

Jarkko Sirrola

Potkurilaitteen koeajopulpetin suunnittelu

Sähkötekniikan koulutusohjelma

2010



Potkurilaitteen koeajopulpetin suunnittelu

Sirrola, Jarkko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2010
Ohjaaja: Perkiö, Tauno
Sivumäärä:
Liitteitä:

Asiasanat: Koeajo, Potkurilaitte

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia Rolls-Royce Aquamaster potkurilaitteen koeajoon tarvittavan koeajopulpetin kehittämismahdollisuuksia. Työssä selvitettiin kaikki mitattavat kohteet potkurilaitteesta sekä niiden mahdolliset mittaussmenetelmät. Myös mittaustulosten indikointiin kiinnitettiin erityistä huomiota. Uusi koeajopulpetti korvaa vanhat käytössä olevat koeajopulpetit sekä sen lisäksi tarvittavat erilliset mittalaitteet. Uusi koeajopulpetti voi toimia myös potkurilaitteiden tuotekehityksen apuvälineenä. Työn tuloksena ovat suunnitelmat, joilla potkurilaitte voidaan teettää alihankintana.

Designing the simulation console for the thruster unit

Sirrola, Jarkko
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical engineering
May 2010
Supervisor: Perkiö, Tauno
Number of pages:
Appendices:

Key words: Test drive, Thruster

The purpose of this thesis was to examine possibilities to develop the thruster simulation console needed in the test drive of the Rolls-Royce Aquamaster thruster unit. In this study the amount of required measurements was explored and the measurement setup was made. A special attention was paid in the indication of the measurement results. The new simulation console will replace the old ones and all the measuring devices that were needed by the old simulation console. The new simulation console also works as a development tool for new products. As a result of this study the schematics for the new simulation console were made. The schematics are utilized by the subcontractor selected for the manufacture of the new console.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TYÖN KUVAUS	7
3	ROLLS-ROYCE OY AB:N HISTORIA.....	8
3.1	Rolls-Royce Tänään	9
4	AQUAMASTER POTKURILAITE	10
4.1	Kääntövaihtoehdot	10
4.2	Kytkinvaihtoehdot.....	11
4.3	Potkurivaihtoehdot.....	11
5	POTKURILAITTEEN KOEAJO	12
5.1	Koneasentajien osuus	12
5.2	Sähköasentajien osuus.....	13
5.2.1	Kääntymisnopeuden testaus	14
5.2.2	Kytkimen testaus.	14
5.2.3	Liukukytkimen testaus	15
5.3	Luokitus.....	15
6	KOEAJOPULPETTI	16
6.1	Uudet ominaisuudet	17
6.2	Pulpetin tekniset vaatimukset	17
6.3	Toiminnot	18
6.4	Kääntymisnopeuden valinta	19
6.5	Mitattavat kohteet	21
6.6	Liityntä.....	21
6.7	Mittausmenetelmät.....	22
6.7.1	Kääntöventtiilien ohjausvirran mittaus.....	22
6.7.2	Liukukytkimen ohjausventtiilin jännitteenmittaus	23
6.7.3	Pulssianturien taajuuden mittaus	23
6.7.4	Kytkinpaineen mittaus	24
6.7.5	Sin-Cos potentiometriä mittaus	24
7	OHJAUSJÄRJESTELMÄ.....	24
7.1	Keskusyksikkö.....	26
7.2	I/O yksiköt.....	27
8	YHTEENVETO	28
	LÄHDELUETTELO	29
	LIITTEET	

Terminologia

- UL Up Lift
- FP Fixed Pitch Propeller
- CPP Controllable Pitch Propeller
- CRP Contra Rotating Propulsor
- TDI Thruster Direction Indicator
- BCP Back-up Control Panel
- ACP Azimuth thruster Control Panel
- PORT side Laivan vasen puoli
- STBD side Laivan oikea puoli
- PWM Pulssinleveysmodulaatio
- TRUE RMS Todellinen tehollisarvo
- BCD Binary Coded Decimal

1 JOHDANTO

Rolls-Royce Aquamaster potkurilaitteita (kuva 1.) käytetään merenkulkualuksien ohjaamiseen ja hallintaan. Potkurilaitteiden aluskohtaiset määrät sekä tyypit vaihtelevat alusten käyttösovelluksen mukaan. Osa potkurilaitteiden osista valmistetaan Raumalla ja osa tulee alihankintana.

Potkurilaitteet kokoonpannaan ja koeajetaan Raumalla. Potkurilaitteiden koeajot tapahtuvat Rauman tuotantohallissa kokoonpanolinjan lopussa sijaitsevassa koeajopuikissa. Potkurilaitteen ohjausjärjestelmän testaus tapahtuu alihankkijan toimesta, jolloin testattavaksi jää vain mahdollinen potkurilaite.

Potkurilaitteen koeajoon tarvitaan koeajopulpetti, joka sisältää potkurilaitteen hallintaan tarvittavan ohjausjärjestelmän. Koeajossa käydään läpi laitteen kaikki mahdollinen toiminta, sekä tarkastetaan, että kaikki toiminta tapahtuu annettujen ohjearvojen rajoissa.



Kuva 1. Aquamaster potkurilaite/3/.

2 TYÖN KUVAUS

Tässä työssä tutkittiin Aquamaster potkurilaitteen koeajoon tarvittavan ohjauspulpetin kehittämismahdollisuuksia. Työssä määriteltiin mahdolliset mittaushetket joita pitäisi tarkkailla, sekä indikoimistapoja, joilla mittaustulokset olisi luontevinta esittää käyttäjälle.

Ohjauspulpetti toteutetaan uuden sukupolven ohjausjärjestelmällä, joka pohjautuu väyläteknikkaan. Tämän tekniikan mahdollisuudet, sen tuomat edut, sekä haitat ovat tärkeimpiä tarkasteltavia asioita. Pulpetin kehittämisessä otettiin huomioon sen käyttömahdollisuudet ohjausjärjestelmien tuotekehityksen apuvälineenä, joita aikaisemmin ei käytännössä ole ollut olemassa.

Ohjauspulpettia kehitettäessä tarkasteltavina näkökulmina olivat loppukäyttö, ohjelmistosuunnittelu sekä tuotekehitys. Työn tulos ovat ohjauspulpetin piirustukset, joiden perusteella pulpetti voidaan teettää alihankintana (LIITE 2).

3 ROLLS-ROYCE OY AB:N HISTORIA

Rolls Roycen historia alkaa aina 60- luvulta asti

- 1965 Valmistui ensimmäinen Aquamaster potkurilaite
- 1981 Ulstein propeller esitteli swing-up tyyppisen potkurilaite konseptin
- 1988 Aquamaster –Rauma Oy perustettiin, yhdistämällä Holming Oy:n Aquamaster konepajan ja Rauma-Repolan kansikontehdas
- 1989 Kehitettiin VTT:n kanssa yhteistyönä CRP (contra rotating propulsor) potkurilaite, jossa on kaksi eri suuntiin pyörivää potkuria. Tuloksena saatiin sama antoteho aikaiseksi 18% pienemmällä ottoteholla.

Kyseinen CRP aiheutti myöhemmin patentti riitaa volvon kanssa, koska Volvo Pentalla oli patentti omasta duo prop järjestelmässä. Näin Volvo koki Aquamasterin loukkaavan heidän patentti oikeuksiaan. Volvo ja Aquamaster kuitenkin huomasivat neuvotteluissa, että heidän markkinat eivät kohtaa, joten neuvotteluissa laadittiin sopimus laiteiden tehorojasta. Volvolla on oikeus valmistaa sovittua tehorojaa pienempiä potkurilaitteita ja Aquamasterilla sovittua rajaa suurempia/1/.

- 1995 Englantilainen pörssiyhtiö vickers P.L.C. osti Aquamaster Rauma Oy:n Tästä johtuen Aquamaster-Rauma rupesi yhteistyöhön ruotsalaisen potkurilaitevalmistaja KAMEWA Oy ab:n kanssa.1998 Nimi muuttui Kamewa Finland Oy:ksi
- 1999 Vickers osti norjalaisen kilpailijan Ulsteinin ja näin syntyi Vickers Ulstein Marine Systems (VUMS)
VUMS konsernin tuotteisiin kuuluivat Kamewan kulkukoneistot, kansikoneet, laivojen suunnittelu sekä paikannus- ja vakautusjärjestelmät.

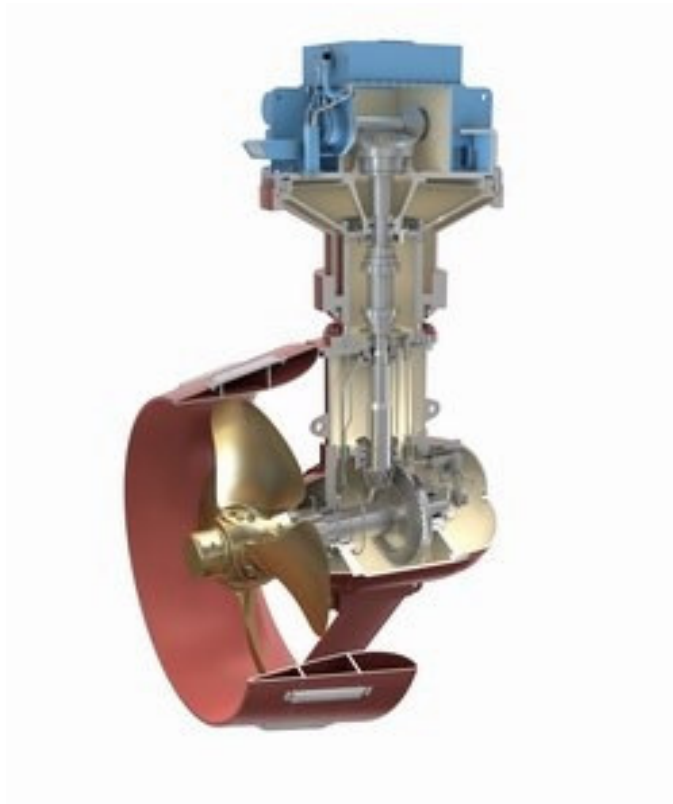
- 1999 Rolls-Royce osti Vickers-konsernin, jolloin vuotta myöhemmin koko nimi muuttui Rolls-Royce Oy Ab:ksi/2/. Rolls-Royce:sta tuli mailmalla tunnettu tuotemerkki, joka tunnetaan parhaiten kaasuturbiinimoottoreistaan. Kyseisiä kaasuturbiinimoottoreita käytetään maalla merellä ja ilmassa. VUMS kauppa taas vahvisti Rolls-Roycen aseman tunnettuna maailmanlaajuisena merialan tuotteiden valmistajana.

3.1 Rolls-Royce Tänään

Rolls-Royce on mailman johtava 360^o kääntyvien potkurilaitteiden valmistaja. Potkurilaitteiden tyypillisimpiä sovelluskohteita ovat Offshorealukset, hinaajat ja lautat. Suurimmat maailmassa toimitetut potkurilaitteet ovat Rolls-Royce:n valmistamia. Merenkululaitos tilasi potkurilaitteet Nordica- ja Fennica monitoimimurtajiin. Potkurilaitteet olivat teholtaan 7500 KW. Merenkululaitos tilasi varmuuden vuoksi myös yhden vara-alapään vaurioiden varalta. Kyseistä vara-alapäätä ei kuitenkaan ole 15 vuoden aikana tarvittu.

4 AQUAMASTER POTKURILAITTE

Potkurilaitteen runko koostuu kolmesta osasta. Yläosasta, joka sisältää kytkimen ja kulmavaihteen, väliosasta, joka sisältää kääntökehän ja väliakseliston. Alapää sisältää kulmavaihteen ja mahdollisen CP-koneiston. Pääkoneen voima välittyy veteen kytkimen, kahden kulmavaihteen sekä potkurin välityksellä(kuva 2)



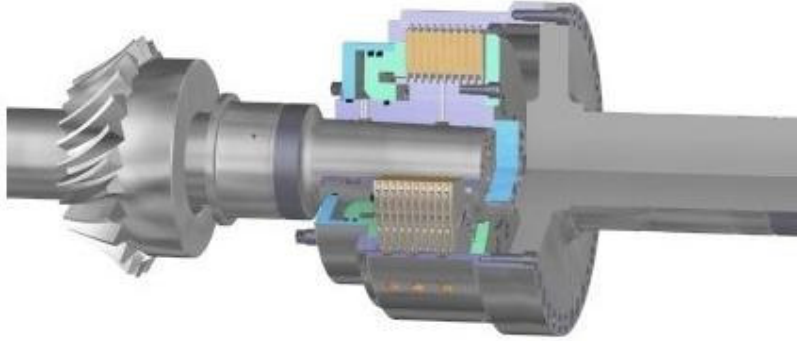
Kuva 2. Aquamaster potkurilaitteen voimansiirto/3/.

4.1 Kääntövaihtoehdot

Potkurilaitte voi olla varustettu hydraulisella tai sähköisellä käännöllä. Hydraulikäännössä on potkurilaitteen vetopäässä hihnavetoinen hydraulipumppu tai erillinen sähköhydraulinen koneikko, jonka tuottoa ohjaamalla hallitaan potkurilaitteen alapään kääntymistä. Kääntökehällä on hydraulimoottorit, jotka kääntävät alapäätä. Sähkökäännöllä varustetussa mallissa on kääntökehällä sähkömoottorit, joita ohjataan taajuusmuuttajilla.

4.2 Kytkinvaihtoehdot

Potkurilaite voi olla kokonaan ilman kytkintä, normaalilla on/off monilevykytkimellä tai liukukytkimellä varustettu (kuva 3). Normaalista kytkintä ohjataan hydrauliventtiileillä, joko päälle tai pois. Liukukytkintä voidaan luistattaa siihen tarkoitettuun venttiilipaketilla.



Kuva 3. Rolls-Royce monilevykytkin/3/.

4.3 Potkurivaihtoehdot

Potkurilaite voi olla varustettuna kiinteäläpäsella potkurilla (FP), säätölapapotkurilla (CPP) tai kahdella erisuuntiin pyörivillä kiinteäläpäsillä potkureilla (CRP), suulakkeella tai ilman suulaketta.



Kuva 4. Aquamaster potkurilaitteita eri potkuri vaihtoehdoilla/3/.

5 POTKURILAITTEEN KOEAJO

Koeajo koostuu kolmesta osasta. Koneasentajien osuus painottuu hydrauliiikan säätöön. Sähköasentajien osuus painottuu antureiden säätöön, johdotuksiin sekä toiminnallisiin kokeisiin. Koeajon viimeinen osa on laitteen luokittaminen, joka tapahtuu luokituslaitoksen läsnäollessa.

Koeajo on tärkeä osa tuotantoa, koska sillä estetään viallisten laitteiden toimitus asiakkaalle. Hyvä kommunikointi laitevalmistuksen ja koeajon välillä vähentää myös asennusvirheitä. Koeajo onkin näin osa jatkuvaa laadun tarkkailua.

5.1 Koneasentajien osuus

Koneasentajat nostavat potkurilaitteet ja tarvittavat lisälaitteet koeajopukille. Laitteet kiinnitetään tukevasti ja asennetaan tarvittavat kulkutiet (kuva 4.). Laitteet täytetään voiteluöljyllä, sekä mahdolliset hydrauliikkasäiliöt hydrauliiikkaöljyllä.

Laitteesta säädetään kaikki pumput ja paineenrajoitusventtiilit. Hydrauliikkapumput ja painelinjat koeponnistetaan. Tämä kaikki tehdään koeajo-ohjeistuksen ja koeajopöytäkirjan mukaan, johon lopuksi merkitään säädetyt arvot sekä koestetut laitteet.



Kuva 5. Sähkökäännöllä varustettu potkurilaite koejaossa Rauman tuotantohallissa.

5.2 Sähköasentajien osuus

Sähköasentajat säätävät kaikki painekeytkimet annettuihin arvoihin ja tarkistavat niiden kytkentöjen oikeellisuudet. Mahdollisista painelähtimistä tarkistetaan mAviesti sekä kytkennät. Tämän jälkeen asentajat kytkevät laitteeseen koeajopulpetin ja aloittavat laitteen toiminnalliset testit saatuaan koneasentajilta luvan jatkaa.

Potkurilaite asetetaan mekaaniseen nollakohtaan laitteessa olevan tunnustelutapin avulla, jotta laitteen asentoanturit voidaan nollata. Tämän jälkeen tarkastetaan laitteen kääntymisajat minimi ja maksimi kierroksilla.

Laitteen kytkimen toiminnallisuus koestetaan ja suoritetaan tarkemmat mittaukset, mikäli kyseessä on liukukytkimellinen malli. Laitteen potkurinkierrokset tarkistetaan kolmella eri pyörimisnopeudella (idle, half, full), jolloin tarkistetaan myös kierroslu-
kuintureiden lukemat ja verrataan niitä annettujen välityssuhteiden avulla potkurin
kierroksiin. Mahdolliset lapakulmat säädetään annettuihin rajoihin ja tarkistetaan nii-
den toiminta. Kaikki takaisinkytkentäpotentiometrit mitataan ja samalla tarkistetaan
kytkennät. Lopuksi laitteesta tarkistetaan ohjauspaineet ja käydään pöytäkirjan mer-
kinnät läpi.

5.2.1 Kääntymisnopeuden testaus

Laitetta ohjataan kääntymään täysi kierros 360° (lentävällä lähdöllä) siten, että myö-
täpäivään kääntäminen aloitetaan ennen 0° , jossa kääntymis-ajan mittaus aloitetaan.
Näin laite on saavuttanut täyden nopeuden ennen mittauksen aloittamista. Käännön
aikana luetaan laitteen kääntymisnopeutta ohjaavalle proportionaaliventtiilille menevä
ohjausvirta pulpetissa sijaitsevasta mittarista. Kun laite on saavuttamassa 360° , kää-
netään ohjauskahva yli nollan, jotta ohjausjärjestelmä ei ala jarruttamaan laitetta
ennen mittauksen päättymistä. Tämä toimenpide toistetaan tyhjäkäynnillä ja täydellä
nopeudella sekä myötä että vastapäivään. Tämän jälkeen tulee laitetta vielä kääntää
vähintään 720° samaan suuntaan mahdollisten anturikotelon välityssuhdevirheiden
esiintuomiseksi.

5.2.2 Kytkimen testaus

Kytkin kytketään ohjauskahvasta. Kytchentähetkellä ammattitaitoinen asentaja kuun-
telee toimiiko kytkimen kevennysventtiili, joka alentaa kytkemishetkellä kytkimen
painetta 24 -> 8 baariin. Näin kytkemishetkellä ei potkurin ja akseleiden hitausmo-
mentti aiheuta turhaa räsitusta vaan potkuri lähtee kevyesti kiihtyen pyörimään. Kun
kytkin on täysin kytketty, syttyy siitä pulpettiin merkiksi valo.

Laite asetetaan pyörimään tyhjäkäyntiin ja luetaan vetopään, sekä toisioakselin kierroslukuanturin tajuus. Myös TDI näytöltä luetaan potkurin kierrokset. Näiden kaikkien lukemien oikeellisuus tarkistetaan vaihteiston välityssuhteen ja pyörimisnopeuden kautta laskemalla.

5.2.3 Liukukytkimen testaus

Laite asetetaan pyörimään tyhjäkäyntiin. Pulpetista kytketään kytkimen huuhteluventtiili Y363 päälle ja aletaan nostaa Vmod vahvistimen ohjeännitettä. Pöytäkirjaan kirjataan Vmod vahvistimen ohjeännite, B11 anturin taajuus, kytkimenohjausventtiilille Y362 menevä jännite, kytkimen paine sekä hetki jolloin kytkimen paine ylittää 15 bar, josta indikoi (clutch engaged) merkki valo pulpetissa. Nämä mittaukset toistetaan 8:lla eri jänniteohjeella askeltamalla jänniteohjetta koeajopöytäkirjan mukaisesti 0 -> 10V.

5.3 Luokitus

Koeajon jälkeen paikalle kutsutaan luokituslaitos ja suoritetaan tunnin ajo, jossa laitteita käytetään täysillä kierroksilla tunnin ajan, jota luokituslaitoksen tarkastaja yleensä seuraa. Tarkastaja teettää laitteella pistokokeita satunnaisesti, jotka asentajat suorittavat tarkastajan valvomana.

6 KOEAJOPULPETTI

Koeajopulpetti on potkurilaitteiden testaamiseen tarkoitettu työväline, jonka tulee olla mahdollisimman yksinkertainen ja pelkistetty. Sillä pitää pystyä kuitenkin tekemään enemmän kuin tavallisen toiminnallisuuden ohjauspulpetilla. Koeajopulpetti sisältää laivoihin asennattavan ohjausjärjestelmän. Pulpettiin asennettavan ohjausjärjestelmän ominaisuuksia muokataan koeajon tarpeiden mukaan. Esim. autopilottia ja satelliittipaikannusta ei koeajossa tarvita.

Koeajon vaatimassa ohjausjärjestelmässä pitää sen sijaan olla ominaisuuksia, joita laivan ohjausjärjestelmässä ei tarvita. Esim. lapakulmien säätömahdollisuutta ei tarvita ohjausjärjestelmässä, jossa on liukukytkinominaisuus. Kuitenkin koeajossa tarvitaan molempia, jotta sillä voitaisiin koeajaa sekä lapakulmalliset potkurilaitteet, että liukukytkimelliset potkurilaitteet. Siispä koeajopulpetin ohjausjärjestelmä sisältää useiden ohjausjärjestelmätyyppien ominaisuuksia.

Jo olemassa olevat pulpetit ovat käytössä ja toimivia. Mutta ne ovat auttamatta vanhoja ja vanhan sukupolven ohjausjärjestelmällä toteutettu, joiden osien saatavuuskin alkaa olla jo hankalaa. Koeajohenkilöstö on itse kehittänyt vuosien aikana vanhoja pulpetteja mieleisekseen. Soveltamalla näitä ideoita mahdollisuuksien mukaan uuteen pulpettiin, saadaan kompakti ja loppukäyttäjää ajatellen selkeä kokonaisuus. Koeajopulpetilla tulee pystyä vaivatta koeajamaan koeajopöytäkirjan vaatimat asiat (LIITE 1).

6.1 Uudet ominaisuudet

Pulpetin uusia ominaisuuksia ovat keskusyksikkö (PC) ja LCD-näyttö, josta voidaan lukea mitattavia suureita reaaliaikaisena. Pulpetissa oleva tietokone antaa hyvän muokattavuuden pulpetille tulevaisuuden tarpeille, esim. mahdollisuuden täyttää pöytäkirja suoraan verkkoon. Tämänhetkinen käytäntö on, että pöytäkirja täytetään käsin ja kirjoitetaan puhtaaksi myöhemmin verkkoon tietokoneella. Uusi Aquapilot ohjauskahva sisältää liukukytkimen ohjauksen, sekä lapakulmien ohjauksen. Uusi ohjausjärjestelmä osaa myös luke sin-cos potentiometrit, joita käytetään esim. ulkoisen DP paikannusjärjestelmän takaisinkytkentään. Uudessa backup paneelissa on toisiohjaus laitteen kääntöä ja lapakulmia varten. Ohjausjärjestelmä toteutetaan uudella väyläpohjaisella järjestelmällä, joka on helpommin laajennettavissa mahdollisia tulevaisuuden tarpeita varten.

6.2 Pulpetin tekniset- vaatimukset

Pulpetilla tulee pystyä koeajamaan kaikki potkurilaitetyypit. Poislukien UL-tyyppisten laitteiden nosto toiminnot, joita pulpetilla ei tarvitse koeajaa. Myöskään sähkökäännön omaavia laitteita pulpetilla ei koeajeta, koska sähkökäännöille on oma taajuusmuuttajayksikkö niiden koeajoon. Koeajopulpetin tulee olla helposti liikuteltava, sekä sen on oltava helposti kytkettävissä kaikkiin potkurilaitteisiin työn sujuvuuden takaamiseksi sekä asennusvirheiden minimoimiseksi.

Hallintalaitteiden sijoittelun tulee myös olla sellainen, että pulpetissa on tyhjää tilaa koeajon aikana tapahtuvalle pöytäkirjan täyttämiseksi (liite 2). Kuitenkaan hallintalaitteiden operointia ei tule vaikeuttaa sekä indikointien tulee olla selvästi havaittavissa.

6.3 Toiminnot

Jotta potkurilaitteen koeajo olisi mahdollisimman helppoa ja joutuisaa, tulisi siinä olla seuraavat toiminnot:

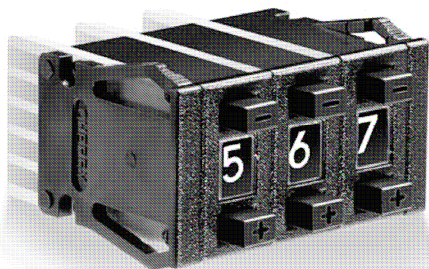
- kääntymisnopeuden valinta/hienosäätö
- On/off kytkin moodi Y360,Y361
- Liukukytkin moodi
- kytkimen syöttöpaineen merkkivalo SP310
- kytkinpaineen merkkivalo SP300 (ACP)
- Kytkimen kytkennän esto (clutch prevention)
- Backup ohjaus lapakulmille ja käännölle
- PORT ja STBD laitteen valintakytkin (virrat kytkettäessä kumpikaan laite ei saa olla oletuksena valittuna)
- verkkovirta liitäntä
- Näyttö mittausten indikointiin

6.4 Kääntymisnopeuden valinta

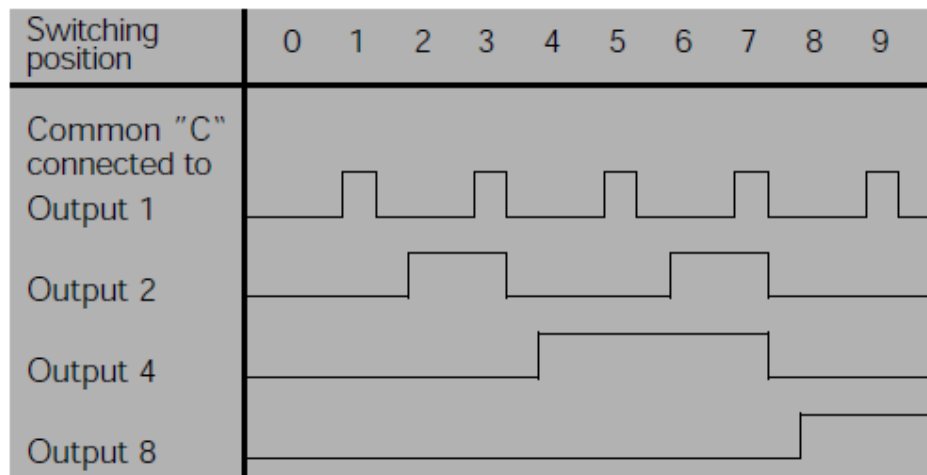
Potkurilaitteen kääntymisnopeuden pitää pysyä vakiona vetopään eri kierrosnopeuksilla. Koska hydraulipumpun kierrokset ovat suoraan verrannollisia vetopään kierroksiin, muuttuu pumpun tuotto myös suoraan verrannollisesti vetopään kierroksiin. Niinpä hydraulipumpun tuottoa pitää säätää vetopäänkierrosten mukaan, jotta laitteen kääntymisnopeus pysyisi vakiona.

Hydraulipumppu on muuttuvanopeuksinen säätötuottopumppu, jonka tuottoa säädetään pumpussa olevilla proportionaaliventtiileillä. Logiikka hoitaa tämän säädön sille tehdyn taulukon mukaan. Taulukossa ilmoitetaan pumpun venttiilien tarvitsema ohjausvirta eri kierrosnopeuksilla. Koska eri laitteilla on eri kääntymisnopeus ja erilaiset ominaisuudet ja koska samalla pulpetilla pitää pystyä koeajamaan kaikki laitteet, pitää taulukoita olla yhtä monta kuin on pyörimisnopeuksia ja laitetyppejä.

Kääntymisnopeuden valinta tapahtuu binäärikoodatulla (BCD)- kytkimellä, joka on kytketty I/O yksikön digitaalituloihin (kuva 5). Valitsemalla kytkimestä esim. vaihtoehdon 7, antaa se logiikalle saman numeron binäärisenä 0111 ja logiikka valitsee taulukon 7 mukaiset säädöt (kuva 6). Koska laitteet voivat olla hieman yksilöllisiä, kytketään analogiatuloon vielä potentiometri, jolla kääntymisnopeutta voidaan hienosäätää.



Kuva 6. Potkurilaitteen kääntymisnopeuden valintakytkin/4/



Kuva 7. Valintakytkimen totuustaulu/4/.

6.5 Mitattavat kohteet

Pulpetilla tulee pystyä suorittamaan seuraavat mittaukset:

- kääntöventtiilien ohjausvirta Y170, Y171
- vetopään pulssianturin taajuus B1
- toisioakselin pulssianturin taajuus B11
- liukukytkimen kytkinpaiineen mittausta MP300
- liukukytkimen jännitteen mittausta Y362
- vmod-vahvistimen ohjejännitteen mittausta
- sin-cos potentiometrin vastusarvon mittausta

6.6 Liityntä

Pulpetti kytketään laitteeseen monijohdinkaapeleilla. Pulpetissa on pikaliittimet kaapelien kiinnitystä varten ja laitteessa johtimet kytketään kytkentärasioiden riviliittimiin.

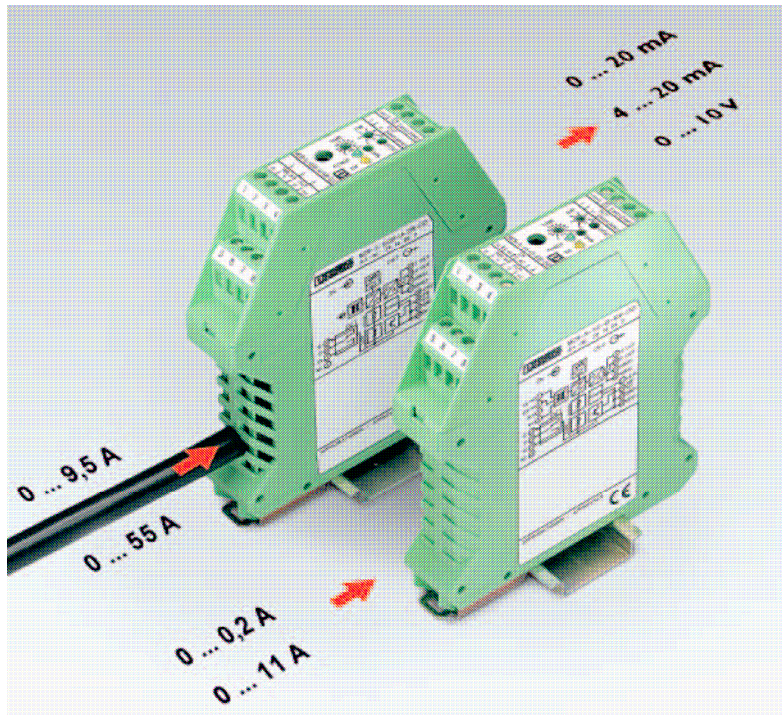
- Liityntäkaapelit 4 kpl / laite. Kytkentärasiolle X2, X3 ja X8.
- Kaapelityyppi XAFLEX-JZ tai ÖLFLEX.
- Pituudet (PORT) 10m ja (STBD) 15m
- Liittimet pulpettiin 3 kpl / laite 2 x bulkhead + female insert, 16E (X2 ja liukukytkin) 1 x bulkhead + female insert, 24E (X3)
- Liittimet kaapeleihin / laite 2 x hood + male insert, side entry, 16E (X2 ja liukukytkin) 1 x hood + male insert, side entry, 24E (X3)

6.7 Mittausmenetelmät

Kaikki mitattavat kohteet tuodaan logiikalle jossa ne tarpeen mukaan skaalataan. Mittaustulokset siirretään logiikalta sarjaliitintää pitkin tietokoneelle, jolla ne esitetään näytöllä reaaliaikaisina mittaustuloksina. Mittaustuloksia keräävänä ohjelmana käytetään jo aiemmin kyseiseen tarkoitukseen suunniteltua ohjelmaa.

6.7.1 Kääntöventtiilien ohjausvirran mittaus

Laitteen kääntymistä säätäviä proportionaaliventtiileitä ohjataan PWM moduloidulla virralla, koska silloin venttiilin kara on koko ajan pienessä liikkeessä eikä liikkeellelähtökätkä aiheuta tällöin ongelmia. Jotta tällaisen virran mittaustulos olisi luotettava, täytyy virta mitata true RMS mittalaitteella. Mittalaitteeksi valittiin Phoenix contactin true RMS virtamuunnin, joka muuttaa mittarin läpi vietävän venttiilien ohjausvirran mA-viestiksi (kuva 7). Phoenix contactin virtamuunnin toimii myös galvaanisena erottimena suojaten logiikkaa virhekytkennöiltä. Viesti luetaan logiikan analogia tulolla ja skaalataan vastaamaan oikeaa ohjausvirran arvoa.



Kuva 8. Virranmittaus yksikkö/5/.

6.7.2 Liukukytkimen ohjausventiilin jännitteenmittaus

Liukukytkimen ohjausjännite on myös PWM moduloitua, joten phoenix contactin true RMS jännitevirtamuuntimella muunnetaan venttiilille Y363 menevä jännite mA-viestiksi. Viesti luetaan logiikan analogiatulolla ja skaalataan vastaamaan oikeaa jännitteen arvoa.

6.7.3 Pulssianturien taajuuden mittaus

Logiikan I/O-yksiköissä on valmiiksi sisääntulot pulssianturien taajuuden lukua varten, joten pulssianturien taajuudet luetaan suoraan niille tarkoitetuilla kanavilla.

6.7.4 Kytkinpaineen mittaus

Potkuraitteen hydraulikkalohkoon asennetaan koeajon ajaksi painelähetin kytkimen painelinjaan MP300, joka antaa painetta vastaavan mA-viestin 4-20mA. Viesti luetaan logiikan analogia tulolla ja skaalata oikeaan arvoon.

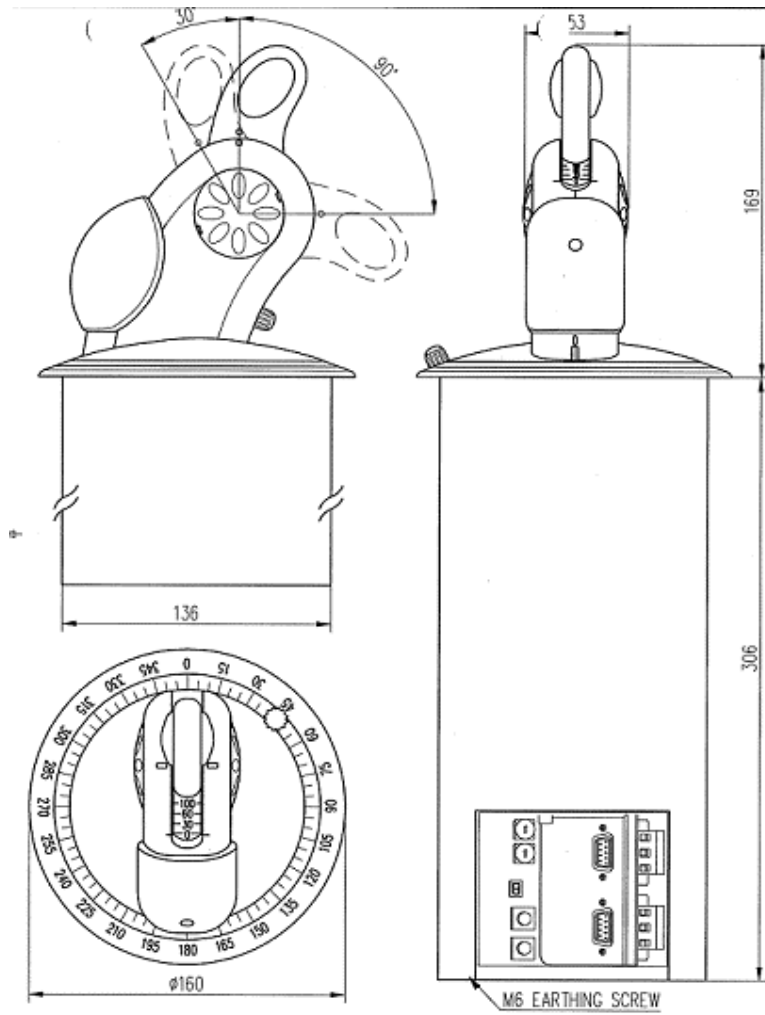
6.7.5 Sin-Cos potentiometriä mittaus

Potentiometrit kytketään logiikan referenssi jännitelähtöön, josta saadaan potentiometrille +5V:n jännite Potentiometriltä saadaan jännitteenjako menetelmällä kaksi eri jänniteviestiä nolasta viiteen volttiin 90:n asteen vaihesiirrolla toisistaan. Nämä jänniteviestit viedään logiikan analogiatuloille, skaalataan ja tuodaan näytölle siten, että $0V \rightarrow 5V$ vastaa $0^\circ \rightarrow 360^\circ$

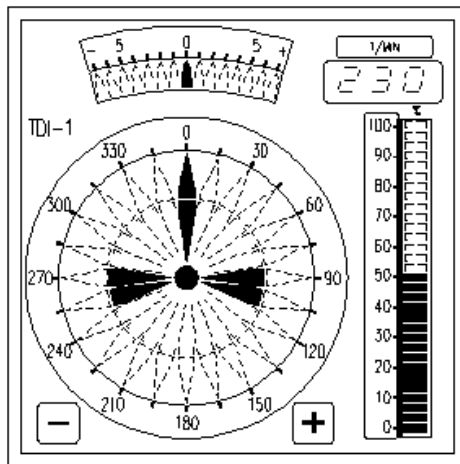
7 OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Ohjausjärjestelmä on CAN-open protokollaa käyttävä väyläpohjainen ohjausjärjestelmä. Järjestelmä koostuu keskusyksiköstä (Marine controller CNN 02), jonka käyttöjärjestelmänä toimii linux, sekä I/O yksiköistä (Canman SLIO 02).

Järjestelmää operoidaan Aquapilot ohjauskahvalla (kuva 8), joka kytketään keskusyksikköön sarjaliitännällä. Ohjauskahvalla ohjataan potkurilaitteen alapään asentoa, laitteen kierroksia, on/off kytkintä, liukukytkintä, sekä lapakulmia. Järjestelmä indikoi (TDI) näytöllä käyttäjälle laitteen alapään asennon, potkurin kierrokset, käytössäolevan tehon prosentteina (kuva 9).



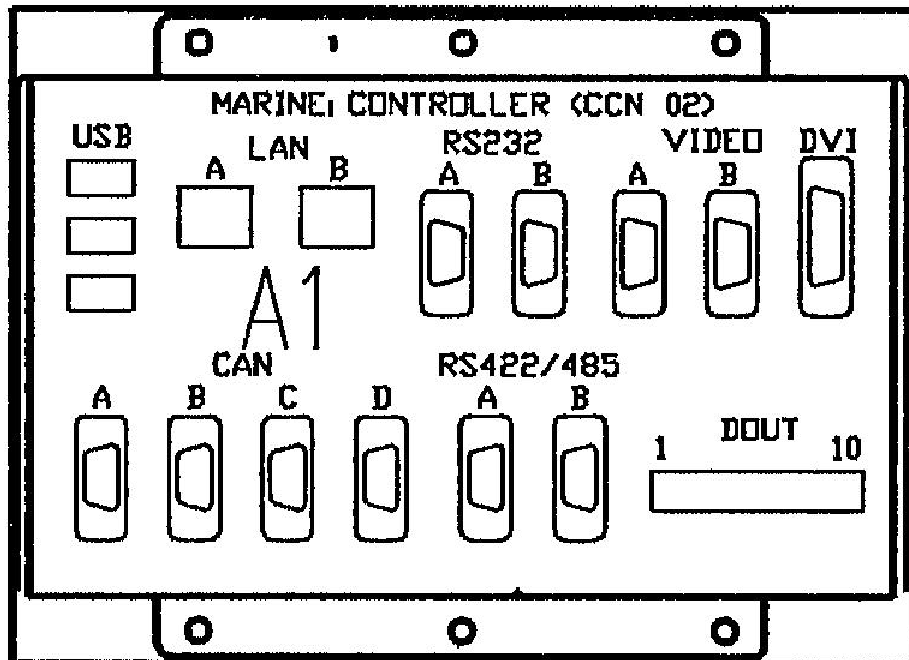
Kuva 9. Aquapilot ohjaukaha/3/.



Kuva 10. TDI-näyttö/3/.

7.1 Keskusyksikkö

Marine controller (CNN 02) on järjestelmän ydin, jossa pyörii ohjausjärjestelmän logiikkaohjelma (kuva 10).

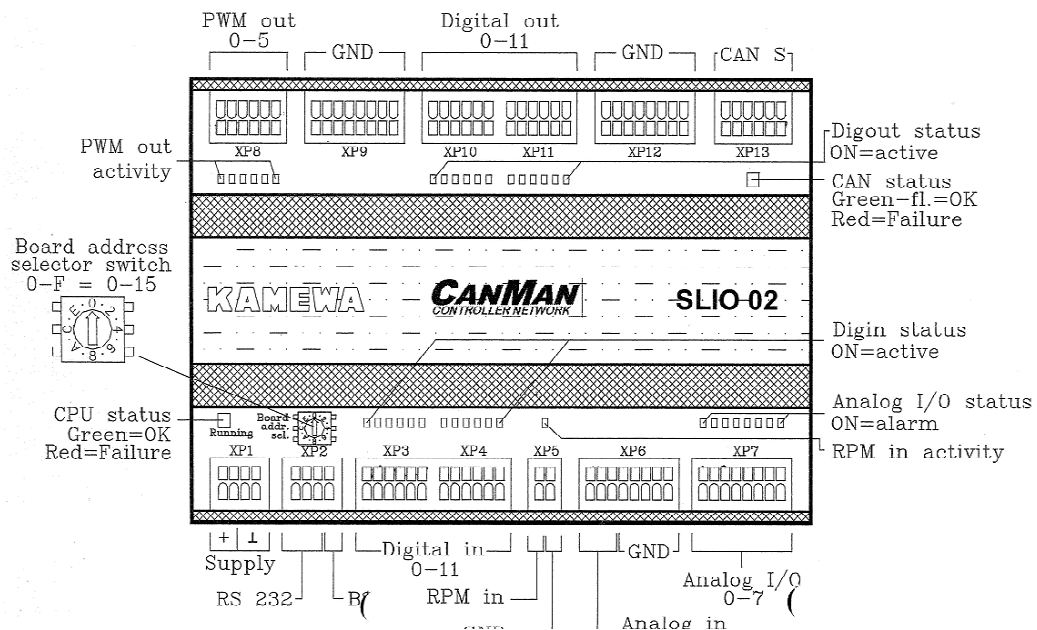


Kuva 11. Ohjausjärjestelmän keskusyksikkö/3/.

7.2 I/O yksiköt

I/O yksiköt koostuvat 13:sta eri liitännöistä (kuva 11).

- XP1 syöttö
- XP2 rs 232 liityntä
- XP3, XP4 digitaaliset sisääntulot
- XP5 taajuuden sisääntulo
- XP6 referenssijännite ja maadoitus
- XP7 analogia sisääntulot
- XP8 PWM moduloidut jännitelähdöt
- XP9 maadoitus
- XP10 , XP11 digitaaliset lähdöt
- XP12 maadoitus
- XP13 CAN-liityntä



Kuva 12. Ohjausjärjestelmän I/O yksikkö/3/.

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia koeajopulpetin kehitysmahdollisuuksia. Ongelmiksi muodostuivat vanhojen erillisten mittalaitteiden integrointi koeajopulpettiin, käytettävät mittausmenetelmät, mittaustulosten indikointi sekä ohjausjärjestelmän integrointi koeajopulpettiin.

Parhaaksi mittausmenetelmäksi todettiin virtojen ja jännitteiden mittaus erillisillä true RMS mittalaitteilla, jotka muuntavat mittattavat suureet mA viestiksi. Kyseiset mA viestit viedään logiikalle, jossa ne voidaan skaalata vastaamaan mitattavaa suurta.

Mittaustulosten indikointiin valittiin PC ja näyttölaite jolla mittaustulokset saadaan esitettyä käyttäjälle reaaliaikaisina. PC on myös helposti laajennettavissa tulevaisuuden tarpeisiin.

Ohjausjärjestelmä räätälöitiin pulpetin tarpeiden mukaan ja piirrettiin selkeät suunnitelmat, joilla koeajopulpetti voidaan myöhemmin teettää. Ongelmallisinta ohjausjärjestelmän suunnittelussa oli hahmottaa kaikkien potkurilaitetyyppien eri ominaisuudet, jotka määrittävät tarvittavan ohjausjärjestelmän ominaisuudet.

LÄHDELUETTELO

1. Tammiaho, Erkki: "Ruoripotkurilaitteiden liiketoiminta Suomessa". Tekesin katsaus 258/2009. <<http://www.tekes.fi>>. 2009.
2. Rolls-Royce internet <<http://www.rolls-royce.com>> 2010.
3. Rolls-Royce intranet
4. Farnellin tuotetiedot <<http://www.farnell.com>> 2010.
5. Phoenix tuotetiedot <<http://select.phoenixcontact.com>> 2010.

Koeajopöytäkirja

Steering test

Steering with a belt driven hydr.pump

Azimuth transmitters of AQM1

Row	Azimuth direction	Indication of TDI transmitter B4	Indication of control transmitter B3
01	0	0	00
02	90	90	90
03	180	180	180
04	270	270	270

Azimuth transmitters of AQM2

Row	Azimuth direction	Indication of TDI transmitter B4	Indication of control transmitter B3
01	0	0	0
02	90	90	90
03	180	180	180
04	270	270	270

Turning speed test of AQM1

Nominal turning speed=8,5s / 180°

Row	PM's rpm [1/min]	Turning time C.W. / 360° [sec]	C.W. turning Valve current [mA]	Turning time C.C.W. / 360° [sec]	C.C.W. turning Valve current [mA]
01	Idle=450	16.6	380	16.6	380
02	Full=825	16.6	280	16.5	290

Turning speed test of AQM2

Row	PM's rpm [1/min]	Turning time C.W. / 360° [sec]	C.W. turning Valve current [mA]	Turning time C.C.W. / 360° [sec]	C.C.W. turning Valve current [mA]
01	Idle=450	16.6	380	16.6	380
02	Full=825	16.3	280	16.3	280

Speed transmitters

PM`s nominal 825 1/min; idle 450 1/min; Gear ratio 1:2,6

Input speed & output speed

RPM of PM	825	RPM	
Gear ratio	2,690		
RPM of prop.	307	RPM	
puls / rev.	12	kpl	
RPM	S5,S6,S7 =	54	0,5,4
%	S1,S2 =	31	3,1

Aquamaster AQM1

Row	Ref. Speed [1/min]	Output speed B2 TDF`s rpm display [1/min]		Input speed N1 B1 [1/min]	Output speed N2 B11 [1/min]
		Calculated value	TDF`s indication		
01	Idle=450	167	166	22	90
02	50%=637	237	236	32	127
03	100%=825	307	305	41	165

Aquamaster AQM2

Row	Ref. Speed [1/min]	Output speed B2 TDF`s rpm display [1/min]		Input speed N1 B1 [1/min]	Output speed N2 B11 [1/min]
		Calculated value	TDF`s indication		
01	Idle=450	167	166	22.6	90.5
02	50%=637	237	236	31.8	127
03	100%=825	307	305	41.4	165

RR sliding clutch

Slide control

Aquamaster AQM1

Row	Order points approx.	Set signal to VMOD [V]	N2 B11 HZ	Y362 Valve current (voltage)	Y361 Engage valve <i>1 / 0</i>	Y360 Disengage valve <i>1 / 0</i>	Y363 Cooling flow valve <i>1 / 0</i>	Y694 Brake valve <i>1 / 0</i>	Pressure indication	
									P1 [bar]	SP300 <i>1 / 0</i>
01	Disenged	0	29	2.5	0	1	1		0	0
02	add	3	28	5.9	0	1	1		0	0
03	Slip start	3.5	28	6.4	0	1	1		0	0
04	Slip half	4	28	6.7	0	1	1		1	0
05	Slip 3/4	4.5	27	7.2	0	1	1		2	0
06	Fully engaged	5	44	7.7	0	1	1		3.3	0
07	add	8	73.5	12	0	1	1		19.5	1
08	Full signal	10	73.5	14	0	1	1		23	1

Aquamaster AQM2

Row	Order points approx.	Set signal to VMOD [V]	N2 B11 HZ	Y362 Valve current (voltage)	Y361 Engage valve <i>1 / 0</i>	Y360 Disengage valve <i>1 / 0</i>	Y363 Cooling flow valve <i>1 / 0</i>	Y694 Brake valve <i>1 / 0</i>	Pressure indication	
									P1 [bar]	SP300 <i>1 / 0</i>
01	Disenged	0	40	2.3	0	1	1		0	0
02	add	3	40	5.2	0	1	1		0	0
03	Slip start	3.5	40	5.5	0	1	1		0	0
04	Slip half	4	40	6.0	0	1	1		0	0
05	Slip 3/4	4.5	40	6.7	0	1	1		0	0
06	Fully engaged	5	40	7.0	0	1	1		2	0
07	add	8	90	11.2	0	1	1		16	1
08	Full signal	10	90	13.6	0	1	1		23	1

CP control

Limit switches

Aquamaster AQM1

Row	+Max setting limit value	-Max setting limit value
01	26.2	-13.3

Aquamaster AQM2

Row	+Max setting limit value	-Max setting limit value
01	26.2	-13.5

Aquamaster AQM1

Row	Pitch order [%]	Pitch actual position	Transmitter R63 for control system [Ω]	Pitch transmitter B5 for TDI	
				Numeric indication	
				Calc.	TDI
01	+0		2627	0	0
02	+33		3116	8.58	8.5
03	+50		3362	13	13
04	+100		4043	26	26
05	0		2632	0	0
06	-33		2381	-4.29	-4.3
07	-50		2258	-6.5	-6.5
08	-100		1890	-13	-13

Aquamaster AQM2

Row	Pitch order [%]	Pitch actual position	Transmitter R63 for control system [Ω]	Pitch transmitter B5 for TDI	
				Numeric indication	
				Calc.	TDI
01	+0		2634	0	0
02	+33		3159	8.58	8.4
03	+50		3424	13	13
04	+100		4210	26	26
05	0		2610	0	0
06	-33		2365	-4.29	-4.3
07	-50		2221	-6.5	-6.5
08	-100		1850	-13	-13

Pitch setting speed

Speed setting

Aquamaster AQM1

Nominal pitch setting speed=7s

Row	Pitch order	Pitch setting speed	Pre setted Valve current [mA]
01	+max...-max	13.7s	450

Aquamaster AQM2

Row	Pitch order	Pitch setting speed	Pre setted Valve current [mA]
01	+max...-max	13.3	450

Thruster`s alarm points

Alarm transmitters

Transmitters of AQM1

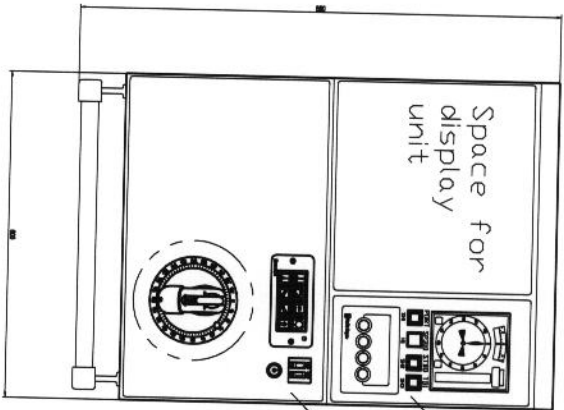
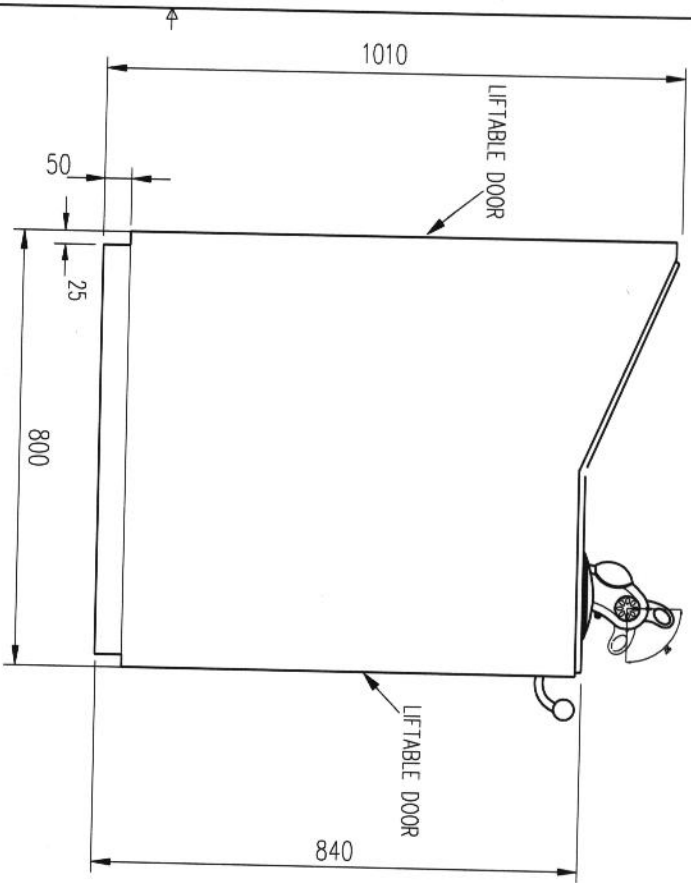
Row	List of alarm points	Tested	Sealed
01	7356887---006	OK	

Transmitters of AQM2

Row	List of alarm points	Tested	Sealed
01	7356887---006	OK	

Ohjauspulpetin piirustukset.

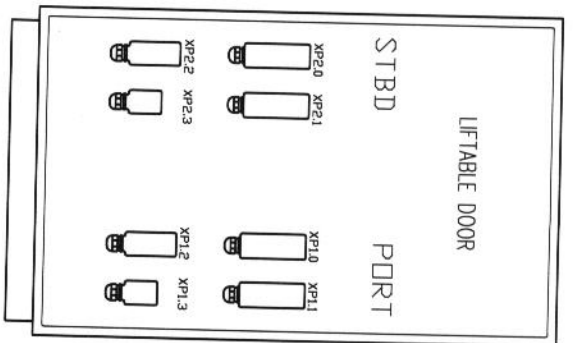
Filename: opinnäytetyö viimeisin versio.doc
Directory: C:\Documents and Settings\auto.P18191\Desktop
Template: C:\Users\hvarpe\AppData\Local\Temp\12170_Opinnayt
etyon_asettelumalli_2008.dot
Title: Opinnäytetyön asettelumalli
Subject:
Author: hvarpe
Keywords:
Comments:
Creation Date: 5.5.2010 10:52
Change Number: 4
Last Saved On: 5.5.2010 10:55
Last Saved By: auto
Total Editing Time: 29 Minutes
Last Printed On: 5.5.2010 11:51
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 35
Number of Words: 4 317 (approx.)
Number of Characters: 24 612 (approx.)



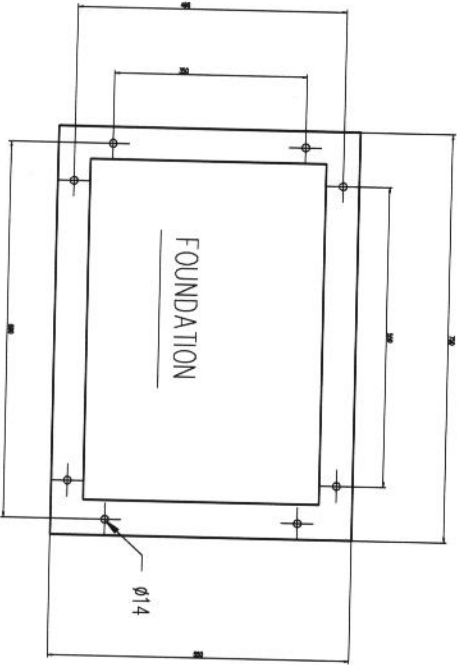
top view

unit selection, booster pressure indication, TDI quick power off

unit type selection, turning speed fine turning



back view



FRAME COLOR: BLUE RAL 5012
 PANEL PLATES: BLACK MAT Teknos 102
 PROTECTION IP 22

Lang U

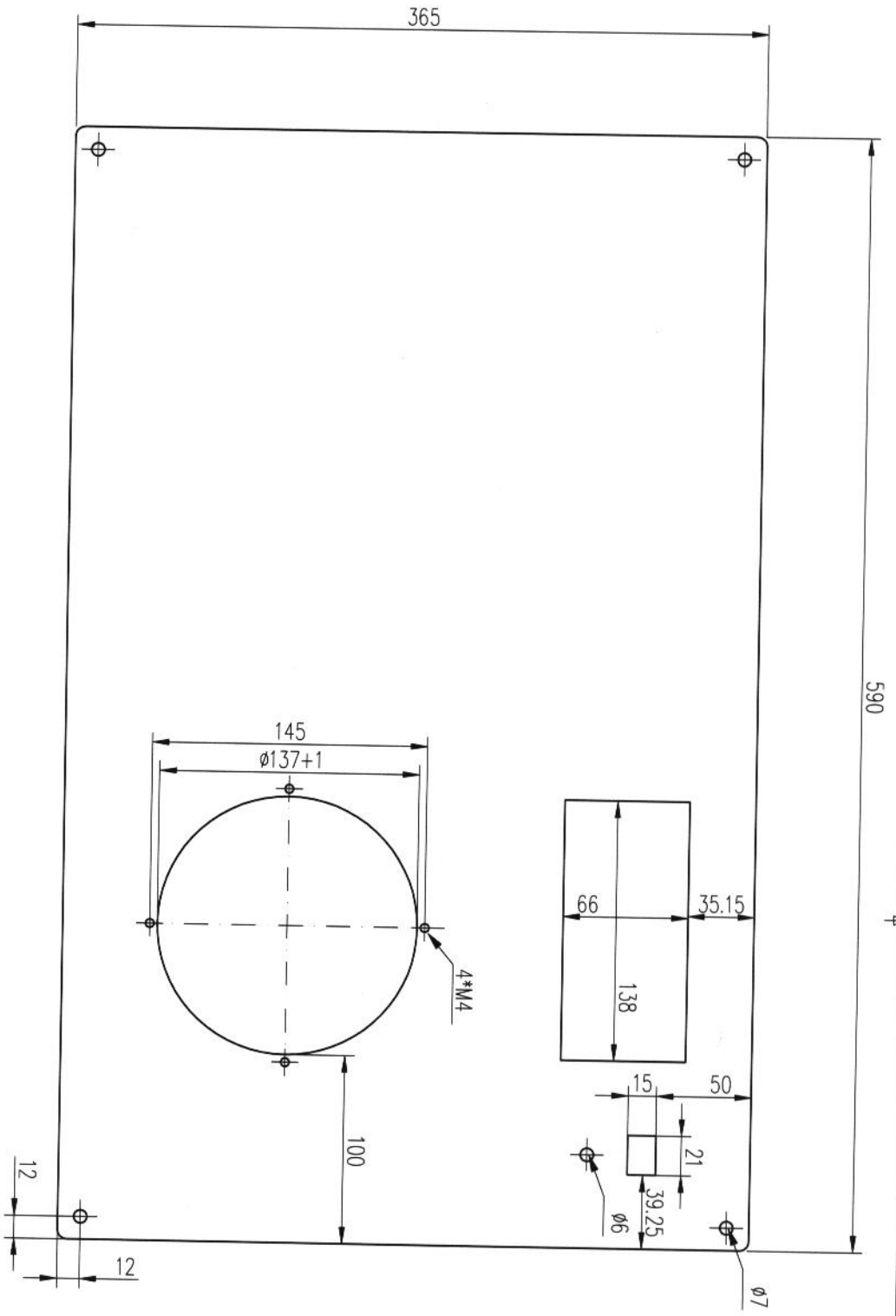


AQUAPLLOT CONTROL SYSTEM
 Thruster simulation console
 d800

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Dimension drawing

Item	25.1.2010	JASJ	Group	Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages
Weight		Scale	1:10	7360828	-A-000	01	/02		



MATERIAL: STEEL PLATE 3mm
 SFS 4466 CR2-11
 PAINTING: BLACK
 TEKNOS 102

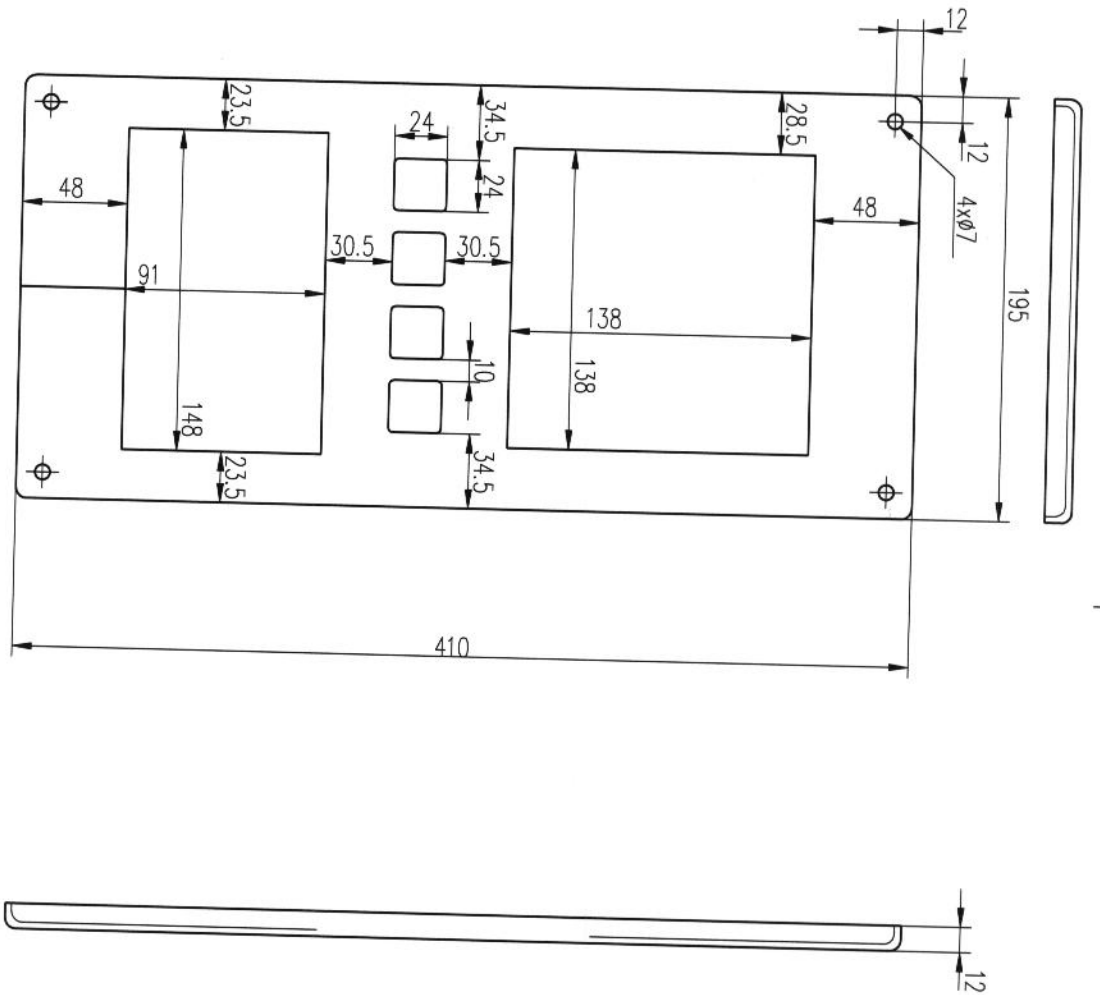


THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR AS
 IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS
 WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR AS

thrustor simulation console
 Drop-in panel 3
 for control console ACC-K1
 Dimension drawing

AZTI&AZI2

Weight kg	Scale	Drawn	Group	Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages	Lang
	1:2.5	JASJ	7360866					01	01	U



MATERIAL: STEEL PLATE 3mm
 SFS 4466 CR2-11
 PAINTING: BLACK
 TEKNOS 102

Rolls-Royce

THRUSTER SIMULATION CONSOLE
 Drop-in panel 2
 for control console
 Dimension drawing

AZ11&AZ12

Long



THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. ALL RIGHTS ARE RESERVED. NO PART OF THIS DRAWING IS TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIAL PERMISSION BY ROLLS-ROYCE LTD.

Drawn: 9.3.2010 JAS/

Weight: kg Scale: 1:25

Group: Size: Serial number: 7360865 - A-000

Approved: SSI
 Checked: SKM

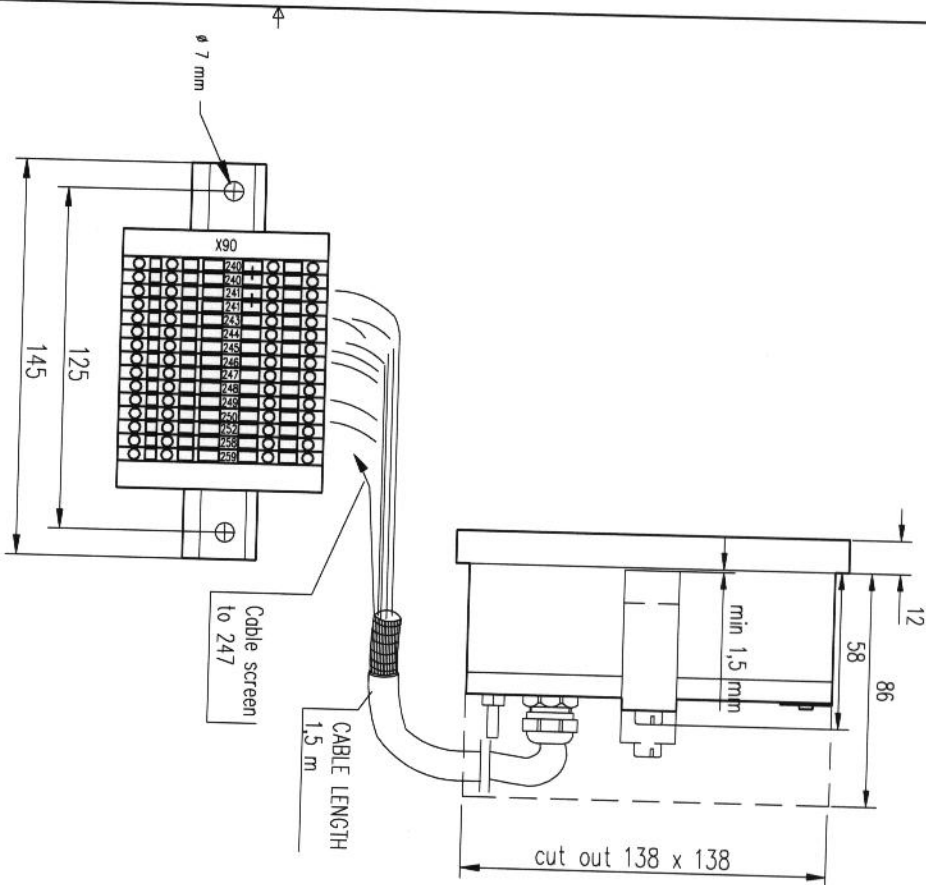
Serial number: 01

Page: 01

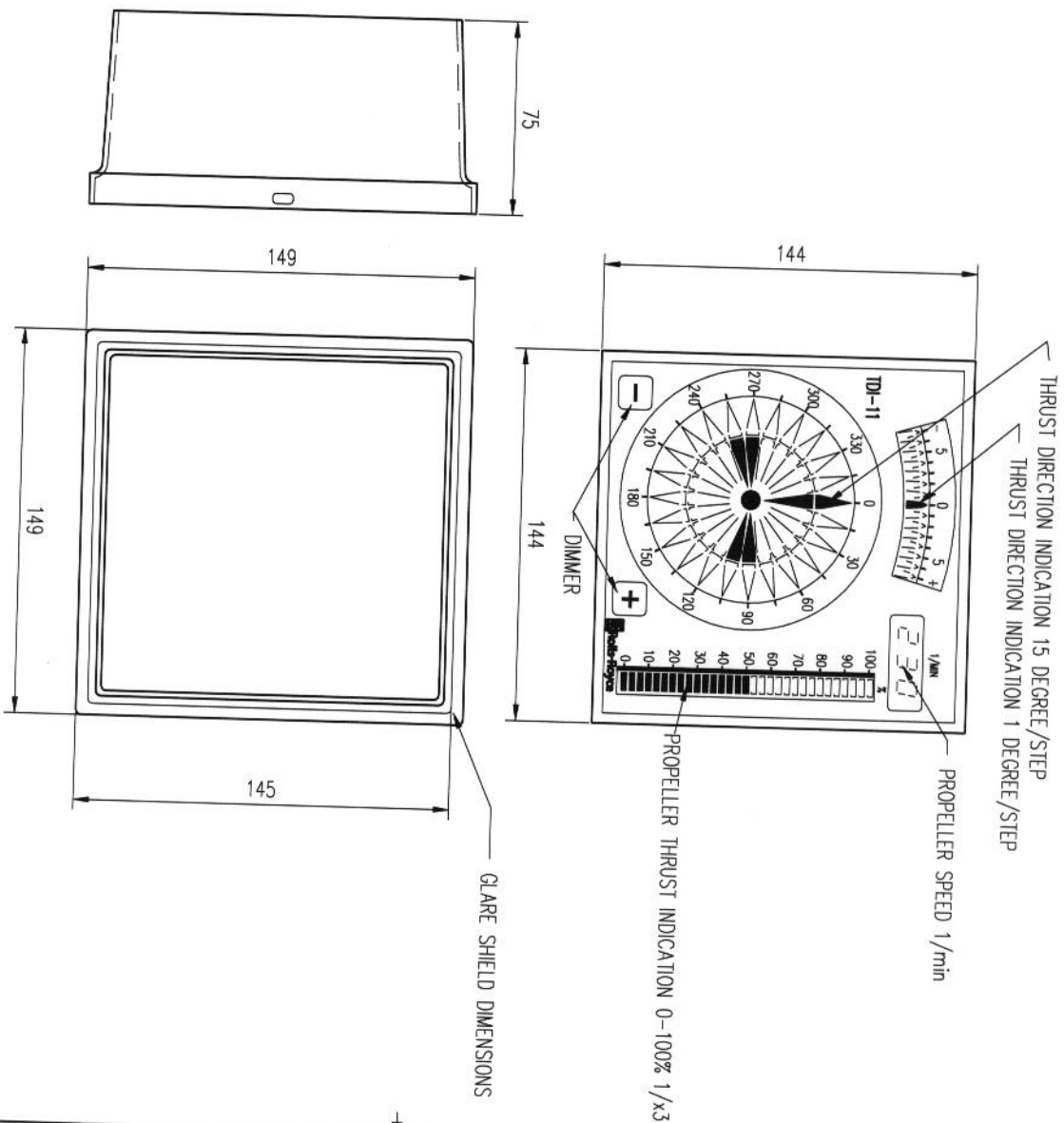
Variant: /01

Page: 01

Total pages: 01



240	SUPPLY +24 VDC	(PINK)
241	SUPPLY INPUT 0 VDC	(BLACK)
243	+DATA DIRECTION	(BROWN)
244	-DATA DIRECTION	(WHITE)
245	DIMMER INPUT +	(RED)
246	DIMMER INPUT -	(BLUE)
247	CABLE SHIELD	
248	Not used	(GREEN)
249	Not used	(YELLOW)
250	RPM PULSE INPUT +	(VIOLET)
252	RPM PULSE INPUT -	(GREY)
258	RPM direction input +	(GREY-PINK)
259	RPM direction input -	(RED-BLUE)



PROTECTION IP44 FROM THE FRONT OF THE PANEL
COLOUR BLACK

Long U



AQUAPLLOT CONTROL SYSTEM
Thrust and Direction Indicator
ID1-11

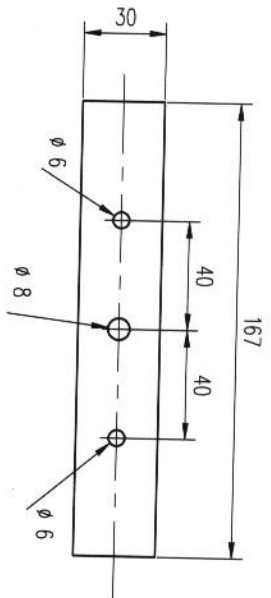
Dimension drawing

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROSS-CORP. OF AL.
IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS
WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROSS-CORP. OF AL.

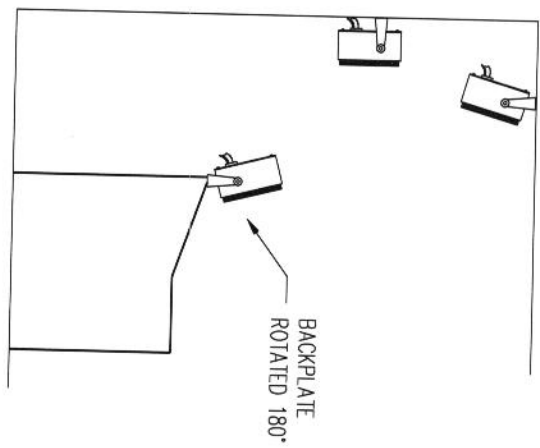
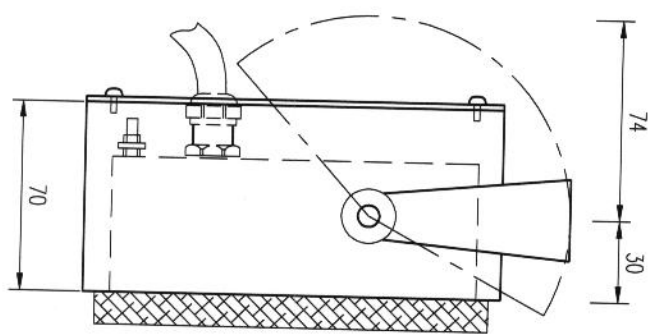
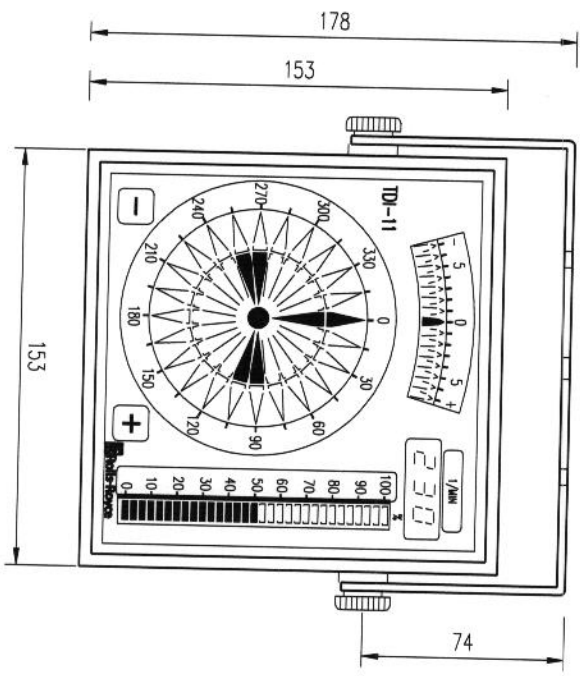
Drawn: 31.8.2000
Scale: 1:2

Weight	1.6	Scale	1:2	Group	Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages
						7352233	-A-005	01	102	

Rev	Date	Drawn	Approved	Checked	Revision text
A	03/02/04	HAVA	JAJA	SAKU	Updated to EMC compatibility



MOUNTING BRACKET



INSTALLATION EXAMPLES

Long



AQUAPLOT CONTROL SYSTEM
Thrust and Direction Indicator
IDI-11

FP

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR AS
IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS
WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR AS

Approved
SS
Checked
ERNI

Serial number
Dimension drawing

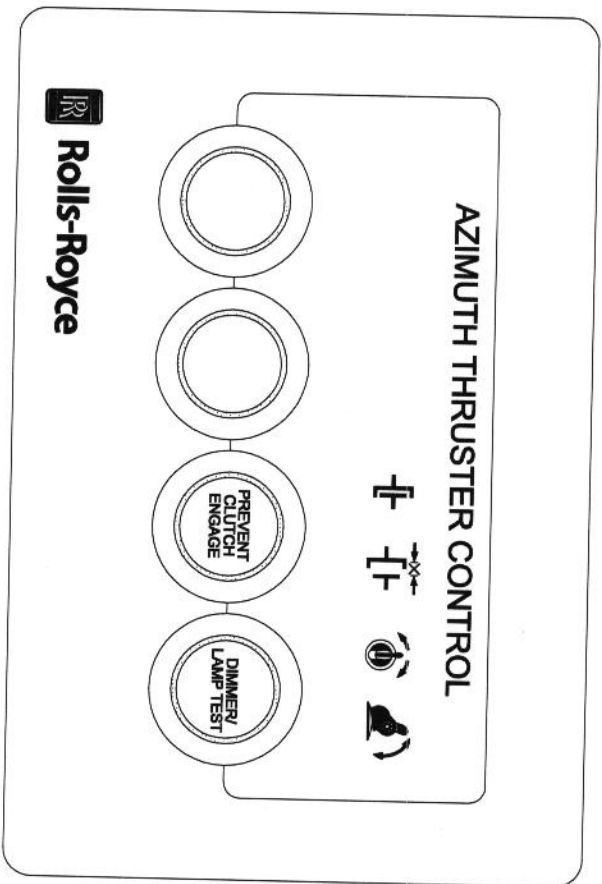
Page

Total pages

Drawn 31.8.2000 JAA/JAA
Scale 1:2
Weight 1.6 kg

7352233 - A-005 02/02 U

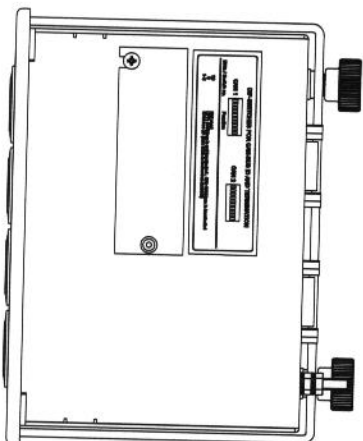
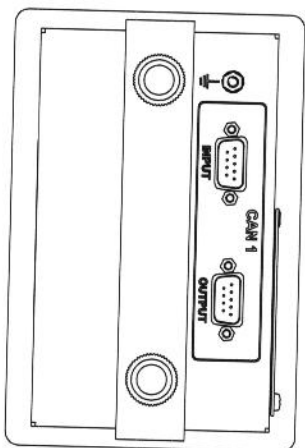
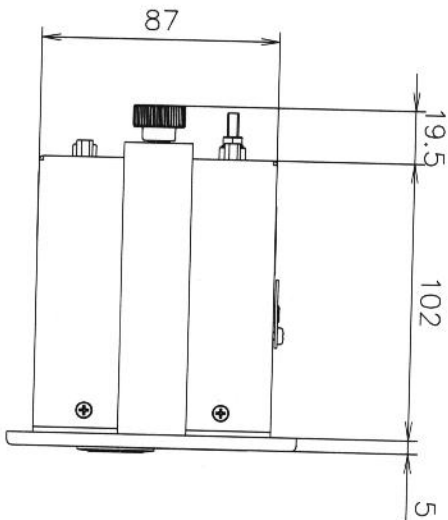
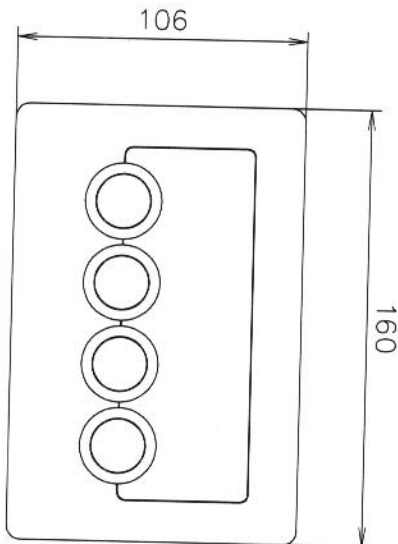
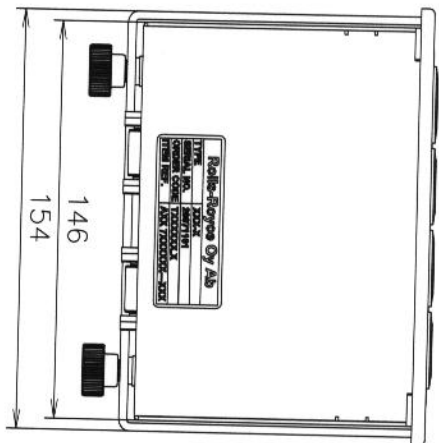
FUNCTIONS OF THE PANEL ACP-04S17-001



Product code: ACP-04S17-001

Lang U		Lang U	
<p>THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR ONE OF ITS SUBSIDIARIES. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR ONE OF ITS SUBSIDIARIES.</p>			
Item	26.3.2009	JAP A	
Weight kg		Scale	1:1
Approved	Checked	Group Size	Serial number
TYPE	APHA		
AQUAPILOT CONTROL SYSTEM		Rev	Variant
Azimuth Thruster panel node			
ACP-04S17-001, Azimuth thruster control panel		Page	Total pages
Dimension drawing		01	102
			K
PLOT DATE: 09.04.2009 E			

Min. depth for assembly of the panel is 200 mm.
 Dimensions of the hole for Panel are 148 x 91 mm.



Long
U



Rolls-Royce

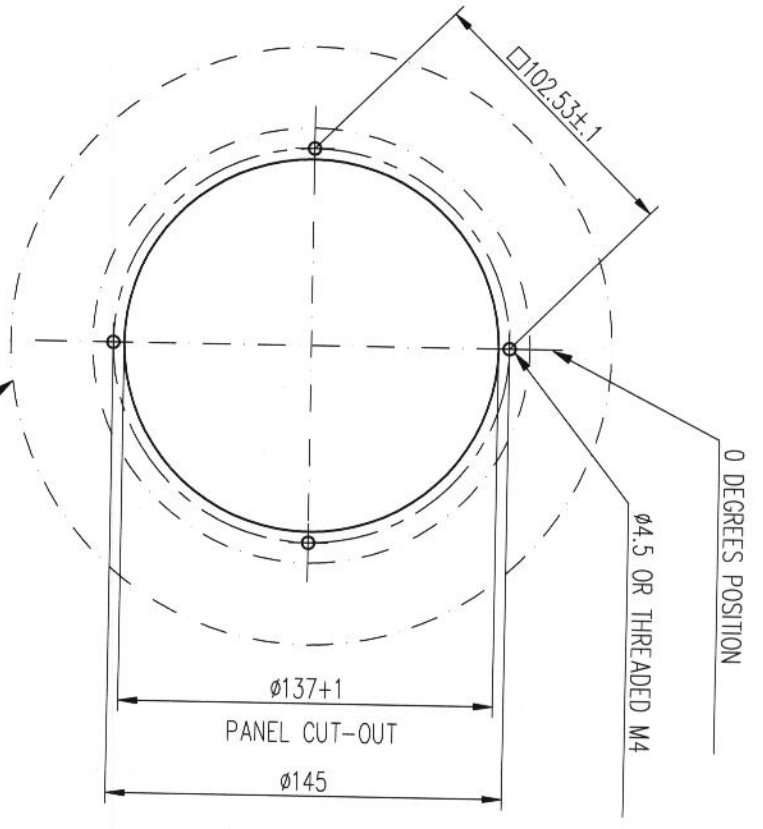
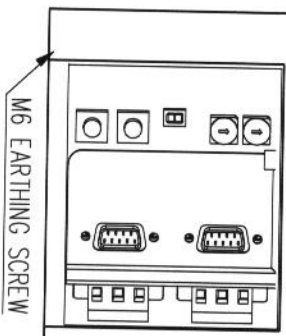
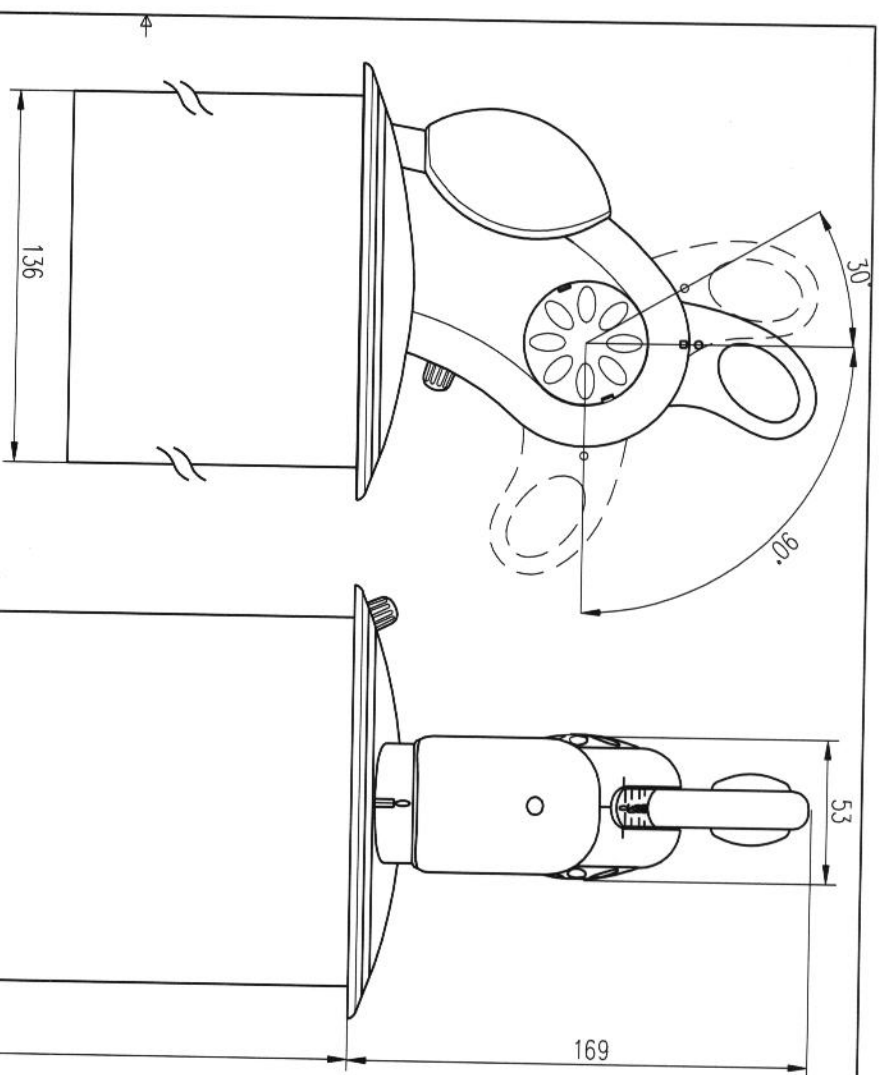
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR AS IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SIMILAR IN ANY MANNER WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR AS

Drawn: 26.3.2009 Scale: 1:2

AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
 Azimuth Thruster panel node

ACP-04517-001, Azimuth thruster control panel
 Dimension drawing

Group	Size	Serial number	Rev	Version	Page	Total pages	Lang
		7359888	-A-017		02	102	U



PANEL HOLE PATTERN

0 DEGREES POSITION
 $\varnothing 4.5$ OR THREADED M4
 $\varnothing 137+1$
 PANEL CUT-OUT
 $\varnothing 145$
 $\varnothing 220$ MAX. LEVER ROTATION SPACE
 MOUNTING SCREWS 4 x M4 ARE UNDER SCALE RING
 SCALE RING IS TURNABLE IN 90 DEGREES STEPS
 IP CLASS: IP22 FOR UPPER PART
 IP20 LOWER PART

Rev	Date	Drawn	Approved	Checked	Revision text
A	071101	MAV	ILL	JAPA	NEW DRAWING

Rolls-Royce
 AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
 Aquapilot control head
 Aquapilot ND CCBN-001 (CP + SINGLE CAN)
 Dimension Drawing

Weight	kg	5.5	Scale	1:2	Serial number	7359877 -A-001	Page	01 / 01
Drawn	1.11.2007	MAV	Approved	Checked	Serial number	7359877 -A-001	Page	01 / 01

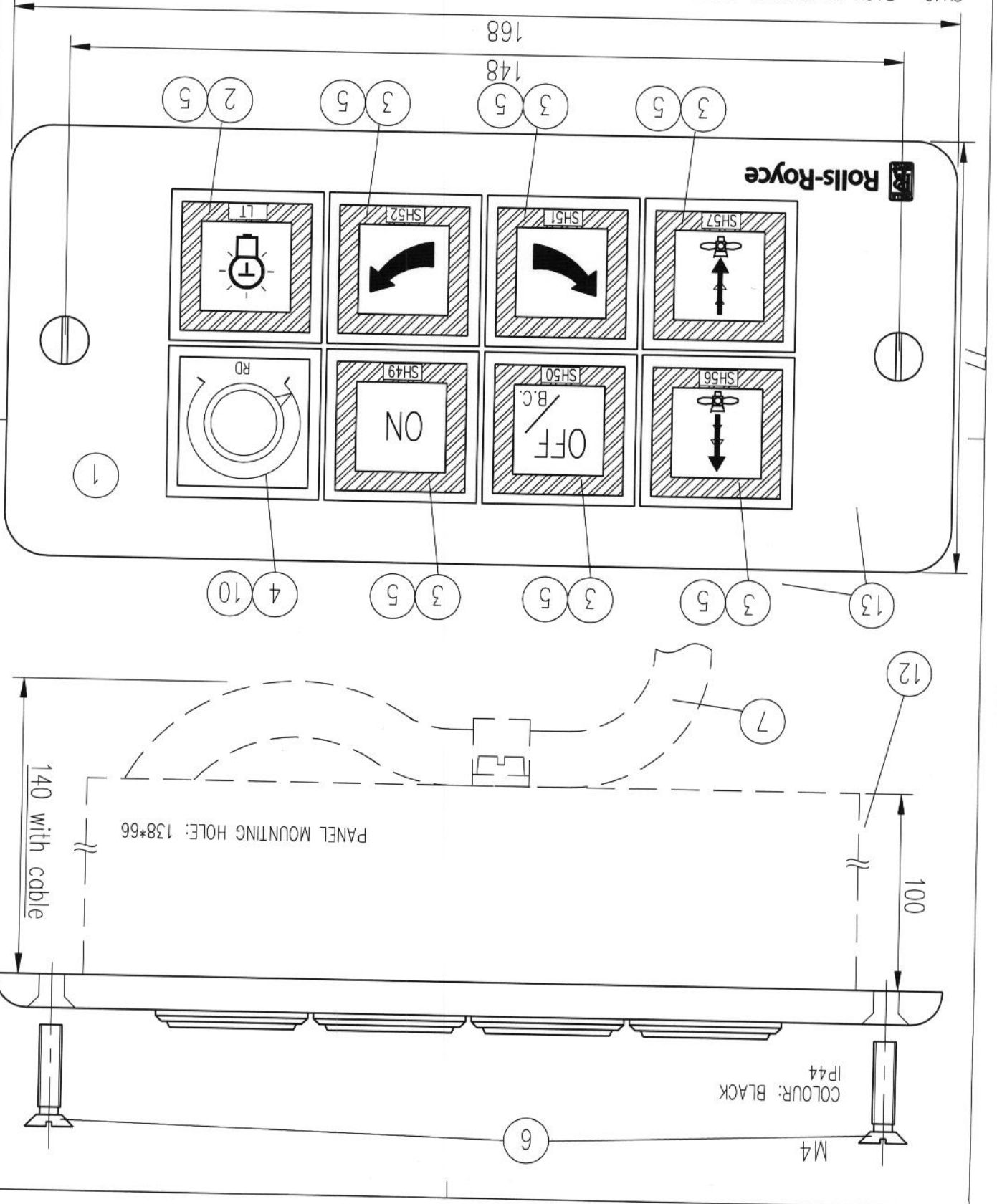
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE BY AB. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SHOWN TO ANY THIRD PARTY WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE BY AB.

Checked
KIKO

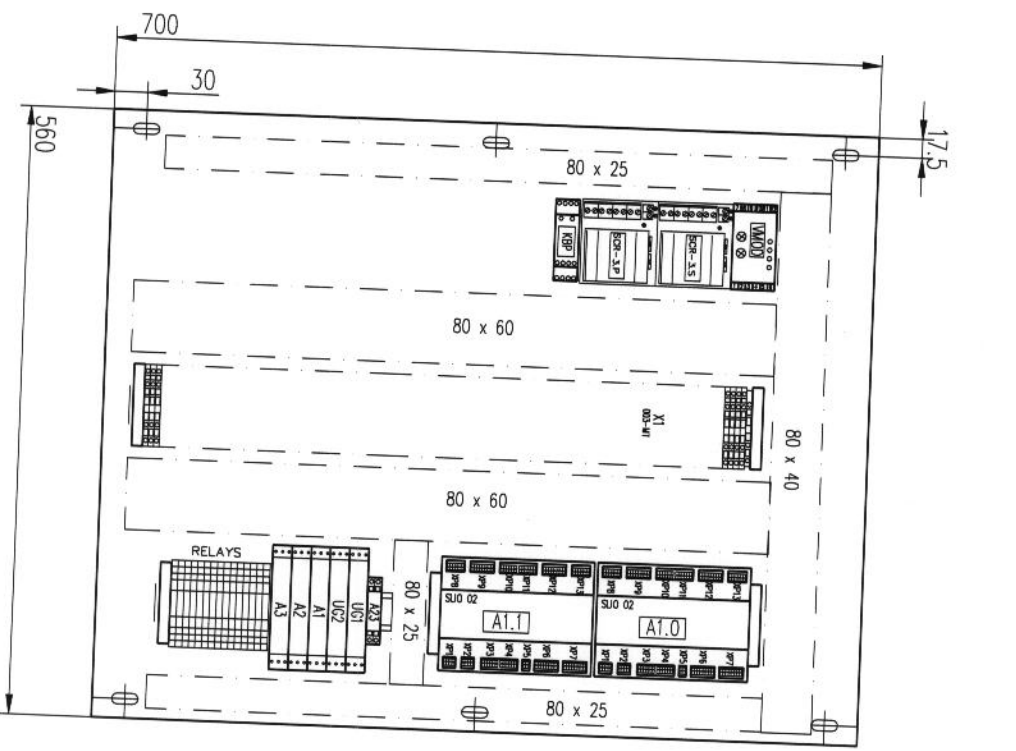
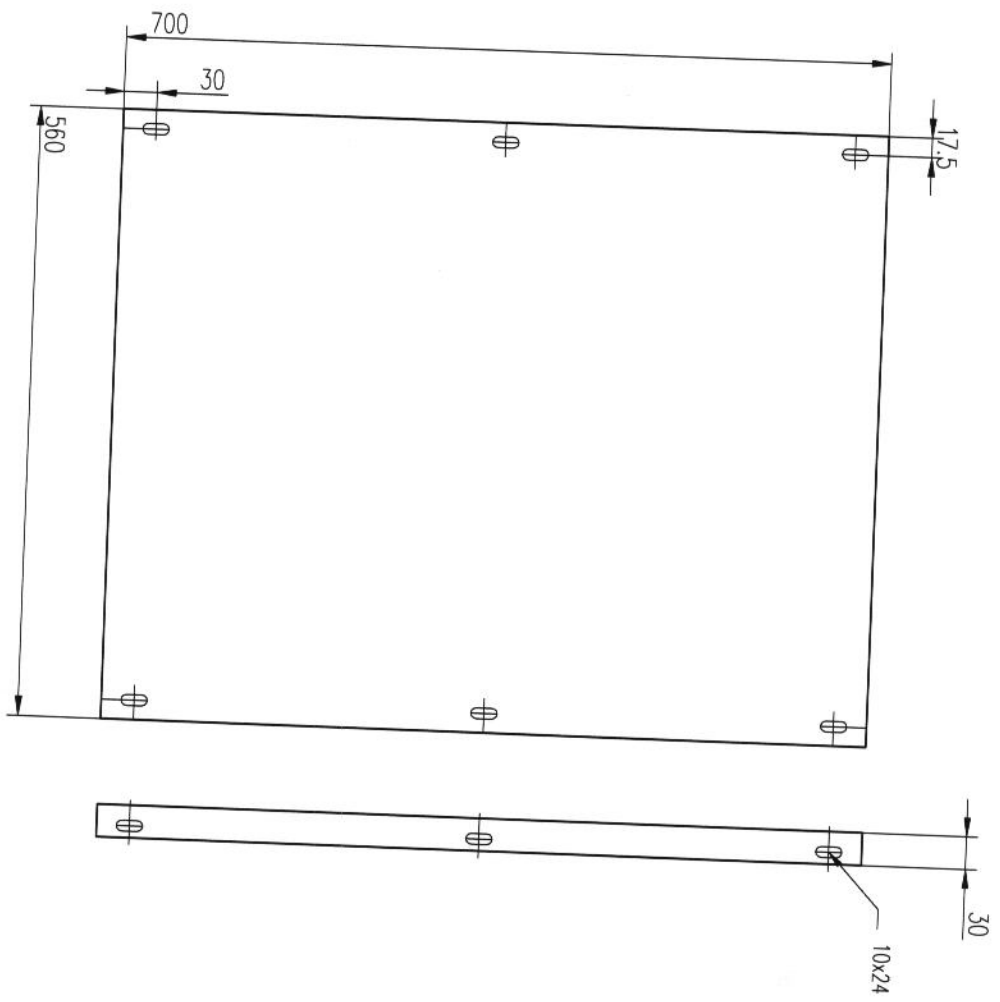
Approved
JAJA

Rolls-Royce

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
Back-up Control Panel
BCP21
Dimension drawing
K



PLTDATE: 24.09.2003 E



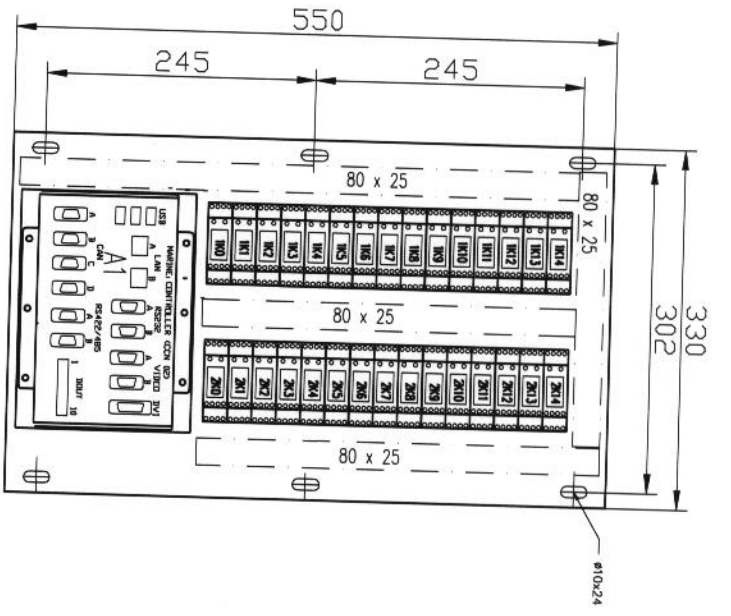
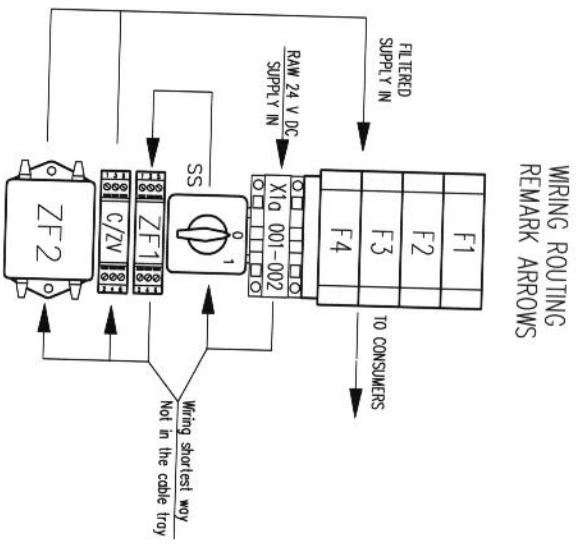
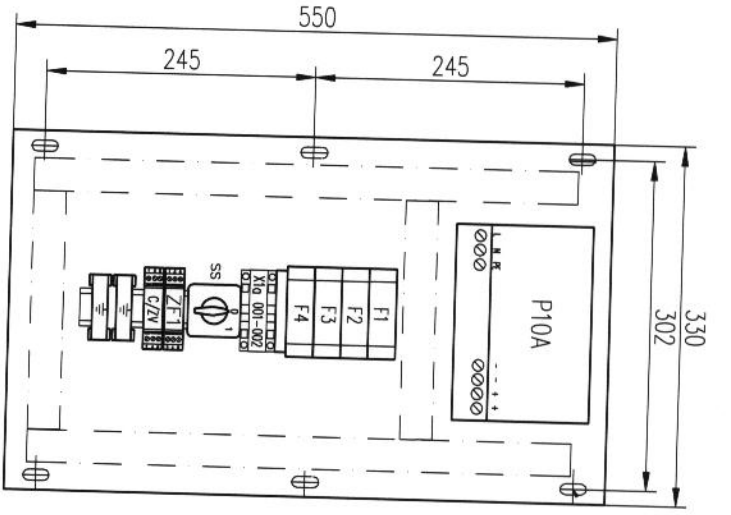
AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
 Thruster simulation console
 TSC
 Assembly drawing

AZ71&AZ72

PLOT DATE: 07.09.2009 E

Rev	Date	Drawn	Approved	Checked	Revision text
B	090902	TJPE	JAJA	SARA	Added terminis

Height	49	Scale	1:5	Project	7360855	Variant	-A-000	Page	01	Total pages	103
Drawn	11.2.2010	Scale	JAS	Checked	SARA	Serial number		Page		Total pages	



U
Lang



AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
Thrustor simulation console

AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION IN WRITING FROM ROLLS-ROYCE LTD.

Approved
Checked

TSC
Assembly drawing

Rev

Variant

Page

Total pages

Lang

K

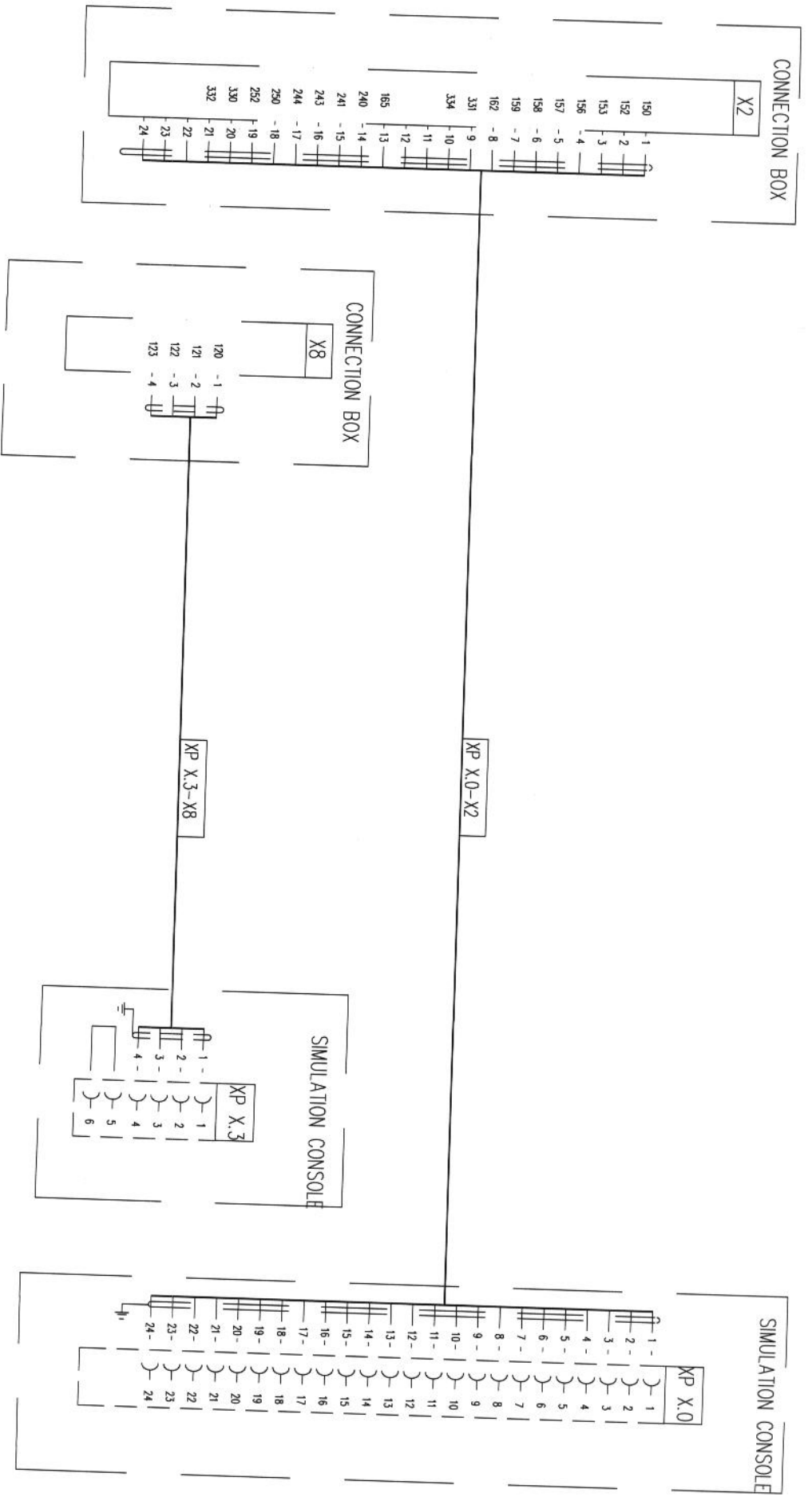
Drawn 11.2.2010
Scale 1:5

Group Size Serial number
7360855 - A-000

03

103

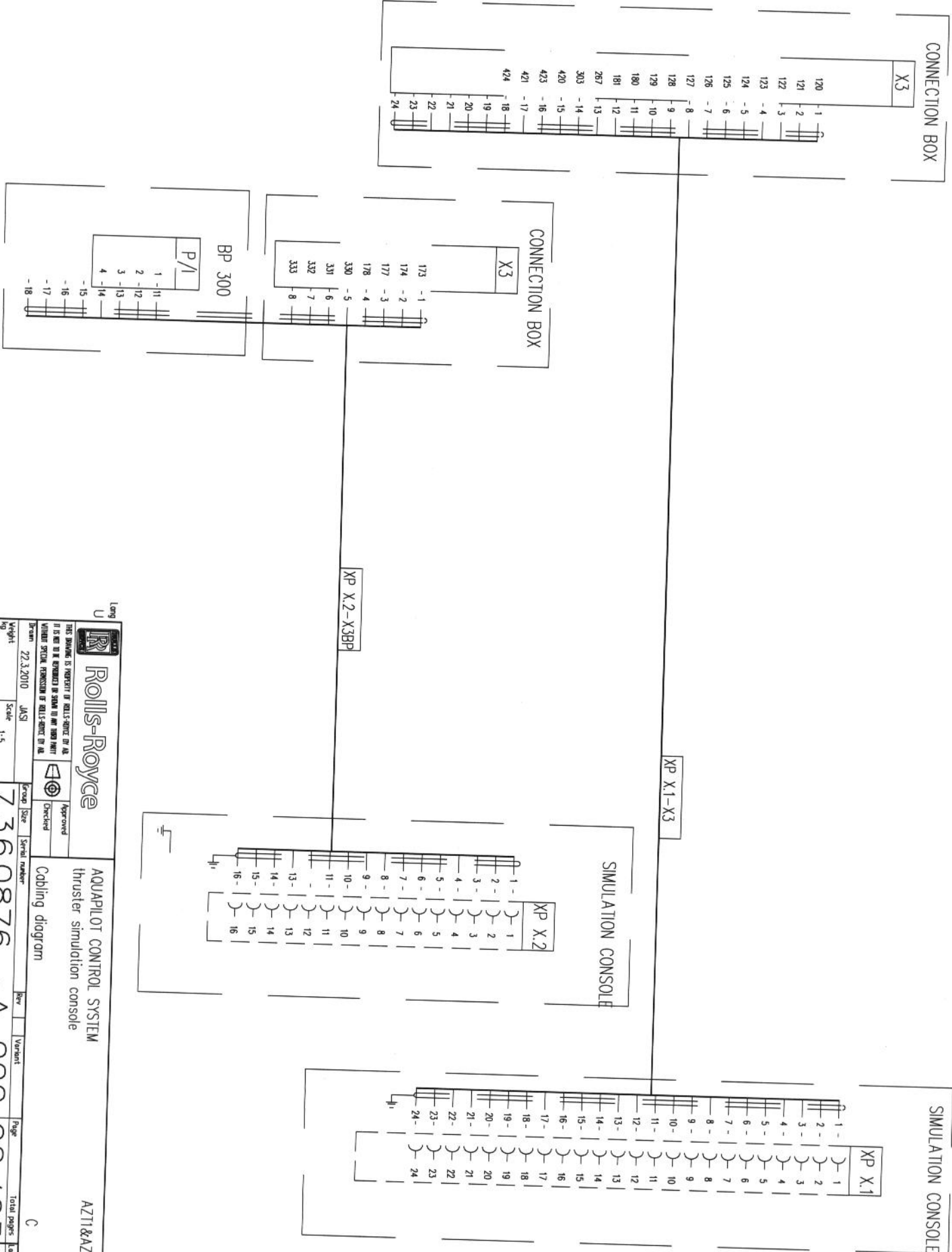
U



AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OF A.S. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SIMILAR IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OF A.S.		<input checked="" type="checkbox"/> Approved <input type="checkbox"/> Checked	
Item	22.3.2010	Scale	1:5
Weight	kg	Group	Size
Serial number		7360876 -A-000	
Page	01	Page	1/03
Total pages		Lang	

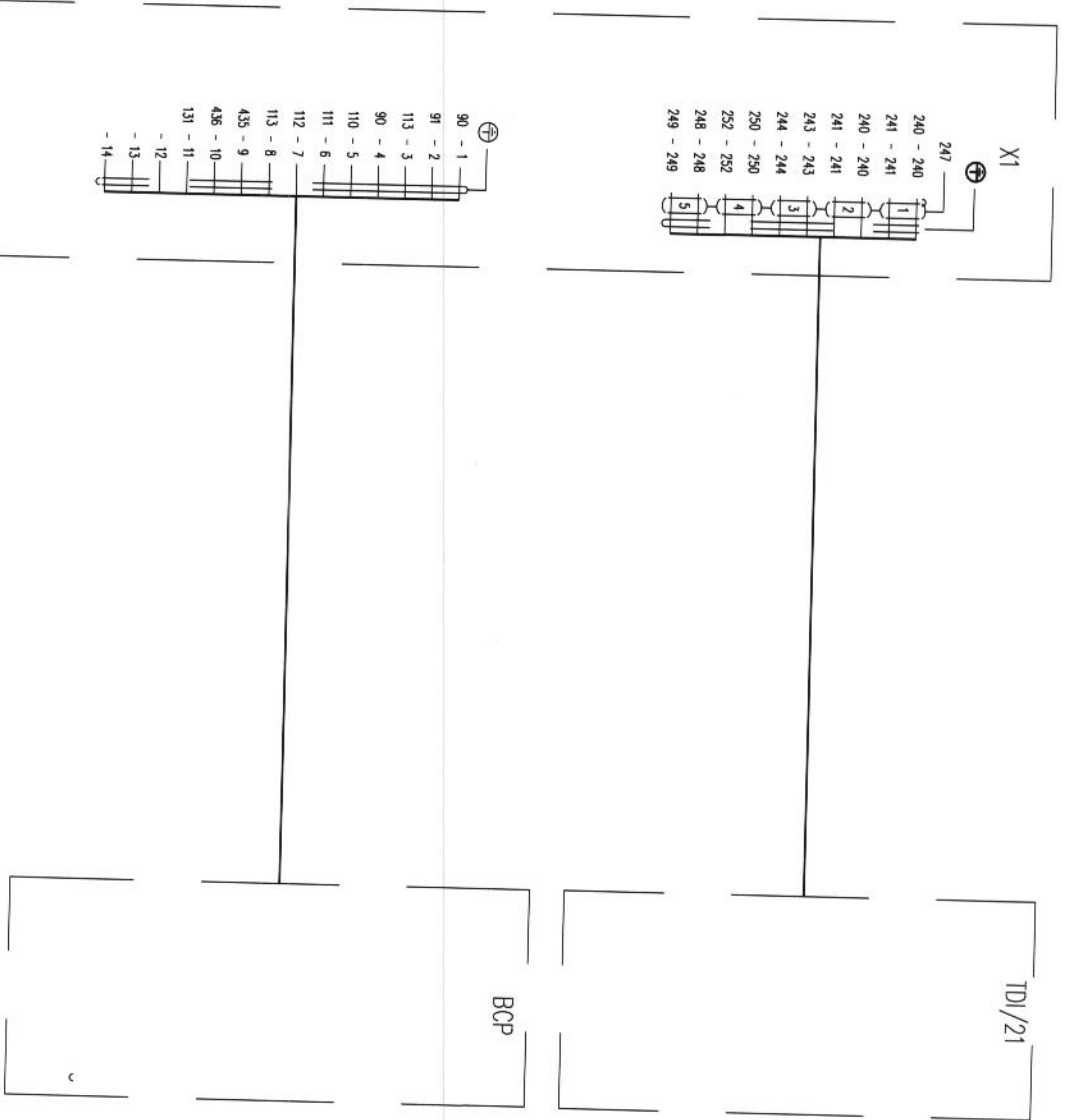


AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZ11&AZ12

<p>THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OF A.S. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SIMILAR IN ANY MANNER WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OF A.S.</p>		<p>Approved</p>
<p>From 22.3.2010</p>	<p>JASJ</p>	<p>Checked</p>
<p>Weight kg</p>	<p>Scale 1:5</p>	<p>Group Size</p>
<p>Serial number</p>		<p>Page</p>
<p>7360876 - A-000</p>		<p>02 / 03</p>
<p>Drawn</p>		<p>Total pages</p>
<p>22.3.2010</p>		<p>C</p>

Cabling diagram



Lang U

Rolls-Royce

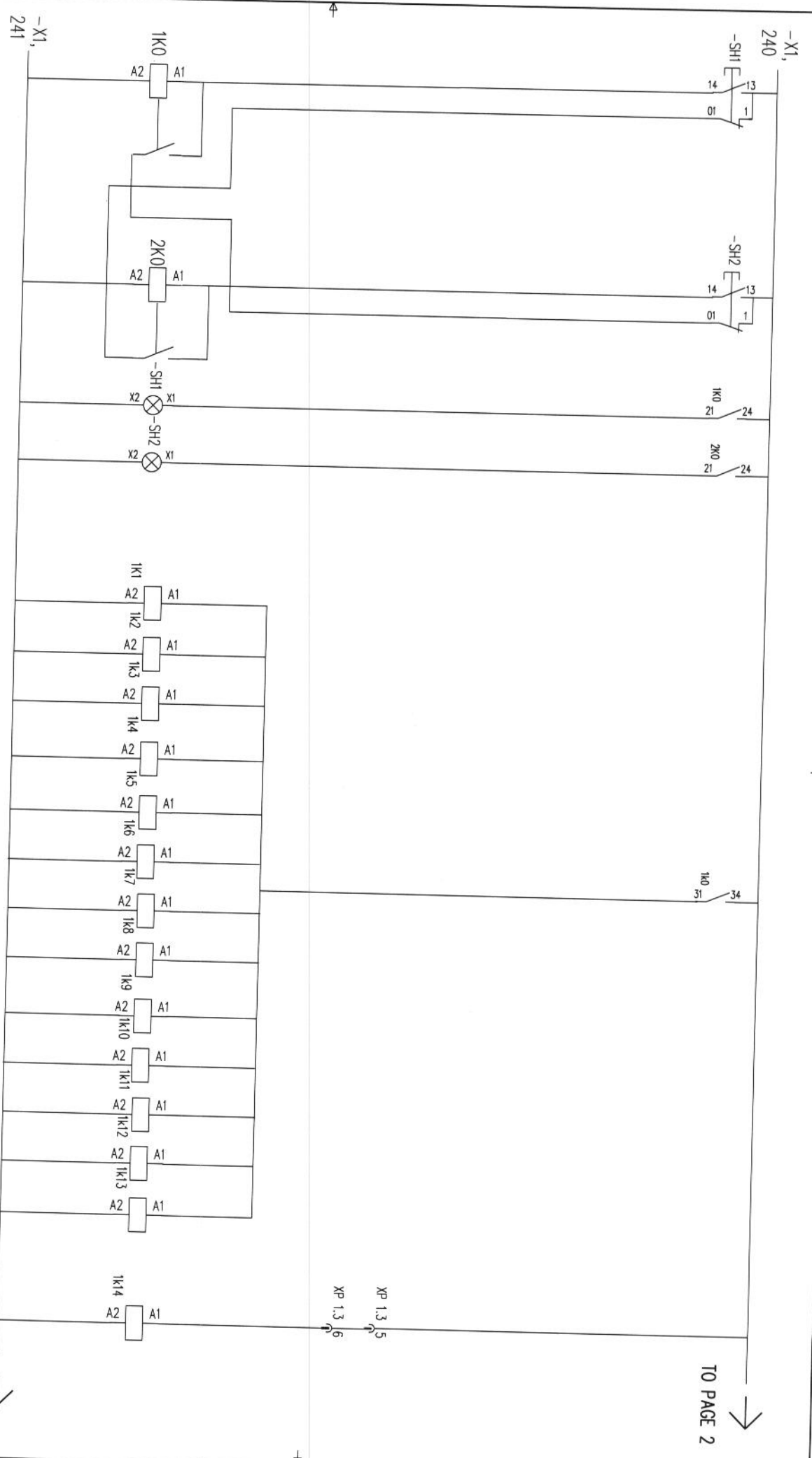
AQUAPLLOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZTI&AZT2

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. ALL RIGHTS RESERVED. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Approved Checked

Drawn	22.3.2010	JMSI	Scale	1:5	Group	Size	Serial number	7360876	Rev	Variant	Page	03	Total pages	103	Lang	U
-------	-----------	------	-------	-----	-------	------	---------------	---------	-----	---------	------	----	-------------	-----	------	---



Rolls-Royce
 AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
 thruster simulation console
 TSC
 Circuit diagram

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM ROLLS-ROYCE LTD.		Approved	Checked	Rev	Variant	Page	Total pages
Drawn	25.1.2010	JMS	Scale	1:1	7360829 - A-000	01	102
Weight	kg						
AZ11&AZ12							

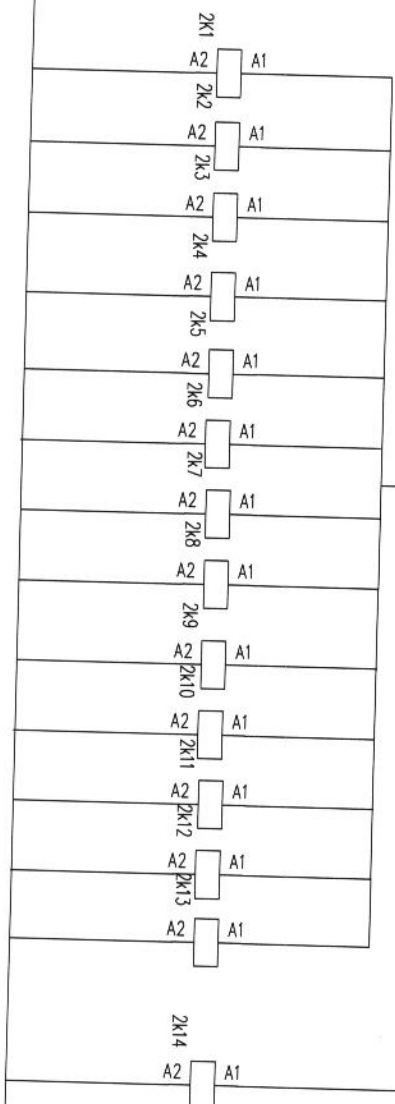
TO PAGE 2

TO PAGE 2

FROM PAGE 1

2K0 34 31

FROM PAGE 1



Lang U



AQUAPLLOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS HEREBY RELEASED TO THE PUBLIC IN FULL IN ACCORDANCE WITH THE PROVISIONS OF THE NATIONAL ARCHIVES ACT OF 2014.

DATE: 25.1.2010

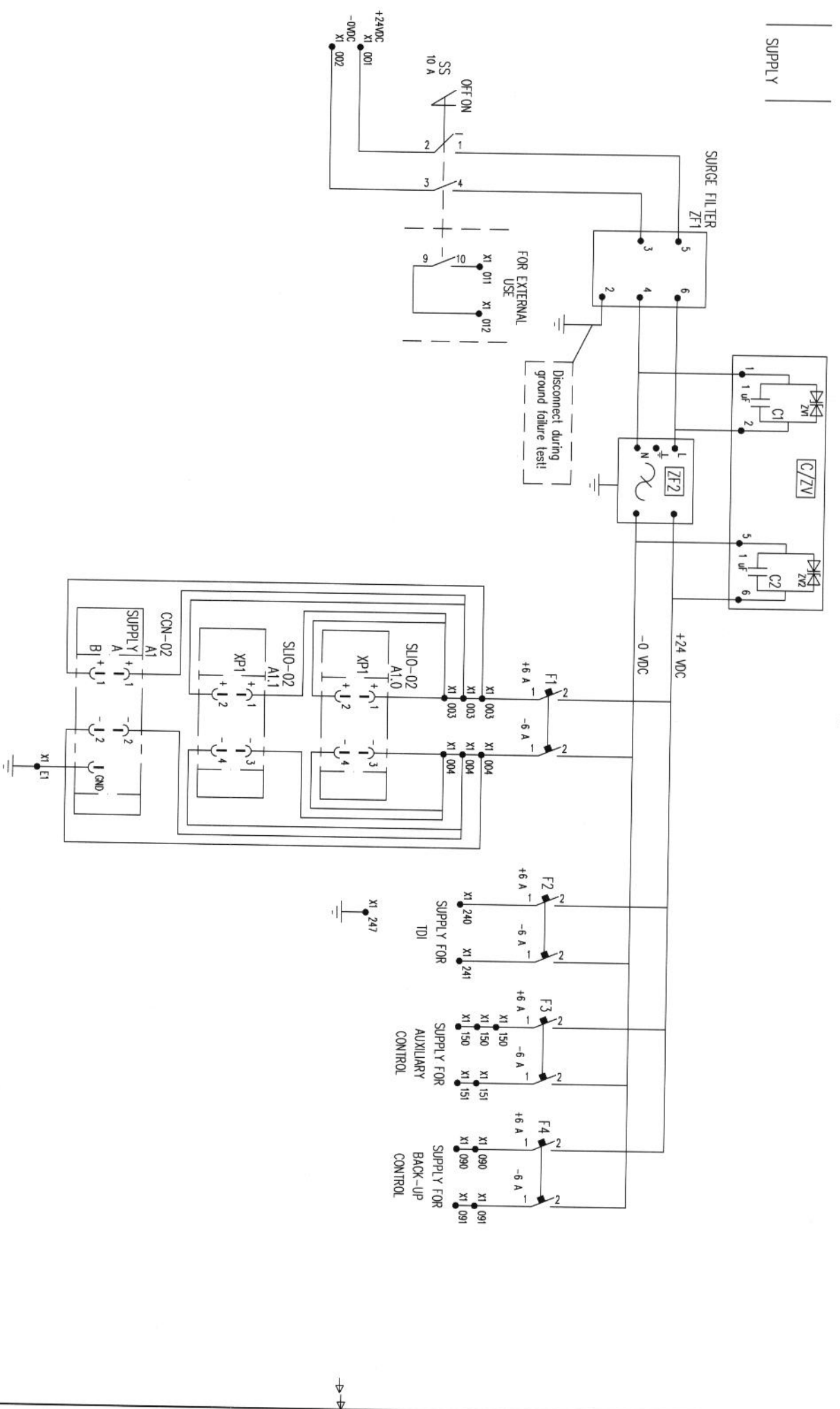
Scale 1:1

Weight kg

Group	Size	Serial number	Rev	Version	Page	Total pages	Lang
7360829	-A-000	02	102	U			

D

SUPPLY



WIRING OF SLO AND CCN WITH 0.5 mm² CONDUCTOR
 ALL OTHER WIRING WITH 1.0 mm² CONDUCTOR IF NOTHING ELSE MARKED

Lang U

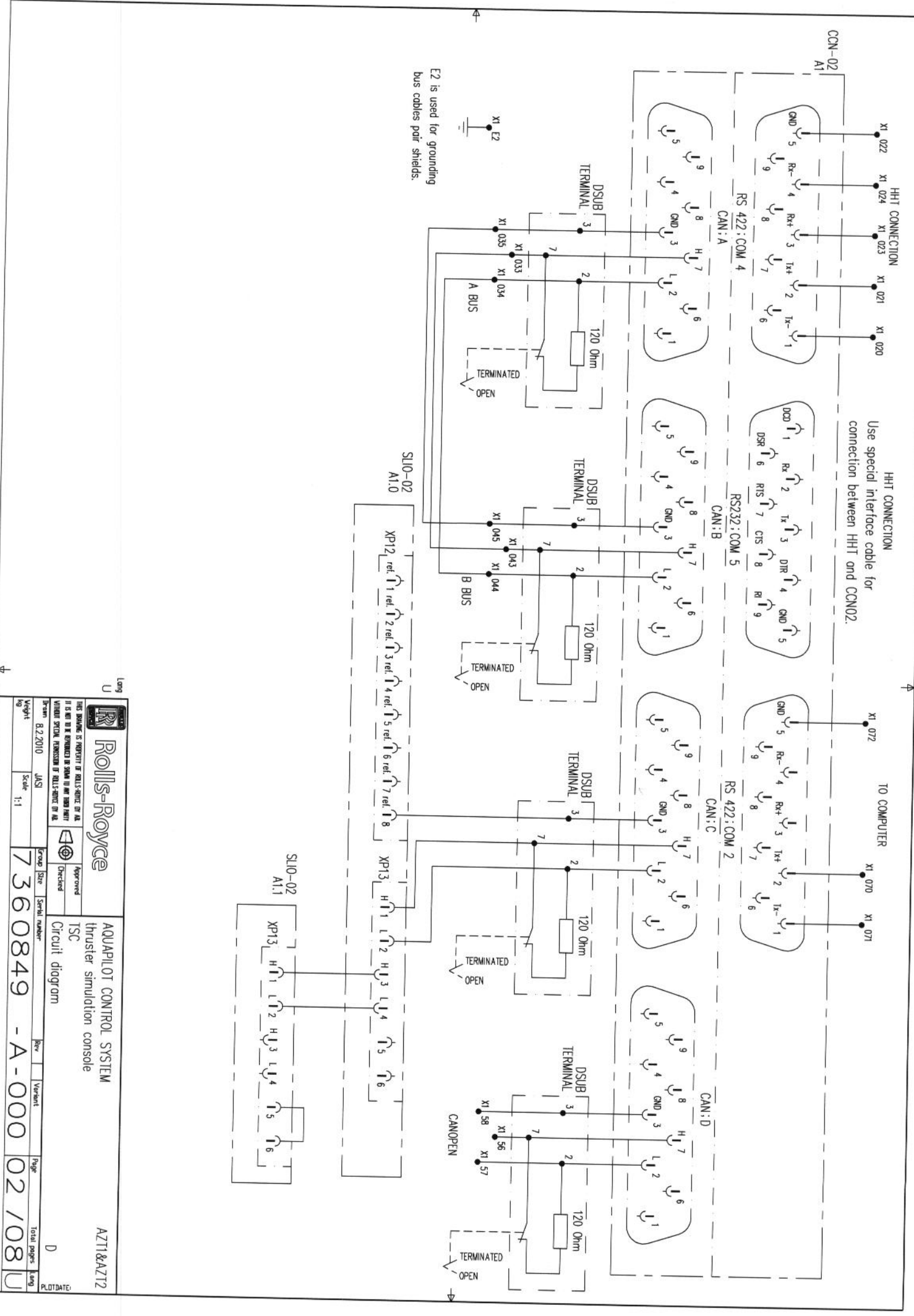


AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
 thruster simulation console
 TSC
 Circuit diagram

AZT1&AZT2

Item No.	8.2.2010	Scale	1:1
Weight		Group	Size
Serial number	7360849	Rev	Variant
Page	01	Page	01
Total pages	08	Lang	

PLOT DATE: D



HHT CONNECTION
 Use special interface cable for connection between HHT and CN02.

TO COMPUTER

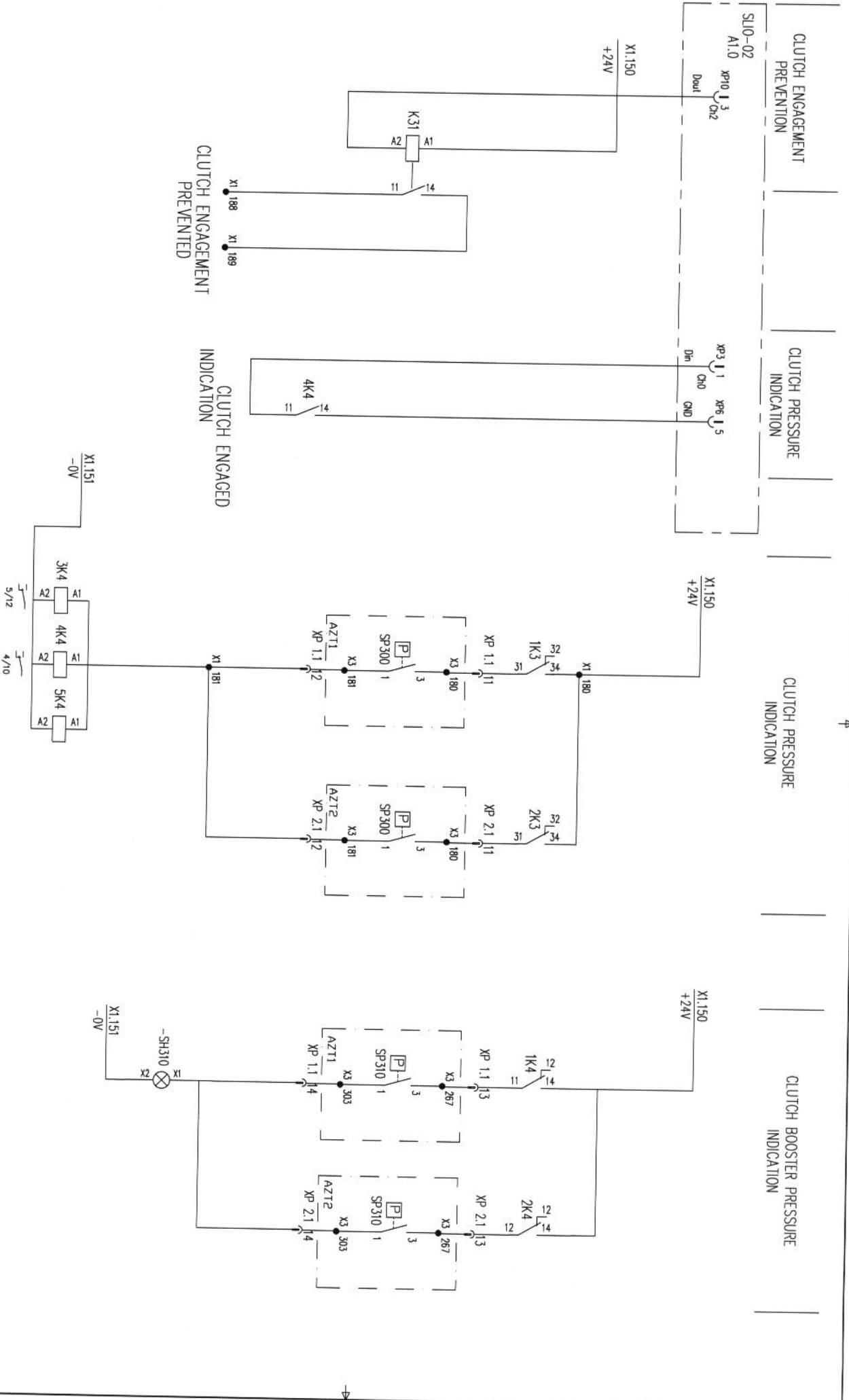
E2 is used for grounding bus cables pair shields.

Rolls-Royce

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
 Thruster simulation console

AZ71&AZ72

Part No.	8.2.2010	Rev.	JAS1	Scale	1:1
Weight		kg			
Serial number	7360849	Drawn		Checked	
Version		Approved		Checked	
Page	02	Circuit diagram		Page	02 / 08
PLOT DATE:		D		Total pages	



AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

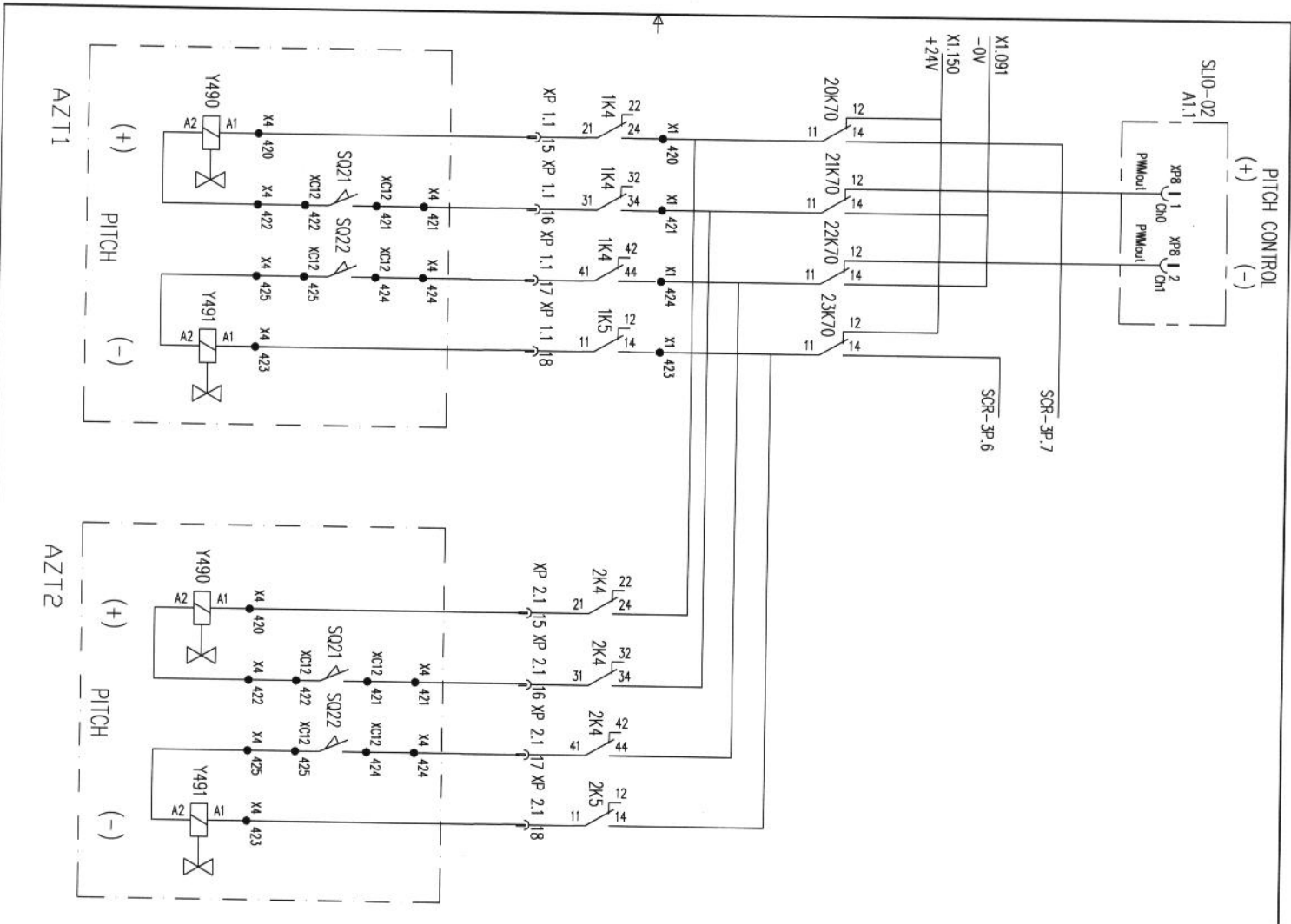
AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

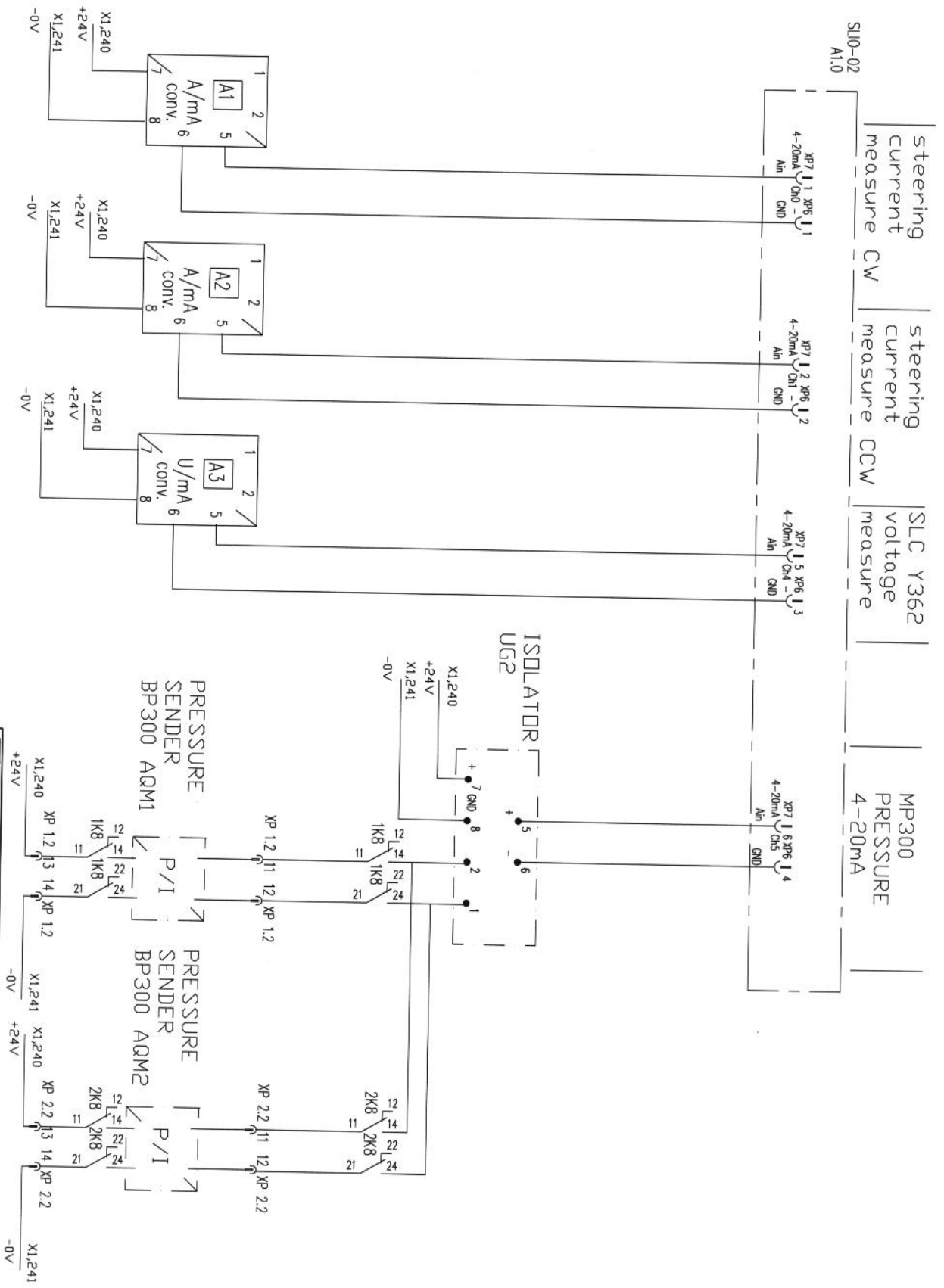
TSC
Circuit diagram

D

Drawn	8.2.2010	JMS	Scale	1:1	Group	Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages	Lang
Weight							7360849			-A-000	03	/08



		Rolls-Royce		AQUAPILOT CONTROL SYSTEM Thruster simulation console ISC		AZT1 & AZT2	
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR A.S. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR SIMILAR IN ANY MANNER WITHOUT EXPRESS PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR A.S.		Approved		Checked		Circuit diagram	
Drawn 8.2.2010	JAS	Scale 1:1	Group Size 7	Serial number 360849	Rev -A-000	Version 04	Page 04 / 08
Weight kg							Total pages 08



Lang U

Rolls-Royce

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Approved
Checked

Serial number
Circuit diagram

Part number
7360849 - A - 000

Page
06 / 08

Scale
1:1

Weight
kg

Height
mm

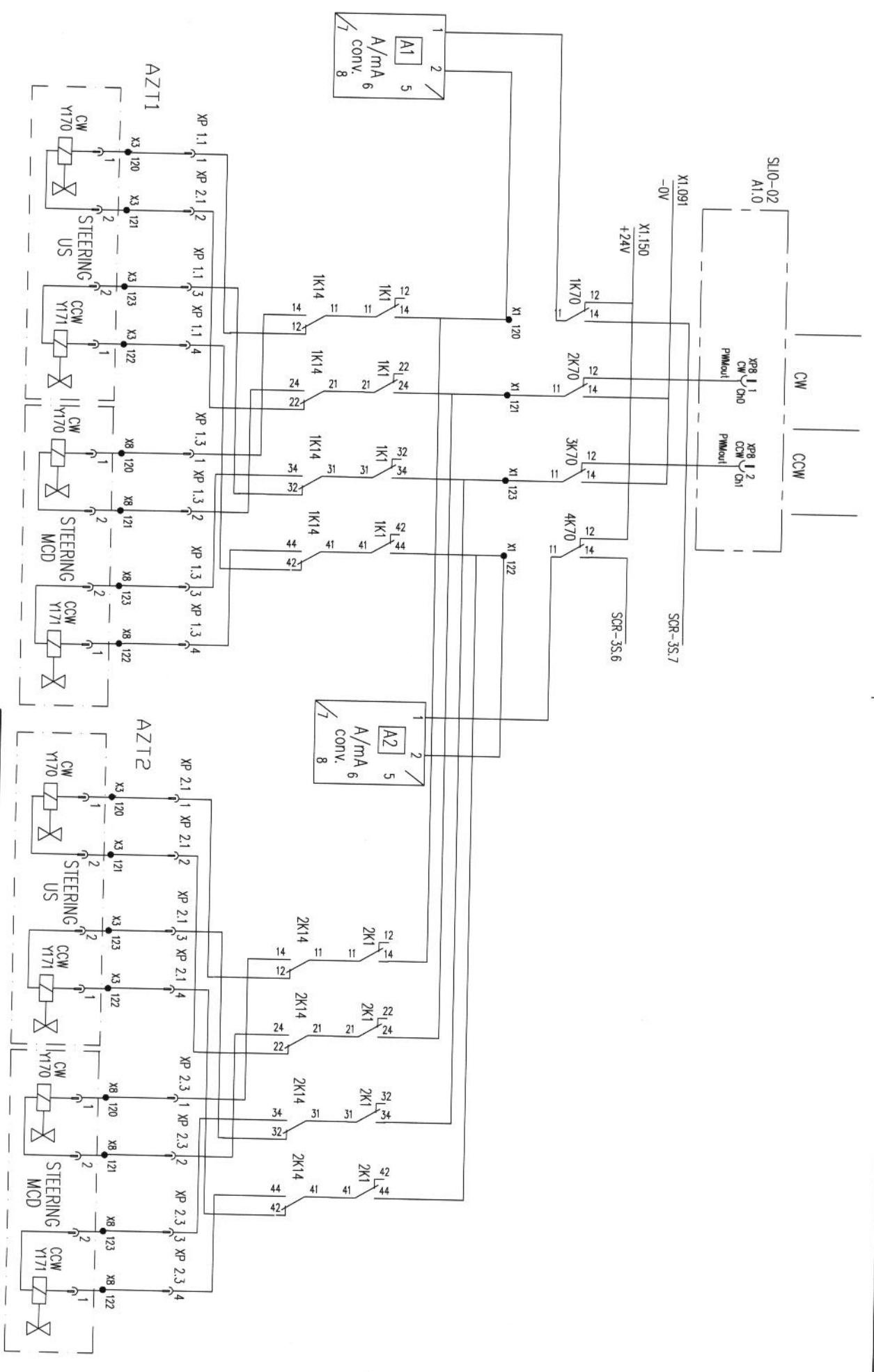
Rev
Variant

Page
06 / 08

Total pages
08

Lang
U

Part number	7360849 - A - 000
Scale	1:1
Weight	kg
Height	mm
Rev	Variant
Page	06 / 08
Total pages	08
Lang	U



Lang U

Rolls-Royce

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

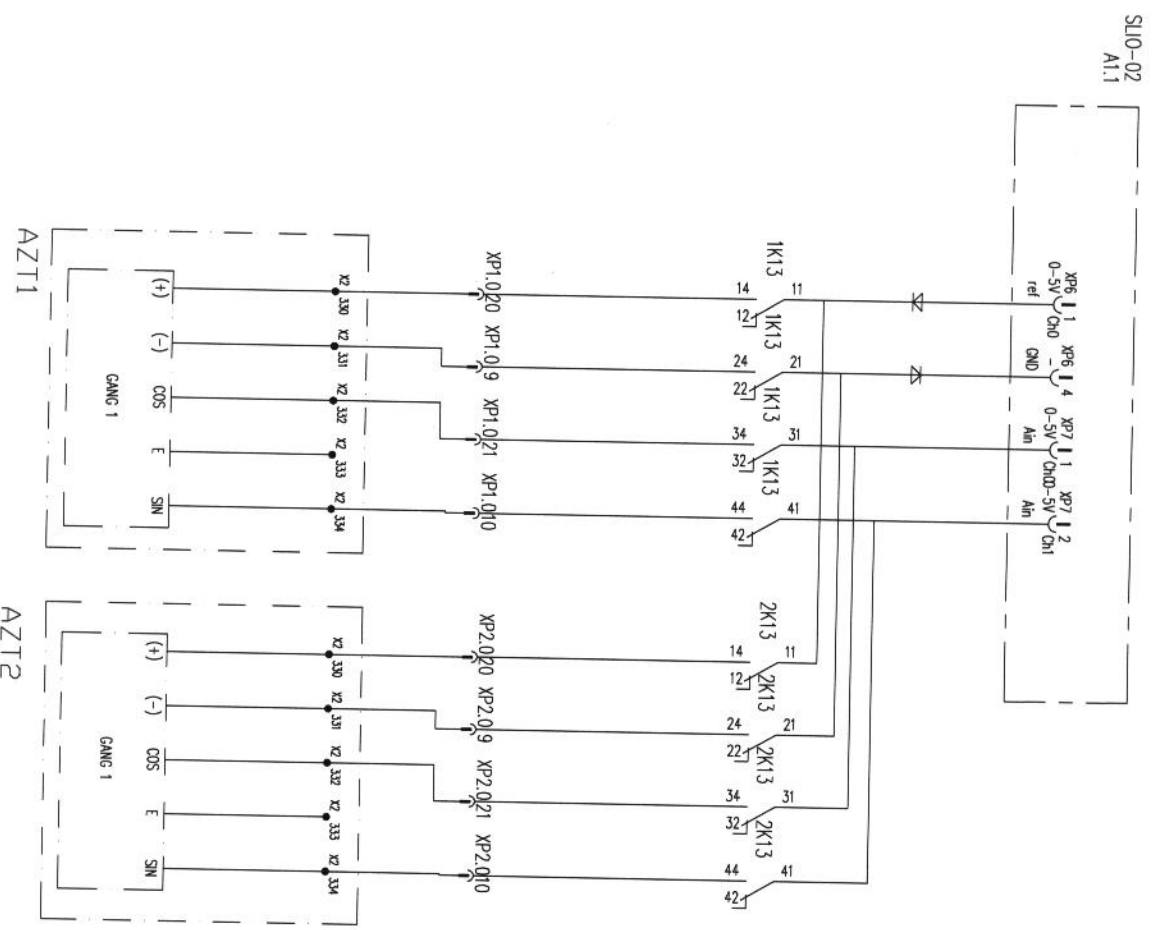
AZT1&AZT2

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR AS
ITS USE OR REPRODUCTION BY OTHER THAN THE
AUTHORIZED PERSONNEL IS PROHIBITED WITHOUT THE
WRITTEN SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR AS.

Approved
Checked
Circuit diagram

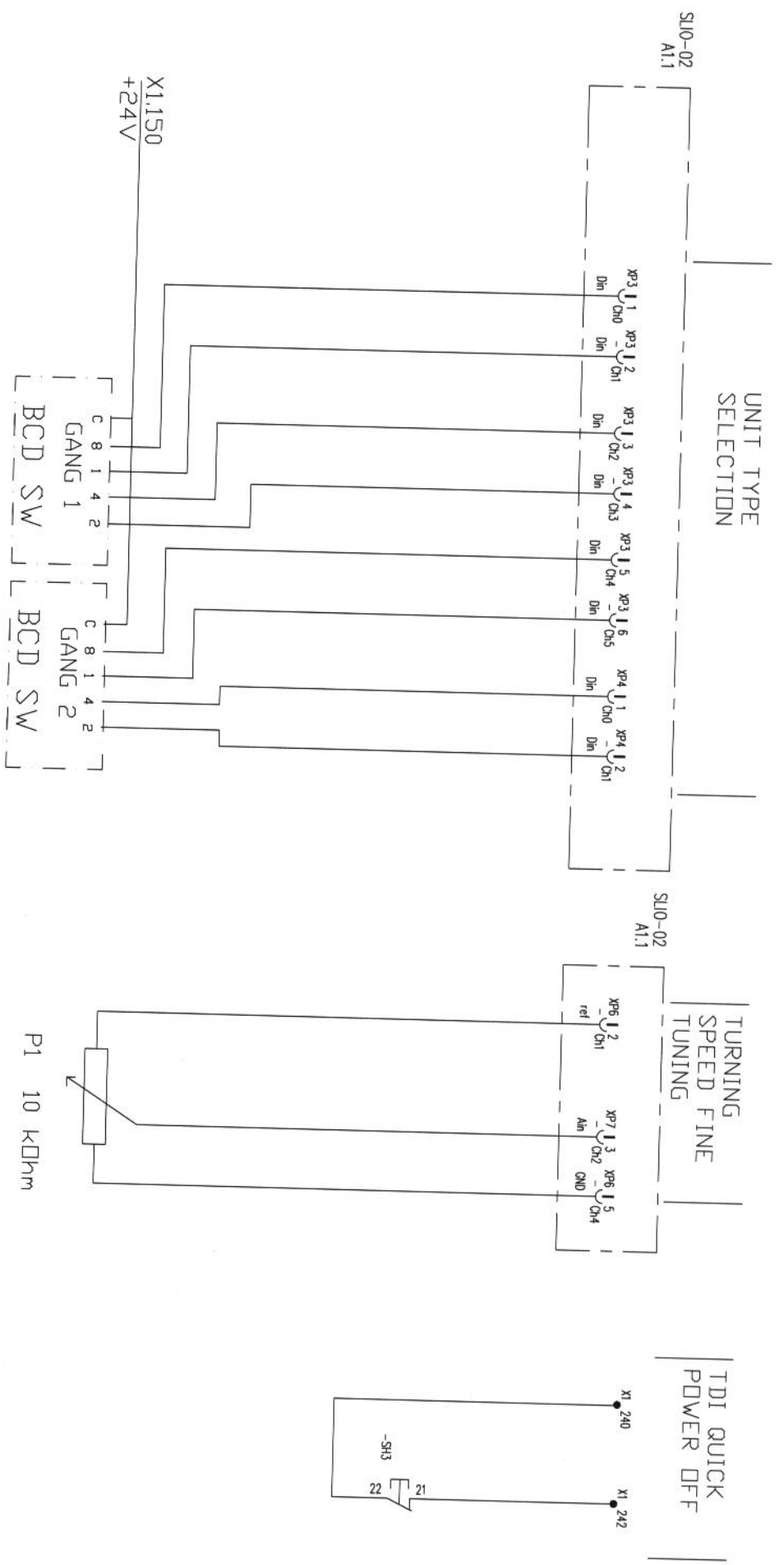
Drawn: 8.2.2010 JAS Scale: 1:1
Group: Size: Serial number: Rev: Variant: Page: Total pages: Lang: 0

7360849 - A-000 07/08



Lang

Rolls-Royce		AQUAPILOT CONTROL SYSTEM		AZT1&AZT2	
THRUSTER SIMULATION CONSOLE		THRUSTER SIMULATION CONSOLE		THRUSTER SIMULATION CONSOLE	
TSC		TSC		TSC	
Circuit diagram		Circuit diagram		Circuit diagram	
Drawn: 8.2.2010		JAS		Scale: 1:1	
Group: 7360849		Size: -A-		Version: 000	
Serial number: 08108		Rev: 0		Page: 08 / 08	
Weight: kg		Total pages: Lang		0	



Lang U

Rolls-Royce

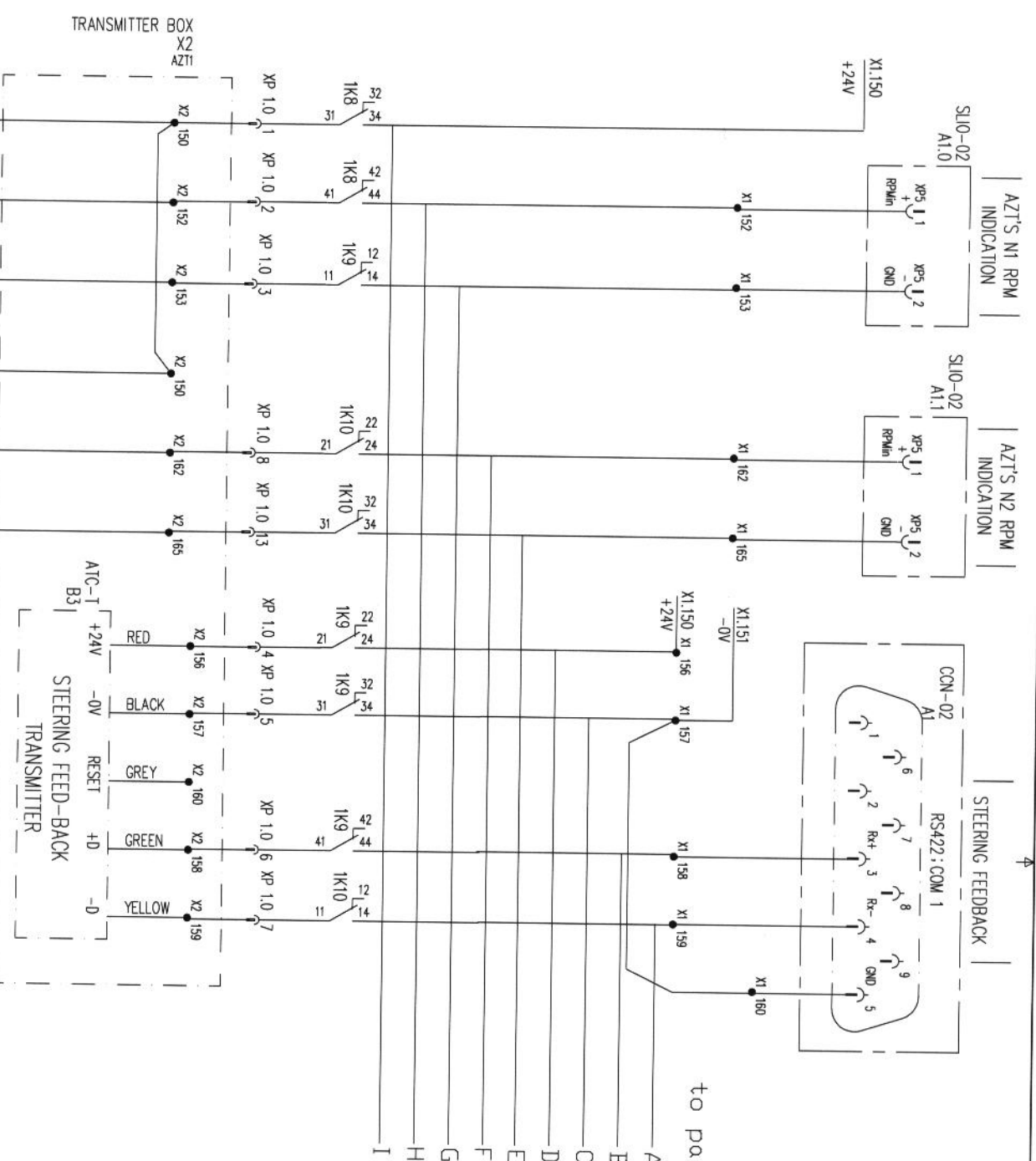
AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
thrustor simulation console

AZ11&AZ12

<small>THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD AND IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.</small>		Approved 	Serial number 7360885	Rev -A-000	Variant 01	Page 107	Total pages 107
Drawn 6.4.2010	Scale JMS	Checked 	Form Size	Rev	Variant	Page	Total pages

Circuit diagram

D



to page 11

Lang U

Rolls-Royce

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thruster simulation console
TSC

AZT1&AZ12

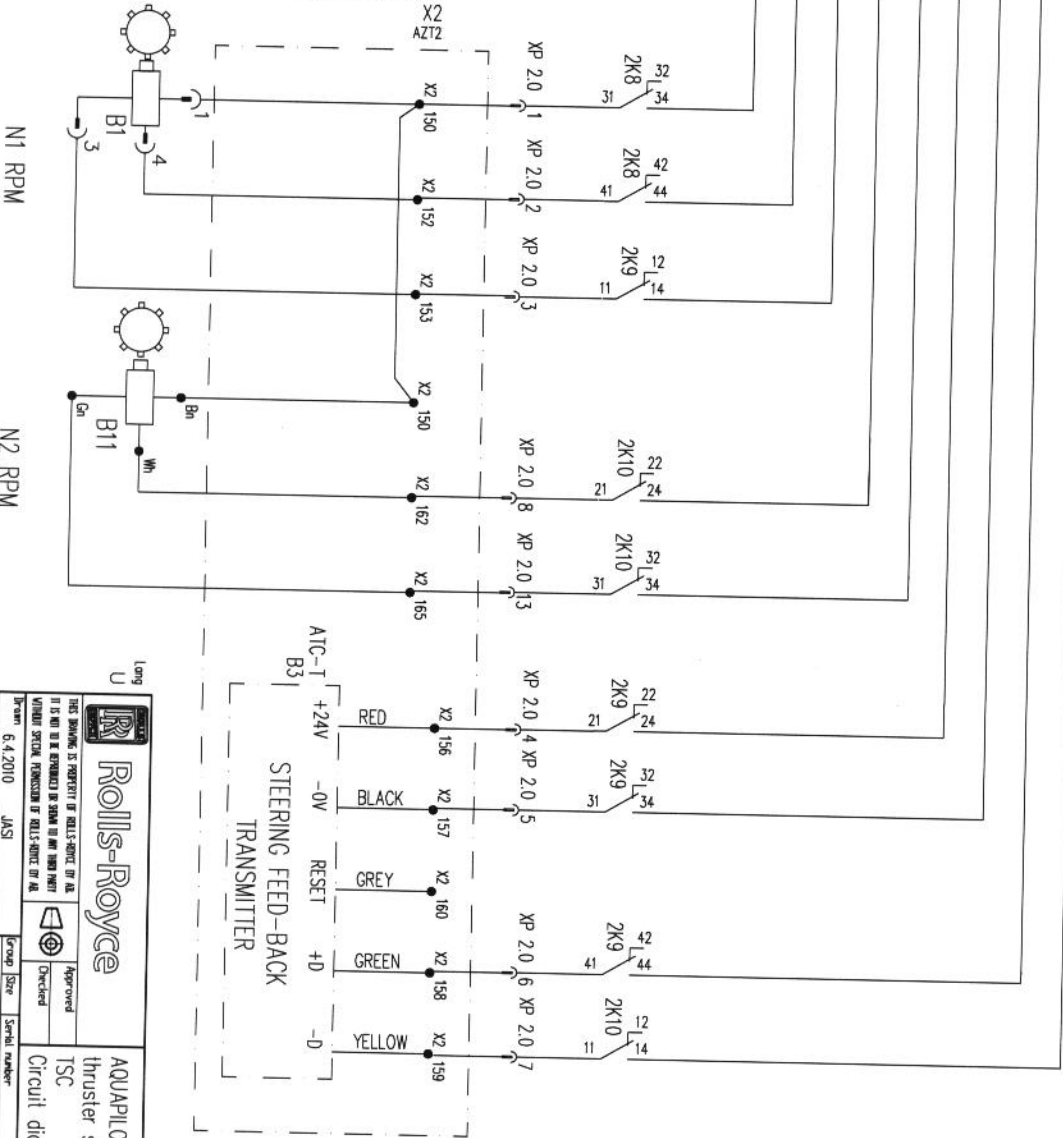
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR ALI. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR ALI.		Approved	Declassified
Drawn	6.4.2010	JASJ	Scale
Weight	kg	Group	Size
Serial number	7 36 0885 -A-000		Page
Rev	Variant	02	Total pages
Circuit diagram	D	02	107

from page 10

A
B
C
D
E
F
G
H
I



TRANSMITTER BOX
X2
AZT2



STEERING FEED-BACK
TRANSMITTER

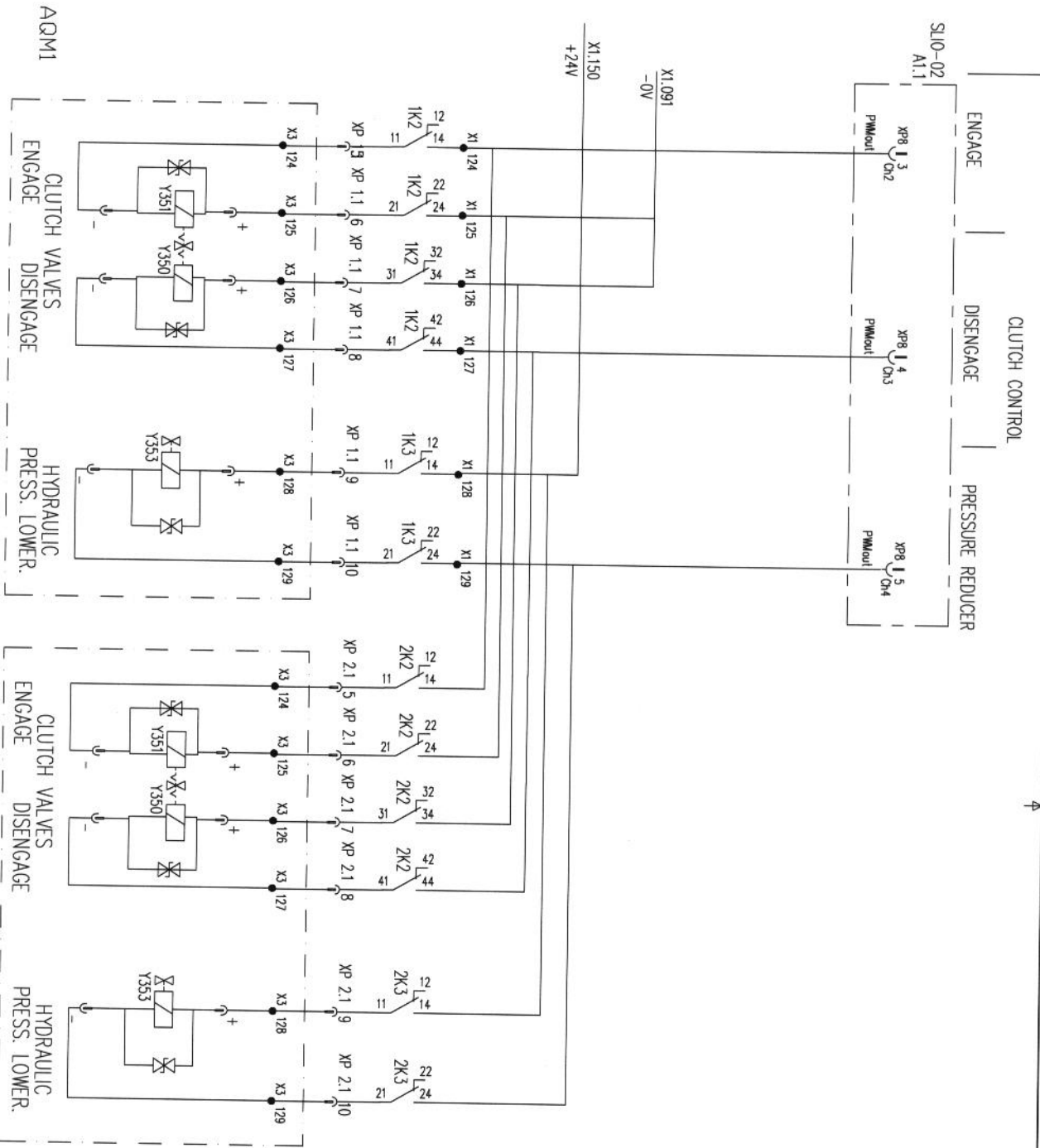


AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
thrustor simulation console

AZT1&AZT2

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Item	6.4.2010	JASJ	Scale	7360885	-A-000	03	107
Weight	kg						
Serial number							
Variant							
Page							
Total pages							



Lang U



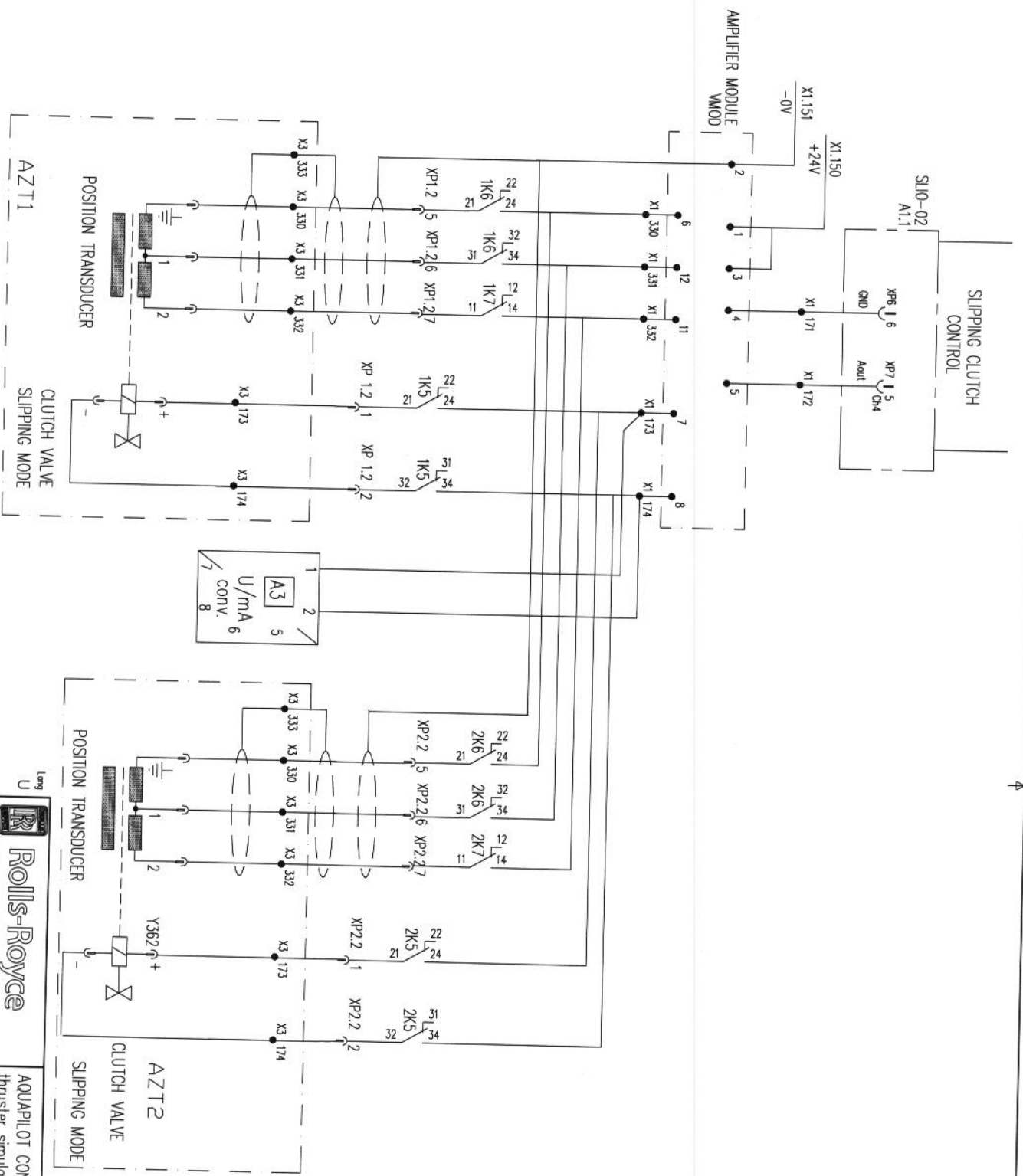
THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Approved
Checked

AQUAPILOT CONTROL SYSTEM
thrustor simulation console
ISC

AZT1&AZT2
D

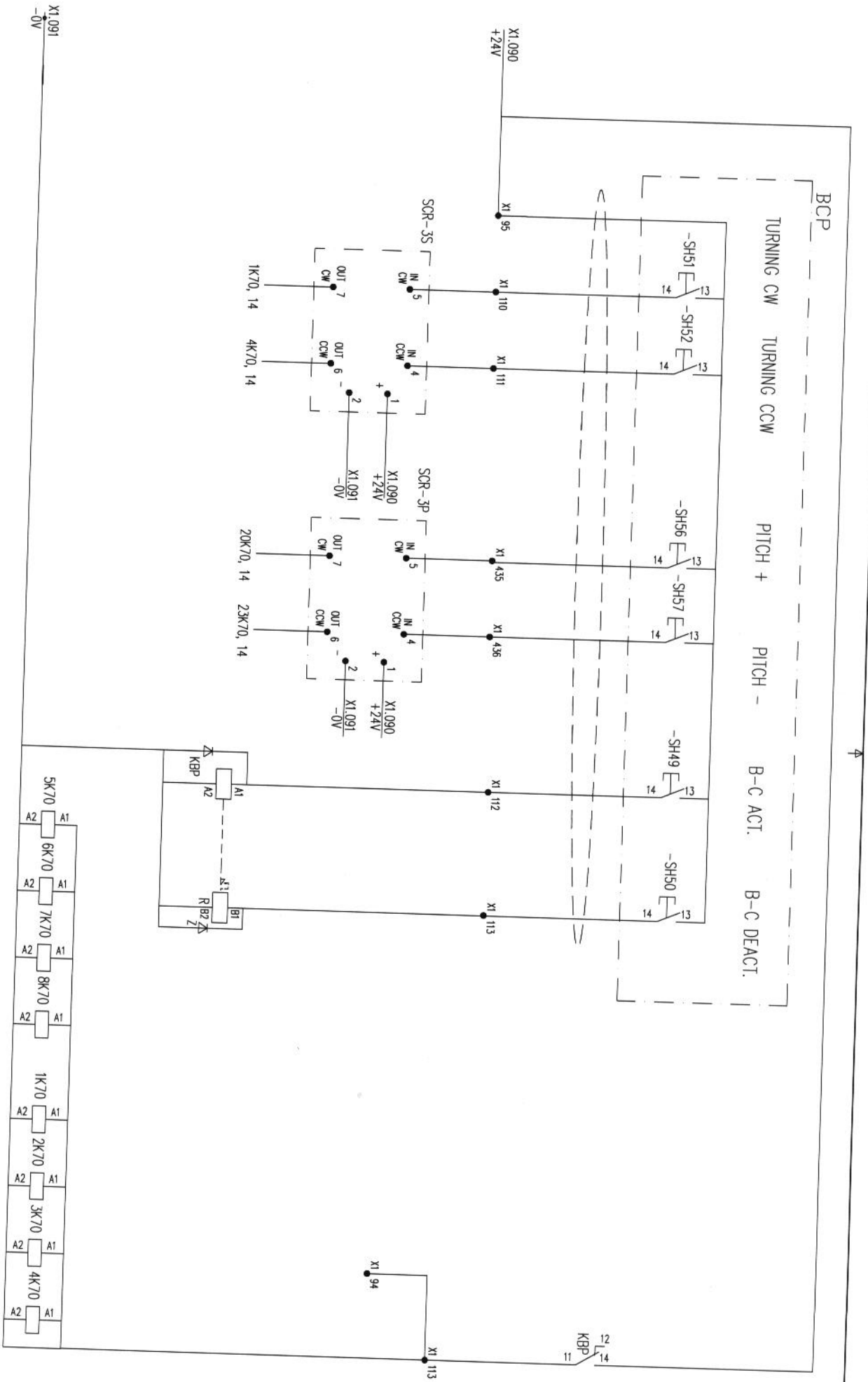
Weight kg	Scale	Group	Issue	Serial number	Rev	Version	Page	Total pages	Lang
			6.4.2010				7360885	-A-000	04/07



Rolls-Royce
 AQUAPILLOT CONTROL SYSTEM
 thruster simulation console
 AZT1&AZT2

Drawn	6.4.2010	JAS	Group	Size	Serial number	Rev	Variant	Page	Total pages
Weight		Scale						06	107

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE OR A.S. IF IS NOT BE RETURNED TO THEM IMMEDIATELY WITHOUT SPECIAL PERMISSION OF ROLLS-ROYCE OR A.S.



AQUAPL01 CONTROL SYSTEM
thruster simulation console

AZ11&AZ12

THIS DRAWING IS PROPERTY OF ROLLS-ROYCE LTD. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS WITHOUT SPECIFIC PERMISSION OF ROLLS-ROYCE LTD.

Drawn	8.2.2010	JASJ	Group	Size	Serial number	Rev	Version	Page	Total pages
Weight	kg	Scale	1:1	7360849	-A-000	05	108	U	U