli Deere & Company Oy:n Dubuquen tehtaalta. Heillä oli jo entuudestaan kokemusta Servo-Robot Inc:n laitteistosta ja he olivat hankkineet myös Keyencen vastaavan laitteiston. Näin ollen heiltä sain kaikkein luotettavinta vertailukokemusta laitteista. Näiden tietojen valossa suosittelisin Keyencen yksinkertaisempaa anturiratkaisua kuin Servo-Robotin Power Cam -laitteistoa. Tätä suositusta puoltavat Keyencen robottiin integroitu käyttöliittymä, anturin yksinkertaisempi rakenne, sekä lyhyempi oppimisaika laitteistolle. Lyhyt oppimisaika on tärkeää tuotannossa, jossa laitteella voi olla useita käyttäjiä. Näin saadaan mahdollisimman nopeasti laaja osaaminen laitteiston käyttöä varten.

Näkemyksistä optisesta railonseuranta- ja hakulaitteistosta Deere & Company Oy:llä on positiivinen. Laitteisto lisää tarkkuutta ja pienentää jaksoaikoja hitsauksessa, mikä voi olla sopivissa tuotteissa taloudellisesti merkittävä etu. (Butler 2015.)

Taloudellisessa mielessä laitteiston investointikulut eivät saa nousta suuriksi. Yleensä laitteiston kuoletusaika saa olla maksimissaan 3—4 vuotta, jotta investointi kannattaa tehdä. (Räsänen 2015.) Tämä tarkoittaa sitä, että on tehtävä tarkat laskelmat optisen laitteiston taloudellisista hyödyistä. On tehtävä huolellinen pohjatyö ja mietittävä valmiiksi kohteet, joissa optista laitteistoa aiotaan hyödyntää.

Mielestäni optista laitteistoa hankittaessa kannattaa ottaa yhteyttä Deere & Company:n Dubuquen tehtaalle ja keskustella heidän kanssaan laitteiston hankinnasta. Vierailu heidän tehtaalleen ja laitteistoihin tutustuminen antaisi hyvän näkemyksen siitä, mitä laitteilla voi tehdä ja mitkä olisivat sen käyttökohteet. Koko hankintaprosessin aloittaminen olisi tällöin huomattavasti helpompaa.

Dubuquessa Deere & Company:llä maadoitus- ja viestintäkaapelit olivat aiheuttaneet häiriötä ensimmäisen asennuksen yhteydessä. Heidän mielestään Servo-Robotin laitteistossa on pitkä laitteiston oppimisaika, joka täytyy ottaa huomioon resursseja varatessa. (Butler 2015.)

Mikäli yritys päättää lähteä investoimaan optiseen tekniikkaan, täytyy sillä olla varattuna resursseja oppimiseen, koulutukseen sekä ohjelmointiin. Vain silloin saadaan hyödynnettyä optisen laitteiston kaikki ominaisuudet. Yrityksen on oltava valmis tekemään töitä laitteen käyttöönotossa ja tuotantoon viemisessä.

8 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyössä on käytetty tutkimusmenetelmänä teemahaastattelua, mikä mahdollistaa luotettavan tiedon saamisen oman alansa asiantuntijoilta. Tekijän omat ja haastateltujen asiantuntijoiden mielipiteet on erotettu toisistaan lähdeviittauksin. Haastattelujen ja kuvien käyttöön opinnäytetyössä on pyydetty lupa. Opinnäytetyön tarkoituksena on auttaa toimeksiantajaani investointipäätöksen tekemisessä. Itse en pääse millään tavalla hyötymään taloudellisesti mahdolli-

sesta investoinnista. Opinnäytetyössäni käsiteltävää yritysten salassa pidettävää tietoa ei julkaista Theseuksessa.

9 Johtopäätökset

Optisen laitteiston investointiprojektissa on omat haasteensa. Optista laitteistoa asennettaessa robotti ei voi olla tuotantokäytössä, mikä täytyy huomioida investointipäätöstä tehtäessä. Asennuksen yhteydessä voi ilmetä seikkoja, jotka viivästyttävät asennus- ja käyttöönototyötä. Vikaherkkyys laitteiston käyttöönotossa voi olla suuri, kuten Deere & Companyn tapauksessa, jossa ilmeni häiriöitä maadoitus- ja tiedonsiirtokaapeloinneissa. Tällaisten vikojen selvittäminen voi viedä paljon aikaa asennusta tehtäessä. Myös laitteiston käytön perusteiden oppiminen, ohjelmien tekeminen ja riittävän osaamistason hankkiminen vievät aikaa, mikä voi olla haastavaa tuotannontöiden ohessa. Uusien hitsausohjelmien tekeminen helpottuu ajan myötä, kun on tehty toimivaksi todettuja ohjelmia ja railotyyppisiä, joita voidaan hyödyntää uusissa ohjelmointitapauksissa.

Hyvin suunnitellulla resursseilla ja käyttökohteilla voidaan päästä hyvään tulokseen, jossa optinen railon seuranta tai -hakulaitteisto parantaa tuottavuutta ja laatua viimeistelytarpeen ja hakuajojen pienentyessä. Optimitilanne laitteiston käyttöönotolle olisi kokonaan uusi hitsausrobotti ja robotille sellainen tuote, jossa olisi mietitty hyödynnettäväksi optista railon seuranta ja -hakulaitteistoa. Optinen railon seuranta on hyvä apuväline kriittisiin hitseihin ja railoihin, joita on vaikea seurata ja hakea perinteisellä menetelmällä.

10 Pohdinta

Rajasin työni selvitystyöhön, koska muuten työ olisi liian laaja. Opinnäytetyöni jatkotutkimuksena yritys voisi teettää aiheeseen liittyvän toiminnallisen opinnäytetyön, mikäli päättyä investointipäätökseen. Jatkotutkimus voisi käsitellä optii-

kan fyysistä liittämistä robotiikkaan, jossa on paljon mielenkiintoisia näkökulmia. Optiikalla on monia eri käyttömahdollisuuksia, jotka selviävät lopullisesti optisen railon seurannan ja -haun ollessa jo käytössä.

Opinnäytetyössäni opin paljon hitsaustekniikasta ja robottihitsauksen monipuolisuudesta. Työ avasi silmiäni tuotteiden suunnittelulle robottihitsauksen näkökulmasta. Tämä on ensimmäinen vaihe suunniteltaessa robottihitsauksen aloittamista. Muuten robottihitsauksen lisälaitteista, kuten optisesta railon seurannasta, ei ole hyötyä, jos itse hitsattava tuote ei ole suunniteltu valmistettavaksi hitsausrobotilla.

Tiedonhaussa opin, kuinka tärkeitä kontaktit ovat työelämässä, koska hiljaista tietoa ei löydy Internetistä etsimällä. Opinnäytetyöprosessissa olikin alkuvaikeutensa tiedon vähyyden vuoksi, mutta ollessani eri ihmisiin yhteydessä työ alkoi ruokkia itseään ja tietoa alkoi kertyä koko ajan lisää. Suurin kiitos tämän opinnäytetyön valmistumisesta kuuluukin kaikille tietonsa jakaneille kontakteille, erityisesti Savonia-ammattikorkeakoulun Tutkimuspäällikkö Esa Jääskeläiselle. Suurena tukena ovat olleet myös opinnäytetyön ohjaajani Anna-Niina Räsänen, John Deere Forestry Oy ja Arto Huovinen, Karelia-ammattikorkeakoulu sekä kannustavat esimieheni Juha Kaijanen, John Deere Forestry Oy ja Jarko Malinen, Waratah Om Oy.

Lähteet

- Binzel Abicor. 2015. TH6D Seam Tracking Sensor Brochure. Binzel Abicor.
http://www.binzel-abicor.com/uploads/Content/Germany/PDF-Files/PDF_Files_ROBO/English/PRO_R147_GB_TH6D_SeamTrackingSensor_2014_WEB_PW.pdf.
- Butler, E. 2015. Optical Seam Tracking Information.
janne.jaaskelainen@fi.waratah.net. 23.2.2015.
- Deere & Company. 2015. John Deere Suomi. Deere & Company.
http://www.deere.fi/fi_FI/our_company/about_us/about_us.page?.
- Esab. 2015. Hitsausmenetelmät. Esab.
<http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/hitsausmenetelmat.cfm>.
- Haring, T. 2014. Toimitusjohtaja. Waratah OM Oy. Yritysesittely 28.1.2014.
- Iso Online Browsing Platform. 2015. ISO 8373:2012(en). ISO.
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>.
- Jokela, J. 2014. Optinen railonseuranta ja –haku. janne.jaaskelainen@fi.waratah.net. 27.10.2014.
- Jääskeläinen, E. 2015. Tutkimuspäällikkö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Haastattelu 6.2.2015.
- Jääskeläinen, E. 2010. Tutkimuspäällikkö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Opetusmateriaali 6.2.2015.
- Jääskeläinen, E., Solehmainen, K., Tuunainen, A. 2010. Uudet innovaatiot hitsausautomaatiossa. Savonia-ammattikorkeakoulu. Tutkimus- ja kehitystyö.
- Karjalainen, S. 2015. Kuvan käyttö opinnäytetyössä. janne.jaaskelainen@waratah.net. 9.3.2015.
- Lepola, P., Makkonen, M. 2005. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Pronius Oy. 2015. Robottihitsaus. Pronius Oy. <http://www.pronius.fi/?p=106>.
- Pinard, J. 2014. Optical Seam Tracking. janne.jaaskelainen@fi.waratah.net. 25.8.2014.
- Räsänen, A. 2015. John Deere Forestry Oy. Opinnäytetyöohjaus.
- Servo-Robot Inc. 2014. Brochure inquiry. jaaskelainen.janne@johndeere.com. 25.8.2014.
- Suomen Standardisoimisliitto Ry. 1994. SFS-EN 22553. Hitsausliitokset ja juotokset. Merkinnät piirustuksiin.

Follow me!

TH6D – Guiding the way to a perfect welding seam.

The in-process optical seam tracking with TH6D paves the way towards a perfect welding seam: Components and joints are recorded using a combination of laser lines and camera, allowing the course of the welding seam to be corrected in real time. Contact free and independent of both system and process, the method is suitable for all standard seam shapes and types of material.

Universal, precise & insensitive! Find out more!



TH6D – The guide to perfect welding seams. Universal, precise & insensitive ...



Follow me!

High-performance signal evaluation in real time!

Projection of a triple laser line onto the component

Top-level jointing technology.

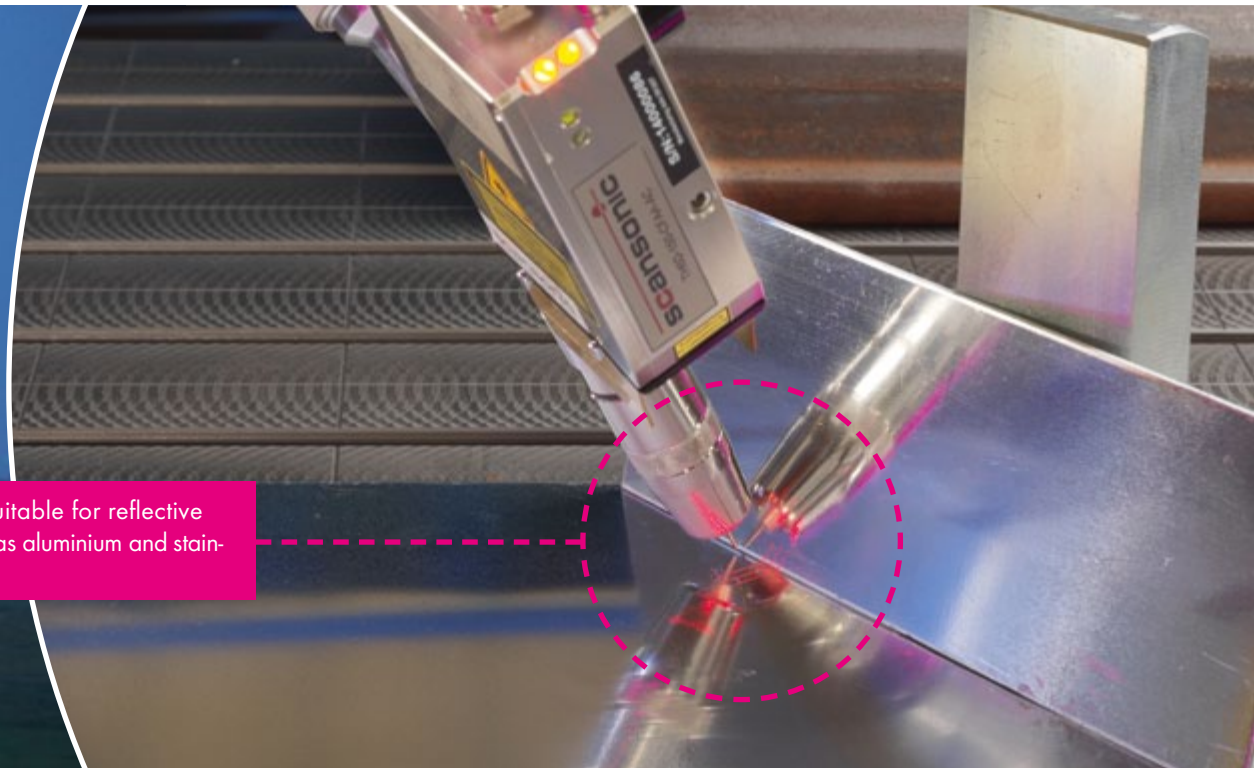
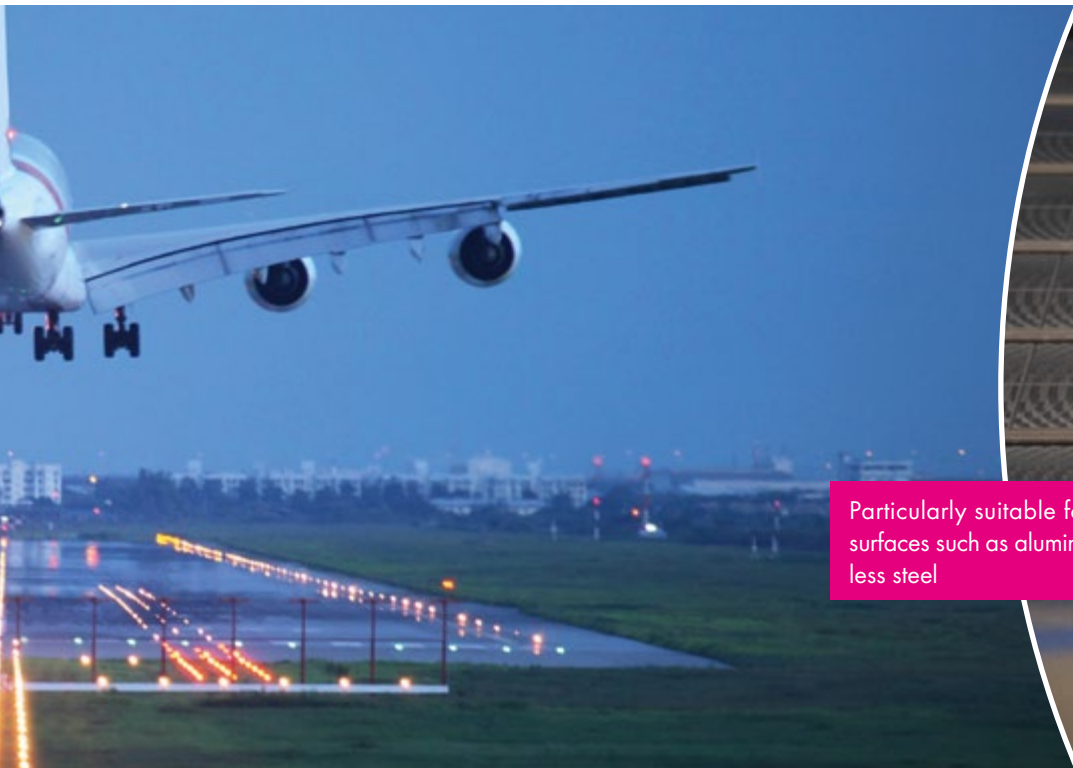
The only way to do justice to increasing product requirements, continue to work efficiently and remain competitive is to use state-of-the-art production systems.

New developments and perfectly coordinated system solutions – like the optical seam tracking sensor TH6D and the comprehensive ABICOR BINZEL product range – contribute towards improving automated processes.

Universal, precise & insensitive ...

The optical seam tracking sensor TH6D is an innovative system solution for versatile applications in the field of automated welding. It has a very sturdy design and guarantees smooth operation even very close to the process thanks to the integrated incident light filter.

The high-performance signal evaluation ensures reliable seam guiding. Particularly on reflective surfaces.



Particularly suitable for reflective surfaces such as aluminium and stainless steel

Advantages that speak for themselves:

Universal

- Suitable for all standard seam shapes
- Suitable for all standard surfaces, particularly reflective and high-gloss ones such as aluminium or stainless steel
- Interfaces to well-known robot controls available

Precise

- Exact identification of the seam and determination of the alignment of the sensor head to the seam thanks to the use of the three-line laser
- Above-average process reliability even with demanding seam tracking
- High measuring data recording stability
- Corrections in real time

Insensitive

- Splatter protection with integrated air flushing of the protective glass and air cooling of the sensor
- Splashwater-proof housing
- Optical filter to prevent falsified measuring results
- Resistant to faults caused by electric fields

Follow me!

The Functional Principle.

How does optical seam tracking work?

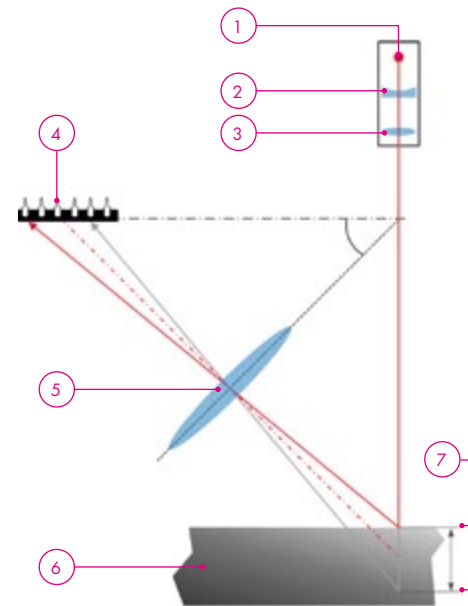
Application: The optical seam tracking sensor TH6D is used for the contact free recording and measurement of components as well as the precise positioning and tracking of the tool – in real time.

How it works: A light pattern comprising three parallel laser lines is projected onto the component surface according to the principle of laser triangulation. At the same time, the seam shape at the joint is scanned by a digital camera. The laser lines are interrupted at the joint due to the inclined projection of approx. 20° and thus mark the seam point on the joint line.

Evaluation: The current seam position, information about the gap and edge offset at the joint as well as the position of the welding tool relative to the component surface are recorded as measured values and transmitted to the TH6D process computer. This forwards the values to the robot control and thus influences the seam tracking of the tool.

The functional principle

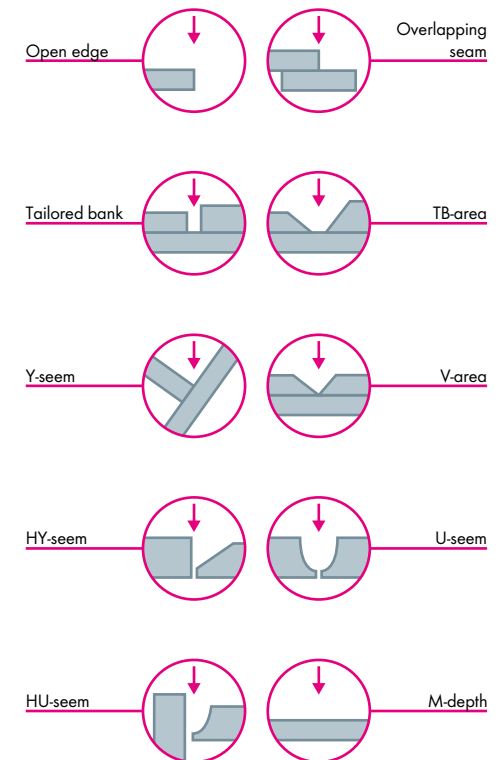
Schematic diagram of laser triangulation (= optical distance measurement) using the optical seam tracking sensor TH6D:



- Legende:**
1. Laser diode
 2. Collimator lens
 3. Projection lens
 4. Light detector
 5. Lens (receiver lens)
 6. Object to be measured (component)
 7. Measurement 1 and measurement 2

Possible seam shapes

The contact free scanning of the component allows the sensor to be used for almost all seam shapes.



Navigation ...

The System Overview.

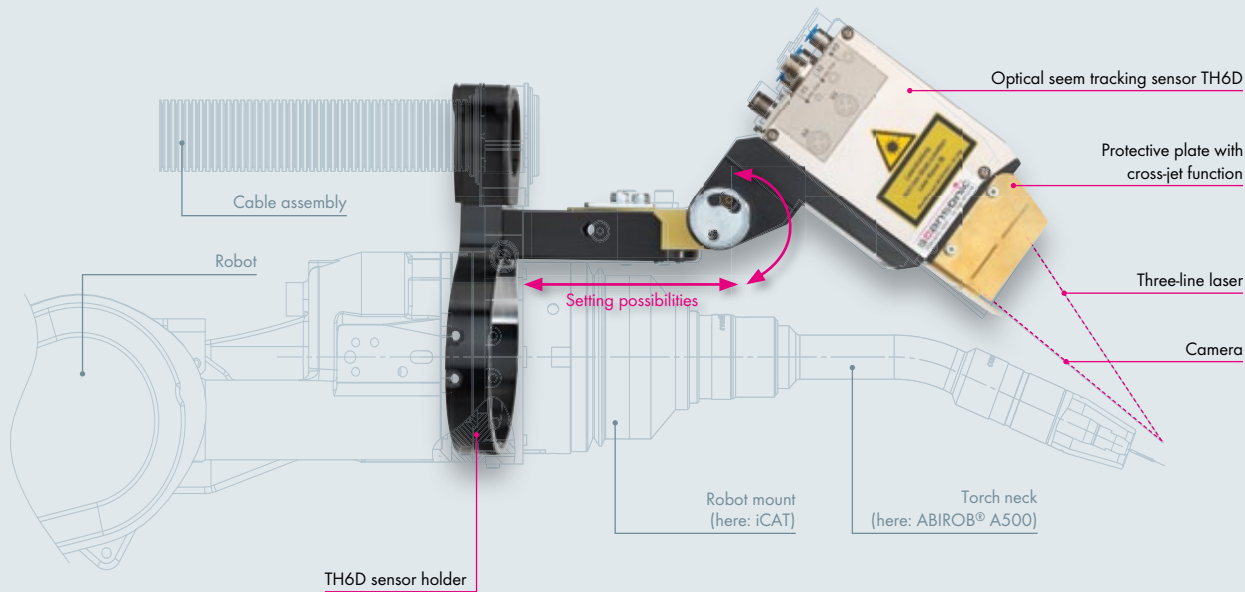


Figure 1:
Connections

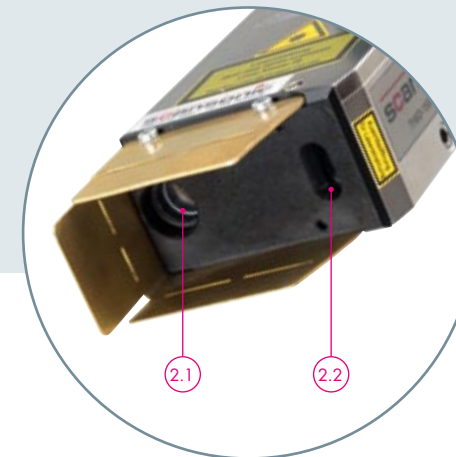
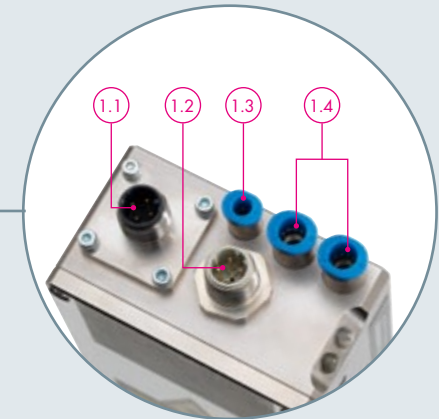


Figure 2:
TH6D detailed view

The optical seam tracking sensor TH6D is available in two different versions. These differ in resolution and measuring range and can thus be used both for thin-sheet and thick-sheet applications.

In combination with the sensor mount, the sensor is available for both iCAT and iSTM robot mounts, and thus for the welding torches of the series ROBO WH, ABIROB® A, ABIROB® W and ABIROB® GC.

Figure 1:
Connections

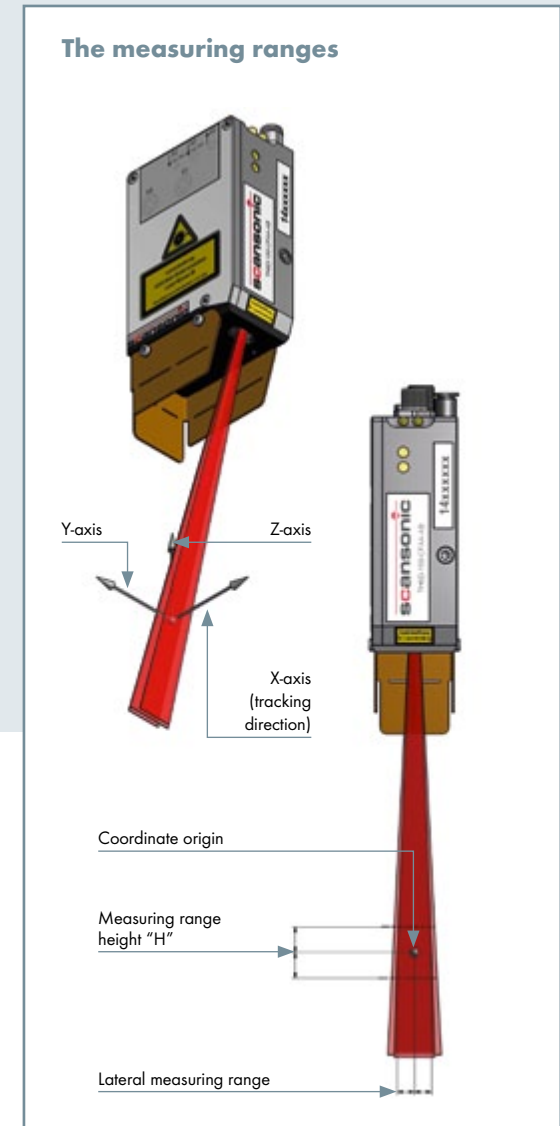
- 1.1 Electrical power supply connection
- 1.2 Connection for process computer
- 1.3 Cross-jet
- 1.4 Air cooling

Figure 2:
TH6D detailed view

- 2.1 Camera lens
- 2.2 Three-line laser

In Detail: Connection Sketch & Technical Data.

Schematic diagram of the data flow:



Technical data

General

Measuring lines:	3
Working distance:	150 mm
Measuring rate:	60 - 240 Hz
Dimensions (WxHxD):	70 x 40 x 100 mm
Operating temperature:	10°C to 45°C

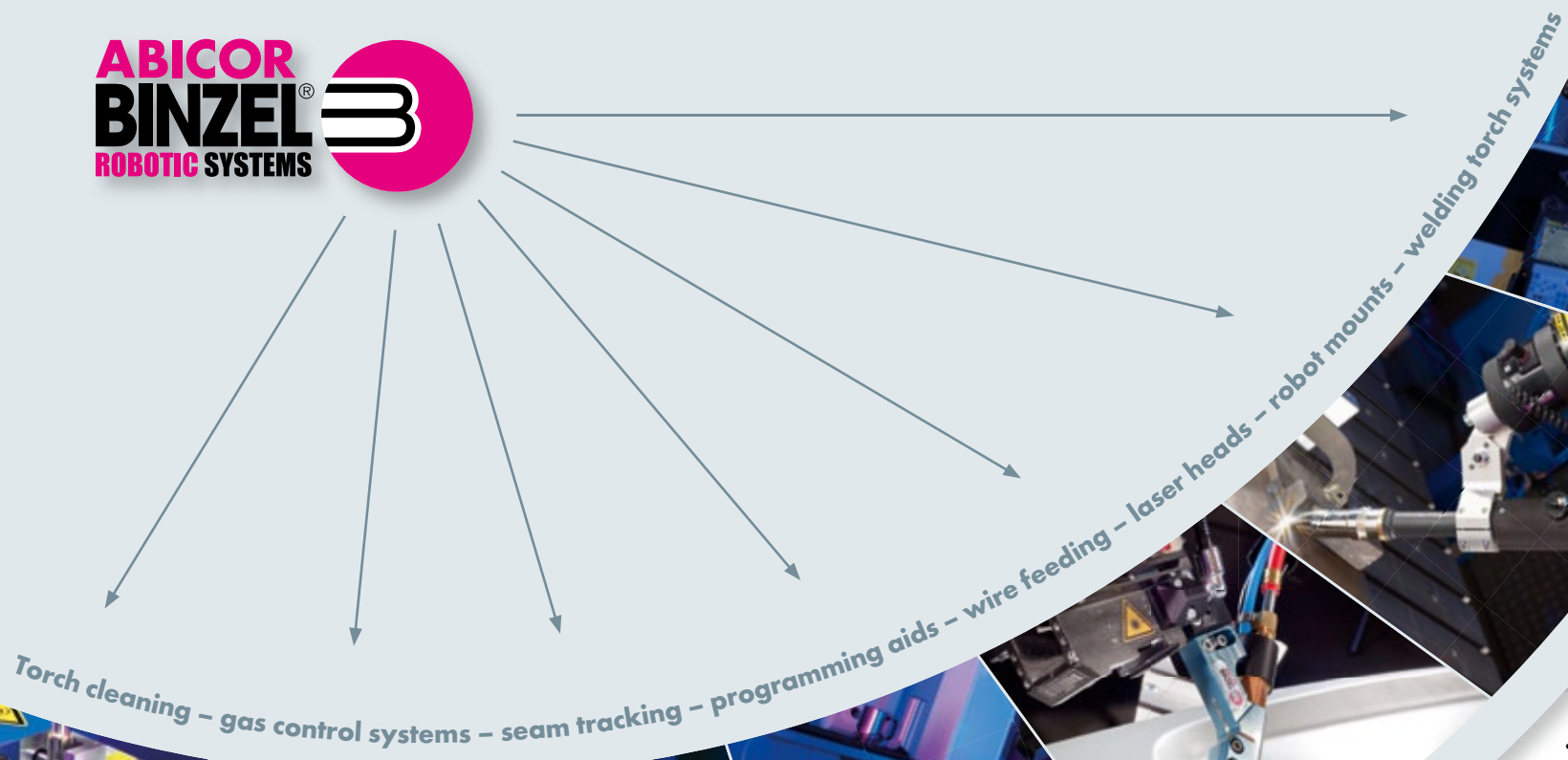
Version TH6D-150-CFAA-AB for thin-sheet applications

Measuring range (W,H):	±8 mm, ±12 mm
Resolution (WxH):	0.03 x 0.07 mm

Version TH6D-150-KFAA-AB for thick-sheet applications

Measuring range (W,H):	±22 mm, ±40 mm
Resolution (WxH):	0.08 x 0.12 mm

Business Class: Welding Robot System Solutions ...



... .. with the know-how of
our **ROBOTIC SYSTEMS** team.

Always in focus: Complex and customised solutions for welding production and the special requirements of every welding task.

In addition to standard systems, the ROBOTIC SYSTEMS team can also draw up tailor-made special solutions on site at any time. Perfect service and short delivery times are guaranteed.

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.



ABICOR
BINZEL

Alexander Binzel Schweisstechnik
GmbH & Co. KG
P.O. Box 10 01 53 · D-35331 Gießen
Phone: +49 (0) 64 08 / 59-0
Fax: +49 (0) 64 08 / 59-191
Email: info@binzel-abicor.com

www.binzel-abicor.com

**SERVO
ROBOT**
THINKING HI-TECH



COLOR
VIDEO
CAMERA

LASER LINE
SCANNER

ROBO-FIND™

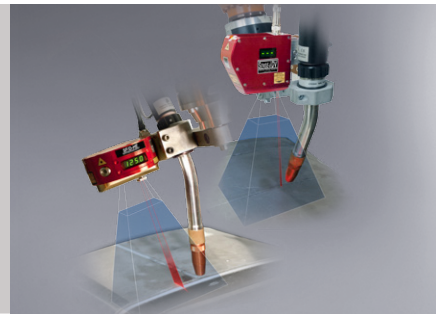
**HIGH-SPEED SMART SEAM FINDING SYSTEM WITH FULL
ON-BOARD PROCESS CONTROL AND COLOR VIDEO MONITORING**

servorobot.com

A R C W E L D I N G

ROBO-FIND™

HIGH-SPEED SMART SEAM FINDING SYSTEM WITH FULL ON-BOARD PROCESS CONTROL AND COLOR VIDEO MONITORING



ROBO-FIND™ SEAM FINDING SYSTEMS: THE CHOICE IS YOURS!



SENSE-I/D-V™



SF/D-HE™



SF/D-VE™

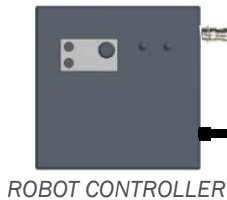


SF/D-VE 350™

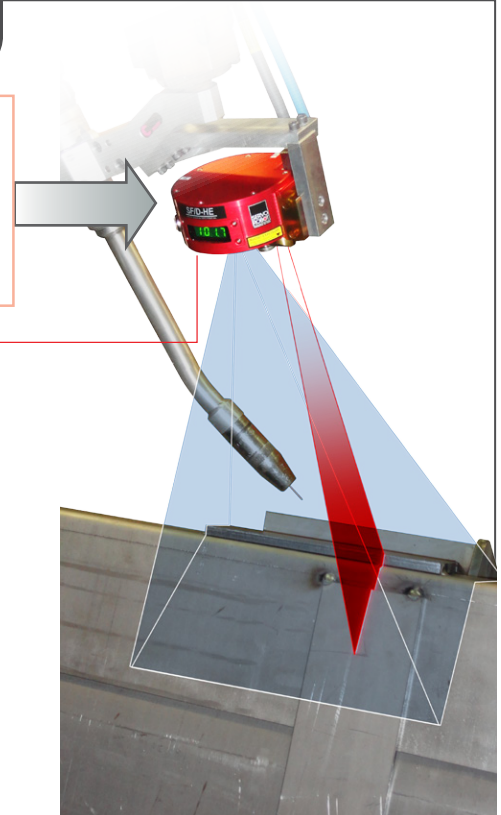
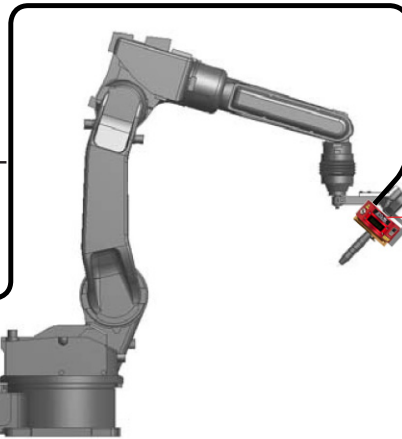
HMI STATION (PC)
FOR SETUP AND
MONITORING



ETHERNET

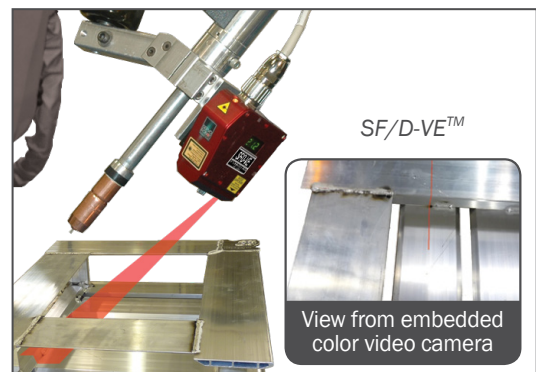
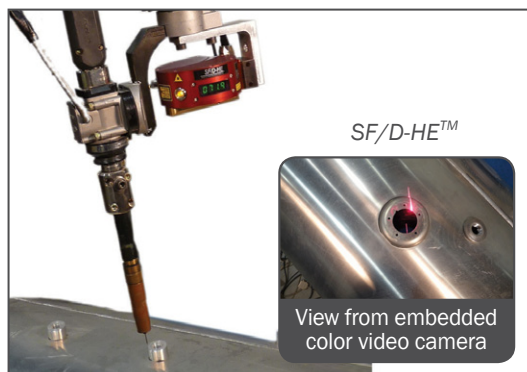


ROBOT CONTROLLER



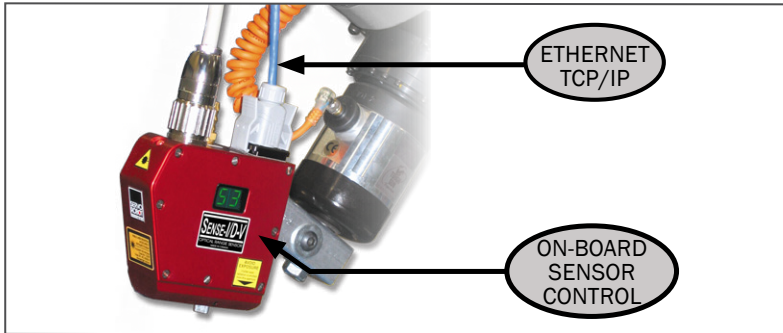
FEATURES AND BENEFITS

- Fully integrated system complete with camera, embedded control unit and software.
- Immune to arc process (spatter, heat, etc.).
- Can perform seam finding on all weldable materials.
- High speed digital laser-sensor allows for fast and reliable joint recognition.
- Easy mounting to the robot arm.
- Large joint library allows almost any joint to be located/measured.
- Automatic camera to tool calibration using a high accuracy target and mounting interface.
- Automatic joint recognition.
- Embedded color video camera for remote monitoring and programming.
- Flexible interface options to cover retrofits on older robots up to fully digital interfaces on new stations.



EFFORTLESS INTEGRATION

Integration to the robot can be done easily through one of the 4 available interfaces: Analog I/O, Digital I/O, Serial (SF/D-VE™ and SF/D-HE™ only) or Ethernet. ROBO-FIND™'s unique design enables it to operate in the harshest factory environments with many types of robotic processes such as arc welding, gluing, sealing, cutting and others.

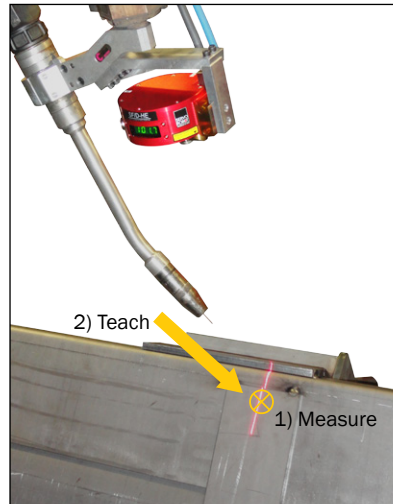


SENSE-I/D-V™

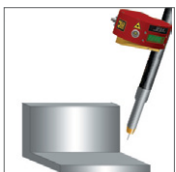
VISION ASSISTED ROBOT TEACHING (VART™)

Using the 3D measurement from the laser-camera in a calibrated environment (relation between laser-camera and robot wrist), ROBO-FIND™ adds the possibility to perform effortless robot teaching.

- Any measurement can be used as a TCP taught position.
- Added functions can easily lead to simplified teaching of lines, circles and any complex trajectory.



LASER VISION COMPARED TO MECHANICAL SENSOR



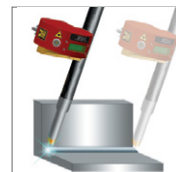
The robot moves the tool and sensor towards the measurement location.



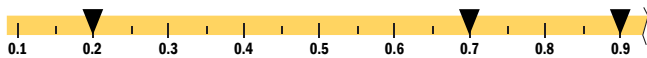
The SF sensor locates and measures the joint.



The robot begins welding at the correct calculated start position (YZ offsets).



The robot stops welding at the correct calculated end position (YZ offsets).



TOUCH SENSING

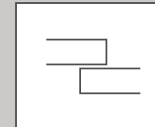


TYPICAL APPLICATIONS

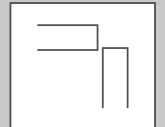
- Automotive
- Aerospace
- Construction
- Railroad
- Tanks
- Pressure vessels
- Light and heavy industries
- Assembly lines

BUILT-IN TASKS LIBRARY

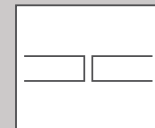
Built-in task library allows recognition of typical joints and measurement of geometric features such as gap, mismatch area, bevels, etc.



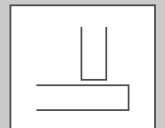
LAP JOINT



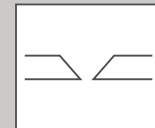
CORNER JOINT



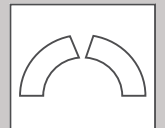
BUTT JOINT



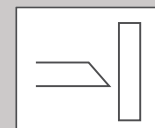
FILLET JOINT



V-GROOVE




GROOVED PIPE

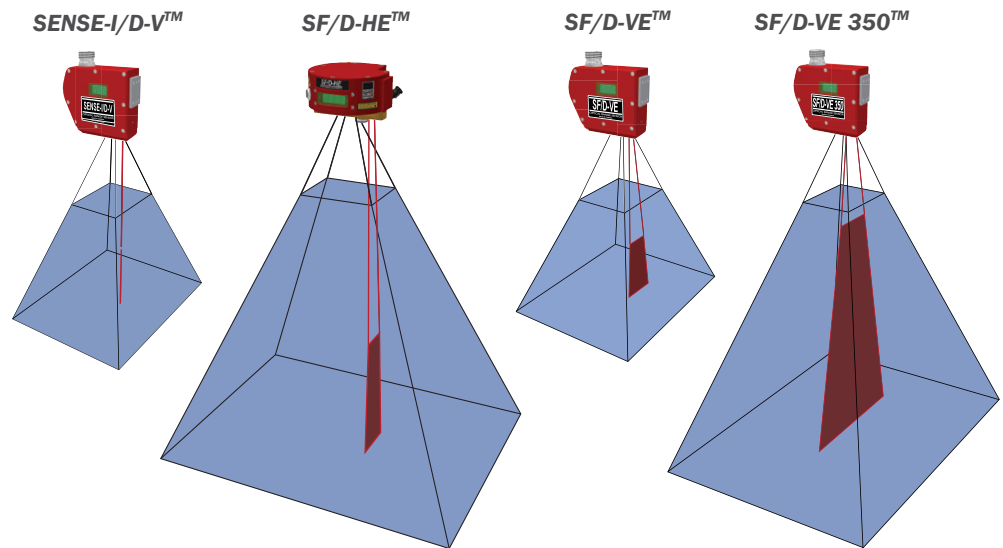
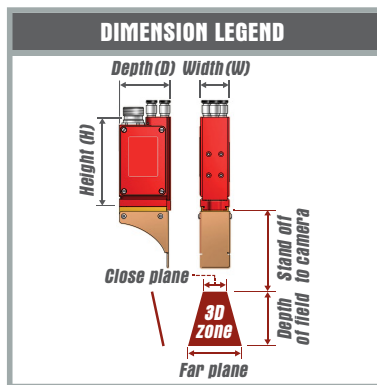


HALF-V

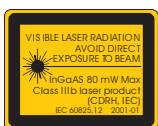
LASER-CAMERA TECHNICAL SPECIFICATIONS

	POINT LASER-SENSOR		LINE LASER-SENSOR	
	SENSE-I/D-V	SF/D-HE	SF/D-VE	SF/D-VE 350
Stand-off to camera	192 mm	316 mm	192 mm	144 mm
Close plane (Field of view)	N/A	37 mm	32 mm	66 mm
Far plane (Field of view)	N/A	55 mm	48 mm	195 mm
Depth of field	100 mm	170 mm	100 mm	350 mm
Average depth resolution	0.05 mm	0.12 mm	0.07 mm	0.35 mm
Average lateral resolution	0.20 mm	0.045 mm	0.04 mm	0.13 mm
Weight	600 g	600 g	600 g	600 g
Dimensions (mm) [H x W x D]	102 x 41.5 x 97	Diameter: 100 Thickness: 43	102 x 41.5 x 97	102 x 41.5 x 97
Best suited for	Direct touch, sensor replacement	Thick plate	Medium to thick plate	Pressure vessels
Integrated color video camera for monitoring 	✓	✓	✓	✓

• Operating temperature range : 5 ° to 40 °C (41 °F to 104 °F) • Laser : Class IIIb



**SEAM FINDING AND PROCESS MONITORING
IN ONE PRODUCT!**

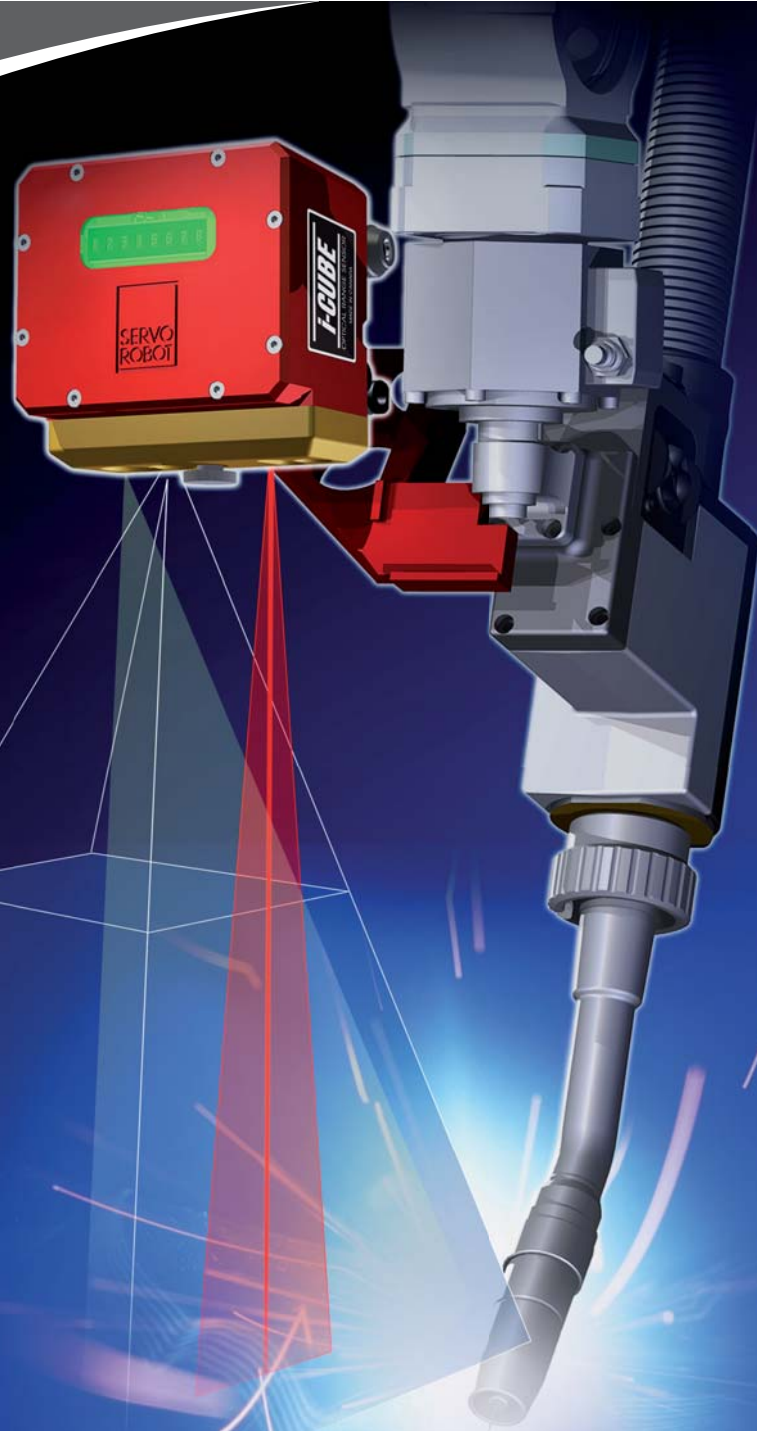


SERVO-ROBOT INC.

1370 HOCQUART, SAINT-BRUNO, QUEBEC, CANADA J3V 6E1
TEL: +1-450-653-7868 FAX: +1-450-653-7868



sales@servorobot.com
servorobot.com



i-CUBE[™]

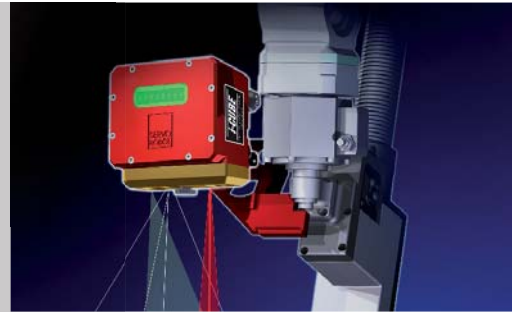
UNIVERSAL ROBOT SENSOR SYSTEM

servorobot.com

UNIVERSAL ROBOT SENSOR
SYSTEM

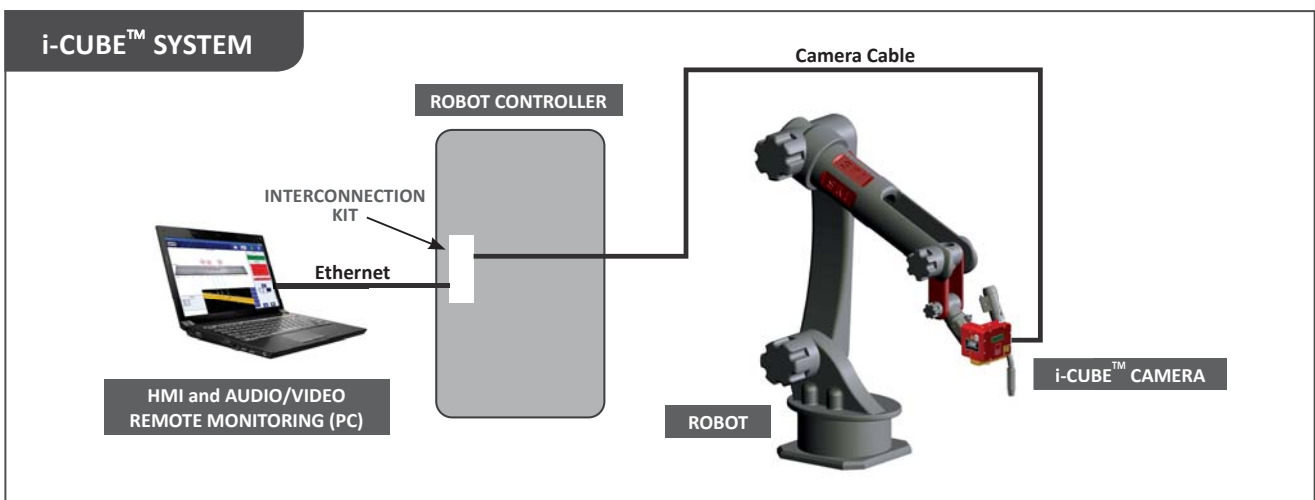
i-CUBE™

UNIVERSAL ROBOT SENSOR SYSTEM



i-CUBE™ - UNIVERSAL ROBOT SENSOR SYSTEM

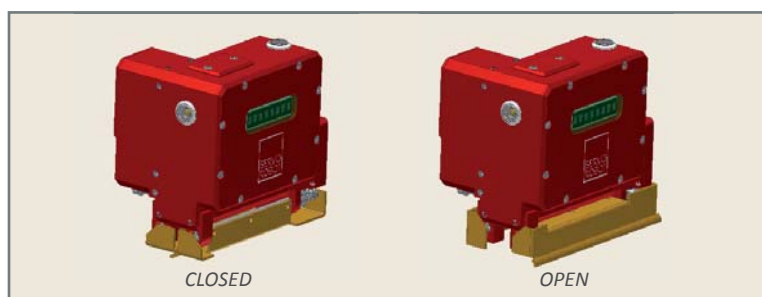
i-CUBE™ is an integrated hybrid sensing system for universal real-time control of industrial robots. Its rugged design and powerful on-board real-time control electronics make it ideal for industrial environments such as welding, cutting, handling and inspection. i-CUBE™ integrates multiple functions: 3-D laser range measurement, process viewing with color video camera, audio signal acquisition and others.



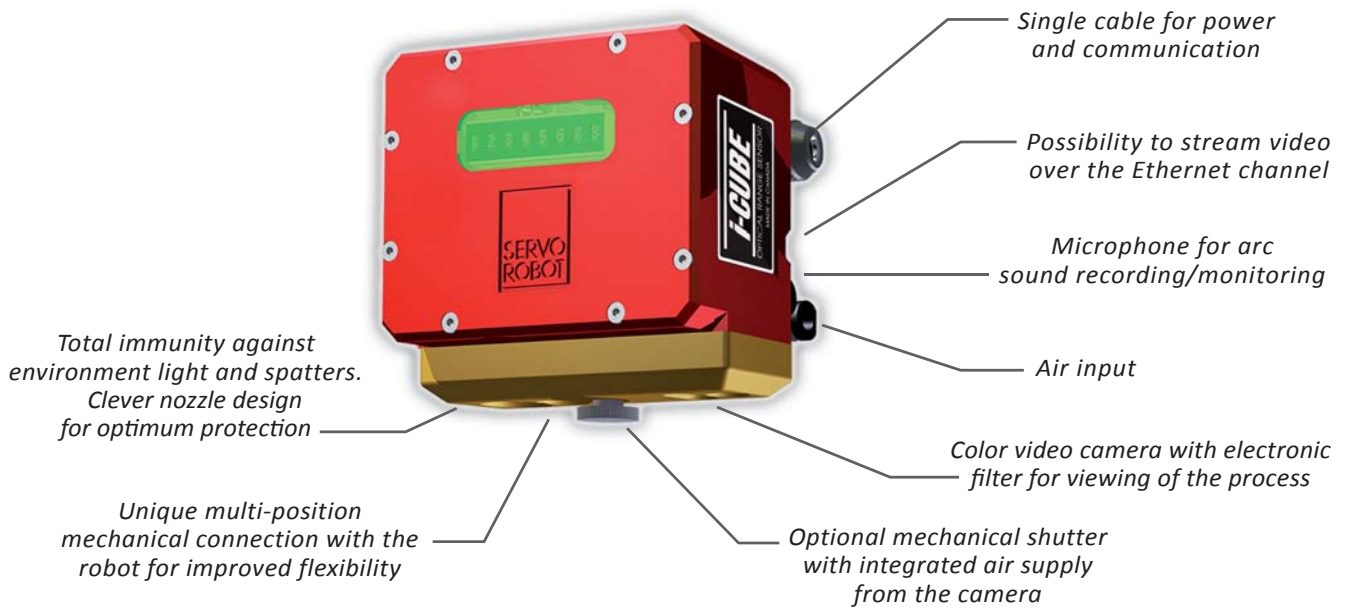
i-CUBE™ DOUBLE AXIS and MULTIPLE-ANGLE ROBOT CONNECTION



i-CUBE™ with MECHANICAL SHUTTER



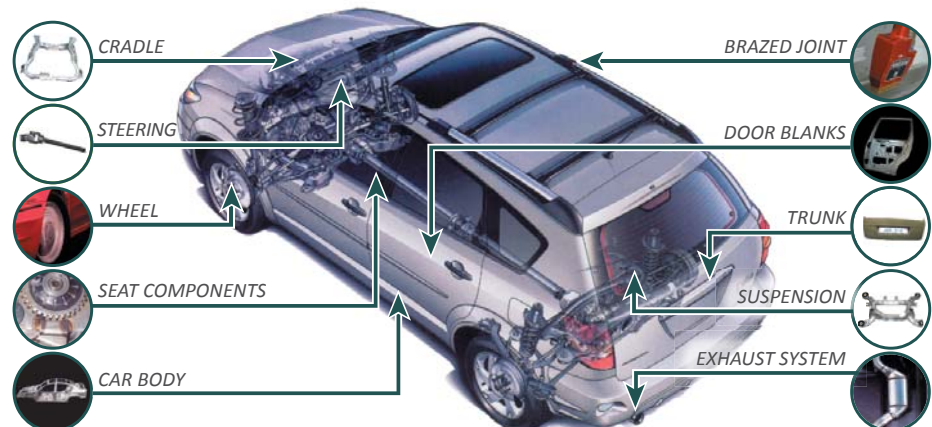
i-CUBE™ LASER SENSOR FEATURES



- Multiple functions in one head: range measurement, contactless sensing, process monitoring and on-board control
- Scalable laser seam finding processes
- Optimized optics for part finding, 3D measurement, welding/cutting applications
- Robot selectable laser modes for adjusting to the process
- Long stand-off from the process
- Simplified calibration to the robot
- State-of-the-art on-board processing (no external control required)

BENEFITS

- SERVO-ROBOT's newly developed LEONARDO™ powerful hardware platform inside the i-CUBE™ offers the capability to interconnect many sensors and to process the sensor's data for the deployment of robotic processes in real time.
- The new electronic control inside the i-CUBE™ supports dedicated hybrid sensing functions which are pre-programmed in function libraries. It is designed for powerful real-time multi-sensor control including various intelligent robotic processes.



APPLICABLE ANYWHERE THERE IS WELDING!

- i-CUBE™ offers multi-function capabilities to support the improvements of robotic welding process. This includes Assistance to Robot Teaching to simplify the implementation of robotic applications including automatic teaching, joint and part location, tracking, adaptive process control, monitoring and weld bead inspection.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

OPTICAL SPECIFICATIONS				
	i-CUBE 100		i-CUBE 100L	i-CUBE 350L
FOR EMBEDDED LASER RANGE CAMERA				
	Point	Line	Line	Line
Light source	*		*	*
Z ₁ - Stand-off to nozzle (mm)	240	240	240	240
Z ₂ - Depth of field (mm)	100	100	100	350
A- Close plane (Field of view) (mm)	-	31	31	48
B- Far plane (Field of view) (mm)	-	42	42	103
Average depth resolution (mm)	0.1	0.1	0.1	0.34
Average lateral resolution (mm)	0.15	0.04	0.04	0.07
Interface	Line : Ethernet Point : Ethernet or Analog (Option)		Ethernet	Ethernet
FOR EMBEDDED COLOR VIDEO CAMERA				
	Z ₃ (mm)	90		90
	Z ₄ (mm)	250		500
	C (mm)	75		75
	D (mm)	100		100
	E (mm)	245		415
	F (mm)	330		560
MECHANICAL SPECIFICATIONS				
Weight (kg)	1			
Dimensions (mm) [H x D x W]	93 x 100 x 79			
ELECTRICAL SPECIFICATIONS (EMBEDDED CONTROL)				
I/O Connections (with Interconnection Kit)	<ul style="list-style-type: none"> Laser Key-Switch Input E-STOP Alarm Input Ethernet Port NTSC Video Output 	<ul style="list-style-type: none"> VGA Display Output (Optional)* Audio/Video Streaming over Ethernet 	<ul style="list-style-type: none"> Optional Analog/Digital I/O Interface with Laser Spot 	* Not available with optional Analog/Digital I/O Interface
ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS				
Protection	IP 64 (NEMA 3)			
Operating Temperature	5 - 40°C (41 - 104°F)			
Relative Humidity	35 - 85% Non-condensing			

* CLASS IIIb (CDRH), CLASS 3B (IEC) - Visible Red Laser 660 nm



SERVO-ROBOT INC.

1370 Hocquart, St-Bruno, Quebec, CANADA J3V 6E1
Tel.: +1-450-653-7868 Fax: +1-450-653-7869

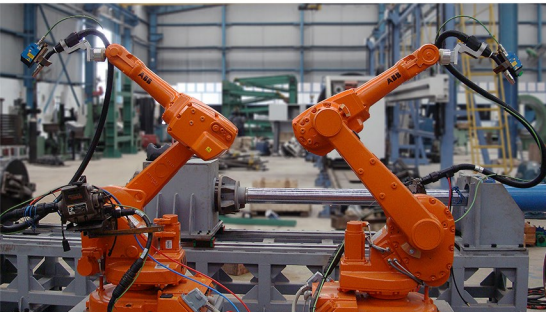
SERVO-ROBOT reserves the right to change product specifications without notice.

©2014 SERVO-ROBOT Inc., All Rights Reserved. Printed in Canada. TICUBE1406E07



sales@servorobot.com
servorobot.com

Meta Laser Vision for Robot Welding Applications



Robot Welding using Laser Vision

- Standard robots are very cost effective and versatile but are designed to repeat a fixed programmed path precisely.
- For many reasons, the actual path required to make a good weld on a production part is often **not** exactly the same as the path taught on the master part.
- Laser Vision solves this problem by sensing the actual required path and adjusting the taught path accordingly.

Benefits of Laser Vision for Robot Welding

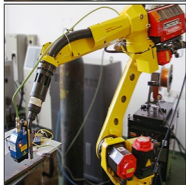
- Improves weld quality by accurately sensing the actual joint position and controlling the robot to put the wire in the joint.
- Follows the actual path required even when there is dynamic thermal distortion so the weld is made in **the correct place**.
- The only solution for some robot welding jobs.
- Reduces fixturing costs.
- Reduces scrap and/or rework.

Meta Vision Systems



Robot Welding Applications of Laser Vision

Laser vision systems are widely used for seam finding and for seam tracking in robot arc welding applications. One new development is to use the same robot and vision system for inspecting welds after making them.



The global auto industry is the major user of welding robots, and not surprisingly, the major user of robots equipped with laser vision systems. Meta has been closely involved in automotive robot welding applications from the earliest days of the company until today. Typical automotive applications using Meta systems include:

- Track chassis
- Truck cabs
- Car doors
- Car roofs
- Catalytic converters
- Suspension components
- General body welding applications

While most automotive robot welding is MIG, Meta has also been involved with many laser and laser hybrid welding systems.



Welding tanks of all kinds, including air and fuel tanks, is another large application area which overlaps with the auto industry in the case of air and fuel tanks for trucks. Robot welding of tanks is gradually taking over from fixed automation because of the increased flexibility and functionality of the robot system, especially when equipped with laser vision.

Transport in general, whether in the form of building railway wagons, ships or space rockets is another user of advanced robot welding with laser vision. Meta has been involved with many projects in this global transport arena.

With thirty years experience in robot welding, thousands of successful installations and the most modern product line up in the industry, Meta is well qualified to be your partner for robot welding in the future.

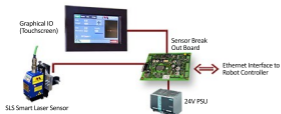


Smart Laser Pilot

Meta's Smart Laser Pilot system exploits the latest technology in optics and electronics to provide a laser tracking system at an entirely higher level of performance against price.

The system incorporates several major advances over competitive systems including:

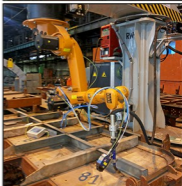
- Image processing and robot interface direct from the sensor head, minimising external components and reducing cost while improving performance.
- Ethernet backbone simplifying the system architecture and matching well to modern robot controller interface requirements.
- Megapixel sensor for high resolution with integrated real time processing
- Unique image acquisition control system for optimising image quality automatically with no operator setup or intervention.



Ethernet interfaces exist with the most commonly used industrial robots using their own specific interface protocol. The SLPI is also available with the DIN-VDMA 66430-1:2006-07 communications protocol.

For less complex tasks, the SLPI can be provided with a flexible Ethernet I/O board providing a wide range of digital and analogue I/O signals which can be used to provide a simple *analogue-digital* interface to any type of robot.

The heart of the SLPI system is Meta's Smart Laser Sensor which is available in different models with a range of different standoffs and fields of view from 12 mm to 100 mm to suit the application.





Meta was formed in 1984 as a spin out of a robotics research project at the world renowned Oxford University. The university project was aimed at developing laser seam tracking for robot welding in the automotive industry, so Meta's roots in robot welding with laser vision go back well over thirty years.

With over three decades of experience, Meta's engineering team has built up a tremendous wealth of knowledge about laser sensors for welding and about their application in all types of robot welding, ranging from super precise TIG welding for space rocket engine nozzles to multi pass robot submerged arc welding of massive power station components.

Meta has two product families for robot welding: Smart Laser Pilot (SLPi) and Meta Scout

Smart Laser Pilot

This innovative product sets new milestones in versatility, performance and cost for all kinds of robot welding applications.

By performing the image processing and robot interfacing in the sensor head itself, the overall system architecture is greatly simplified with consequent improvements in performance and reductions in cost.



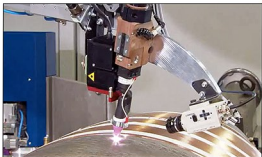
The compact design of the Smart Laser Sensor (SLS) at the heart of the SLPi system is matched to the welding environment making it the ideal choice for all common welding processes.

Meta Scout

Meta Scout is a unique product for robot laser welding. The Scout sensor projects a special pattern of five laser lines on to the weld joint.

This provides two major advantages:

1. Higher data rate
2. More detailed information about the weld joint



Using five laser lines gives a fivefold increase in the data rate of weld joint positions. This is exactly what is required for high speed robot laser welding, for which the Scout system is intended and very well proven.

Using multiple laser lines also allows the Scout system to extract more information about the weld joint than is possible from conventional single stripe systems. This allows the Scout system to calculate the angles of the weld joint and enables the possibility of the Scout system controlling both the position and angle of the welding head relative to the part in real time.

Scout has been used extensively in the auto industry thanks to its unique combination of features giving significant benefits.

European Office

Meta Vision Systems Ltd
Oakfield House
Oakfield Industrial Estate
Eynsham
Oxfordshire OX29 4TH
UK

Tel: +44 1865 887 900
Fax: +44 1865 887 901
sales@meta-mvs.com
meta-mvs.com



Meta has a wide range of agents
throughout the world

North American Office

Meta Vision Systems Inc
8084 Trans Canada Highway
Ville St Laurent Qc
H4S 1M5 Canada

Tel: +1 514 333 0140
Fax: +1 514 333 8636

**SERVO
ROBOT**
THINKING HI-TECH



POWER-TRAC™

THE MOST COMPACT AND INTELLIGENT JOINT TRACKING
AND FINDING SYSTEM FOR WELDING ROBOTS

servorobot.com

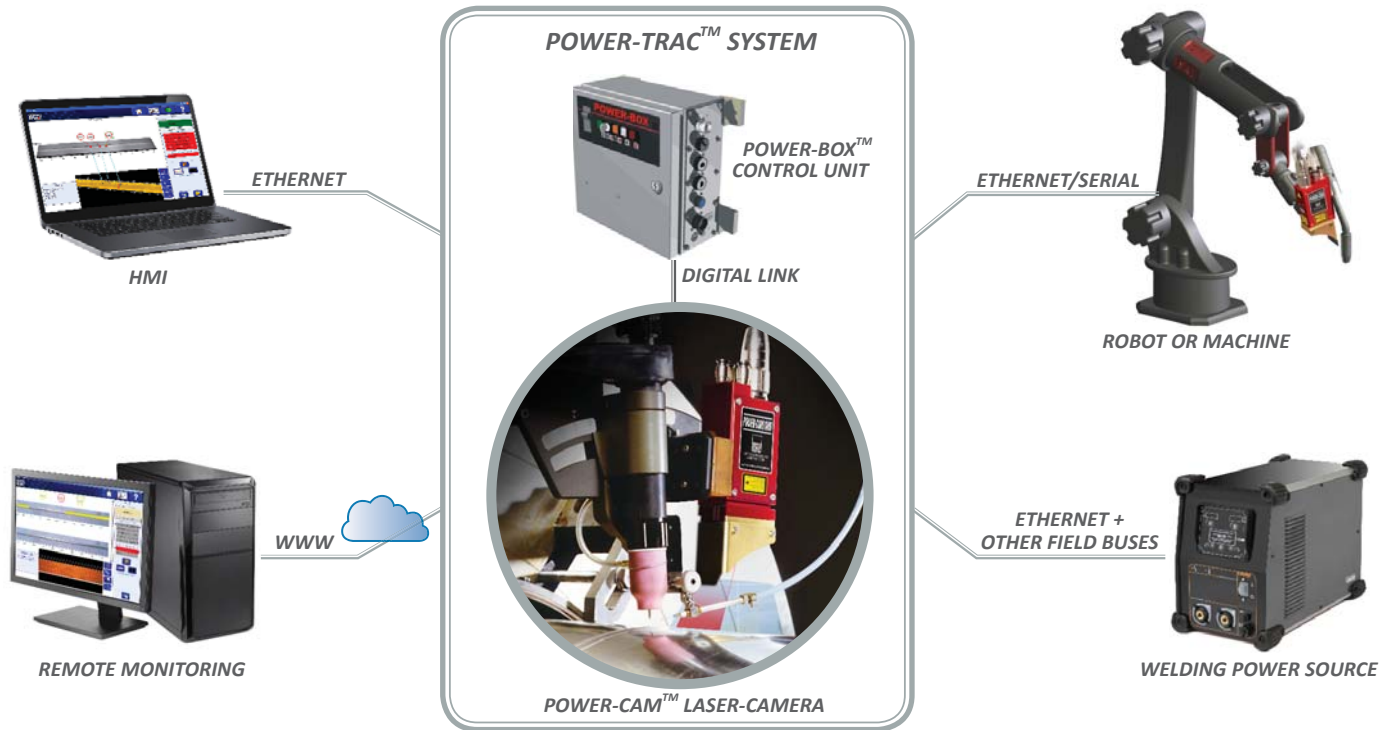
ARC/LASER
WELDING

POWER-TRAC™

THE MOST COMPACT AND INTELLIGENT
JOINT TRACKING AND FINDING SYSTEM
FOR WELDING ROBOTS



POWER-TRAC™ – MODULAR PROCESS MANAGEMENT SYSTEM



FEATURES AND BENEFITS

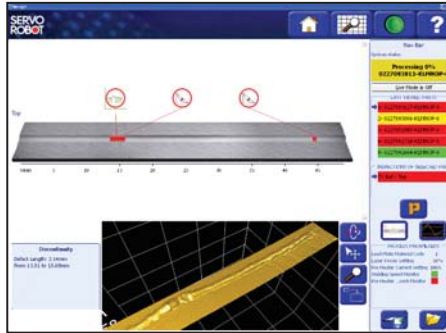
HARDWARE	VISION	SOFTWARE
<ul style="list-style-type: none"> • Fully integrated standard system complete with laser-camera, control unit and software. • Very rugged camera frame including cooling channels. • Pressurized air flow nozzle design to protect disposable lens against dust and fume. • Automatic detection of protective lens. • Very compact control unit. 	<ul style="list-style-type: none"> • Real-time control of the welding torch trajectory. • Immune to the arc process environment (spatter, heat, fumes, magnetic field, shocks and vibrations). • Not affected by changing ambient light conditions. • Can track on all weldable materials. • True 3D laser measurements of joint geometry dimension. • Large joint library allows almost any joint to be tracked, located and measured geometrically. • High-speed digital laser sensor allows for fast and reliable joint recognition. • Automatic joint recognition. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptive welding package to help compensate for joint variability. • Advanced joint algorithms for any possible weld joint. • Process monitoring to determine if the weld joint is in control.

COMPATIBLE WITH ALL WELDING PROCESSES:

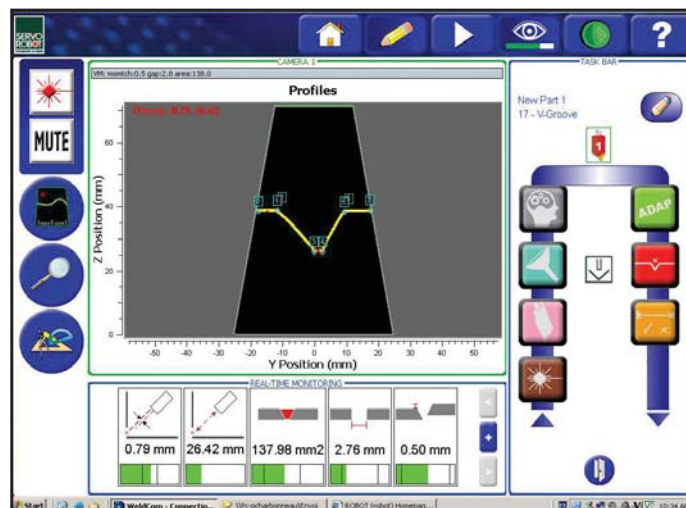
- GMAW (Super Heavy Duty Protection available for Tandem Arc)
- GTAW (HF Protection option available)
- FCAW (Super Heavy Duty Protection available)
- Hybrid Laser (High accuracy laser-camera models available)
- Laser (High accuracy/long stand-off laser-camera models available)

EXCLUSIVE FUNCTIONS

- Cost effective, yet intelligent solution.
- Reduced sized system components for easy integration in the robotic cell.
- Tracking allows the use of high-speed welding processes like tandem Gas Metal Arc and Laser Hybrid Welding.
- Adaptive welding module manages joint geometry variability to optimize the size of the weld thus eliminating defects and reducing over-welding.
- Precise weld wire location in the joint reduces process instability, thus decreasing spatter and improving weld quality.
- Embedded color video camera for remote process monitoring.
- Very easy implementation through available interface and software with all leading robot brands.
- Embedded hybrid sensing technology for easier calibration and system monitoring.



Weld bead inspection made possible by high precision of POWER-CAM™ sensor



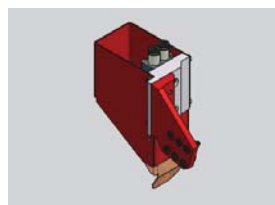
Bottom gap measurement on a V-Groove joint

OPTIONS & ACCESSORIES

- Ground fault detector to protect the vision system from welding current in case of accidental contact with the part being welded.
- Safety interlocked I/O integrated into the controller unit for easy implementation in the robot cell.
- Super Heavy Duty Camera Kit (SHDCK) is an option for very high intensity welding processes (with optional AIR-KNIFE™ nozzle).



Ground Fault Detector



Super Heavy Duty Camera Kit

TYPICAL APPLICATIONS

- Water Heaters
- Earth Moving Equipment
- Ships
- Bulk Storage Tanks
- Automotive Components
- Structural Components
- Rail Cars
- Fuel Tanks

ADVANCED FEATURES

- “Plug and weld” concept for fast and easy laser-camera replacement using the preloaded calibration tables inside each laser-camera
- Automatic laser power control
- Automatic optical adjustments during welding for ease of use
- Automatic laser shut-off when the protective lens is not present
- Automatic camera to tool calibration with high accuracy target
- Programmable laser-camera field of view
- Direct digital interface with most welding robots
- Remote diagnostic and service using the Ethernet HMI link
- Combination of offline seam finding, online real-time seam tracking and pre and/or post process inspection in one system

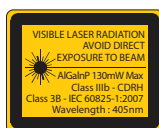
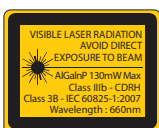
TECHNICAL SPECIFICATIONS OF THE LASER CAMERA HEAD INCLUDED IN THE POWER-TRAC™ SYSTEM

ARC/LASER WELDING CAMERA

	POWER-CAM	POWER-CAM/HR	POWER-CAM/SHR	POWER-CAM/G 230R	POWER-CAM/G DUAL		QUANTA-S	QUANTA-S/LF
					Large FOV	Small FOV		
Z₁ - Stand-off to nozzle (mm)	70	92	66	72	72	207	113	109
Z₂ - Depth of field (mm)	140	16	14	230	230	65	6.5	16
A - Close plane (Field of view) (mm)	27	12.5	11.5	70	64	28	7.9	17.3
B - Far plane (Field of view) (mm)	76	15	14	220	202	36	8.4	19.3
Depth resolution (mm)	0.03 - 0.18	0.03	0.02	0.04 - 0.45	0.06 - 0.6	0.05 - 0.09	0.010	0.018
Lateral resolution (mm)	0.03 - 0.08	0.014 - 0.017	0.013	0.06 - 0.2	0.07 - 0.2	0.03 - 0.04	0.009	0.018
Weight (g)	475	500	500	1100	1100		800	800
Dimensions [H x W x D] (mm)	94 x 33 x 58	106 x 33 x 58	106 x 33 x 58	126 x 52 x 115	126 x 52 x 115		113 x 40 x 145	113 x 40 x 145
Best suited for	GMAW/MIG-MAG Welding	GTAW/TIG Welding	Laser and GTAW/TIG Welding	GMAW/MIG-MAG Welding	GMAW/MIG-MAG Welding		Laser and GTAW/TIG Welding	Laser and GTAW/TIG Welding
Twin laser technology	-	-	-	-	✓		-	-
Integrated color video camera for monitoring	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓

• Environment : 5°C to 40°C (41°F to 104°F) • Laser : Class IIIb

TRACKING, FINDING AND MONITORING ALL IN ONE PRODUCT



SERVO-ROBOT INC.

1370 Hocquart, St-Bruno, Quebec, CANADA J3V 6E1

Tel.: +1-450-653-7868

Fax: +1-450-653-7869

SERVO-ROBOT reserves the right to change product specifications without notice. ©2014 SERVO-ROBOT Inc., All Rights Reserved. Printed in Canada. TPOWTR1407E09



sales@servorobot.com
servorobot.com