

KRIITTISTEN HYDRAULIIKOIDEN ELINKAARI JA HUOLTOVALMIUKSIEN TARKASTELU

Varaosatarkastelu ja varaosien selvitys

Polojärvi Jani

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Tekniikan ja liikenteen ala
Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Jani Polojärvi	Vuosi	2020
Ohjaajat	Ins. AMK Aslak Siimes DI Jani Sipola		
Toimeksiantaja	Caverion Oy Ins. AMK Ari Leppänen		
Työn nimi	Kriittisten hydraulikkakomponenttien elinkaari ja huoltovalmiuksien tarkastelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	70 + 13		

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Lapissa sijaitsevien vesivoimalaitosten kriittisten hydraulikkakomponenttien elinkaari sekä huoltovalmius. Pääkohteena selvityksessä oli turbiinin juoksu- ja johtopyörien säätöhydrauliikka, josta selvitettiin kriittisimmät venttiilit. Samalla myös selvitettiin turbiiniöljyn tämän hetken kehitys ja tila sekä mahdollinen korvattavuus huoltovapaammalla öljyllä.

Selvitys tehtiin Caverion Oy:lle, joka vastaa kyseisten vesivoimalaitosten kunnossapidosta ja huolloista. Tutustuminen aloitettiin vierailamalla näissä vesivoimalaitoksissa, jonka aikana paikannettiin kyseiset hydraulikkakomponentit koneikoista sekä piirustuksista.

Tulokseksi saatiin selvitys hydraulikkakomponenttien saatavuudesta sekä korvattavuudesta tarpeen vaatiessa. Tuloksen myötä selvisi myös tulevat, isommat hankinnat vanhentuneen säätöyksikön muodossa. Myös komponenttien toimitusajat ja kustannukset auttavat ennakoimaan mahdollista varastotarvetta varaosille.

Tulosten pohjalta selvisi myös mahdollinen korvaava turbiiniöljy tarvittaessa. Tulosten pohjalta helpotetaan kunnossapitoa määrittelemään komponenttien saatavuus tai korvattavuus. Selvitys myös auttaa kunnossapitoa varautumaan tuleviin järjestelmän muutoksiin sekä tuleviin kustannuksiin.

Avainsanat

kunnossapito, vesivoima, energiatekniikka

Lapland University of Sciences
Mechanical engineering
Engineer (AMK)

Author	Jani Polojärvi	Year	2020
Supervisors	Aslak Siimes, M.Eng Jani Sipola Lic.Sc (Tech.)		
Commissioned by	Caverion Ltd Ari Leppänen, BEng		
Subject of thesis	Life cycle of critical hydraulic components and re- view of maintenance capabilities		
Number of pages	70 + 13		

The aim of the thesis was to find out the life cycle and maintenance readiness of critical hydraulic components of hydropower plants in Lapland.

The main subject of the study was the control hydraulics of the turbine impeller and guide wheels, from which the most critical valves were investigated. At the same time, the current development and condition of turbine oil and its possible replaceability with more maintenance-free oil were also investigated.

The investigation was carried out for Caverion Oy, which is responsible for the maintenance and servicing of the hydropower plants in question. The tour began with a visit to these hydropower plants, during which the hydraulic components in question were located on the machines as well as on the drawings.

The result was a study of the availability and replacement of hydraulic components if necessary. The result also revealed future, larger purchases in the form of an outdated control unit. Component delivery times and costs also help to anticipate potential stock requirements for spare parts. The results also revealed a possible replacement turbine oil if necessary.

Based on the results, maintenance is facilitated to determine component availability or replaceability. The report also helps maintenance to prepare for future system changes as well as future costs.

Key words

maintenance, hydroelectric, energy engineering

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	VESIVOIMA	8
2.1	Kemijoki	8
2.2	Voimalaitokset Kitisellä	11
3	VESITURBIINIT	16
3.1	Toimintaperiaate	16
3.2	Vesiturbiinityypit	18
4	KÄYTÖNAIKAISET HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOTYÖT	27
4.1	Viat.....	27
4.2	Vesiturbiinin vikojen huolto, korjaus ja ennalta ehkäisy	29
4.3	Huollot- ja tarkastukset	29
4.4	Vesiturbiinin perusparannus	30
5	HYDRAULIKOMPONENTTIEN RAKENNE, KÄYTTÖIKÄ JA HUOLTOVALMIUS	32
5.1	Suuntaventtiilit	33
5.2	Suoraohjattu sähkösuuntaventtiili	34
5.3	Sähköisesti esiohjattu suuntaventtiili	35
5.4	Solenoidit	39
5.4.1	Vaihtovirtakela.....	39
5.4.2	Tasavirtakela.....	40
5.4.3	Ilmakylypykela.....	41
5.5	Asennus peruslevylle	42
5.6	Suuntaventtiilien vikakohteet	43
5.7	Huolto	44
6	KITISEN VOIMALAITOKSET	45
6.1	Kuvaus.....	45
6.2	Komponentit.....	45
6.3	Toimintatapa	46
6.4	Turbiiniöljy.....	55
6.4.1	Valvonta	56
6.4.2	Online-kunnonvalvonta.....	57

6.4.3	Hiukkasmittaukset	58
6.4.4	Laitteet ja valmistajat	59
7	POHDINTA	65
	LÄHTEET	67
	LIITTEET	70

ALKUSANAT

Tahdon kiittää Caverion Oy:n Projekti-insinööri Ari Leppästä mahtavasta tilaisuudesta päästä tutustumaan vesivoimaloiden sydämeen, mielellään käyn tutustumassa joskus myös uusittujen vesivoimaloiden koneistoon. Kiitos myös Aslak Siimekselle ja Jani Sipilälle tästä tarjoutuneesta mahdollisuudesta.

Tämä oli kokonaisuutena hieno ja opettava kokemus päästä tutustumaan vaihtoehtoiseen energiamuotoon suuremmassa mittakaavassa.

Kemissä 29.5.2020

Jani Polojärvi

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena ja tarkoituksena on selvittää ja päivittää Kitisen vesivoimalaitosten säätöhydrauliikka sekä kartoittaa näiden kriittinen elinkaari ja huoltovalmius. Tätä varten on käytävä vesivoimalaitokset läpi ja selvitettävä koneistojen säätöhydrauliikka sekä niiden toimintatapa. Tarkasteltavina voimalaitoksina hydrauliikka komponenttien suhteen ovat Lapissa, Sodankylän lähistöllä sijaitsevat Kurkiaskan, Kelukosken, Matarakosken, Vajukosken ja Kurittukosken vesivoimalaitokset.

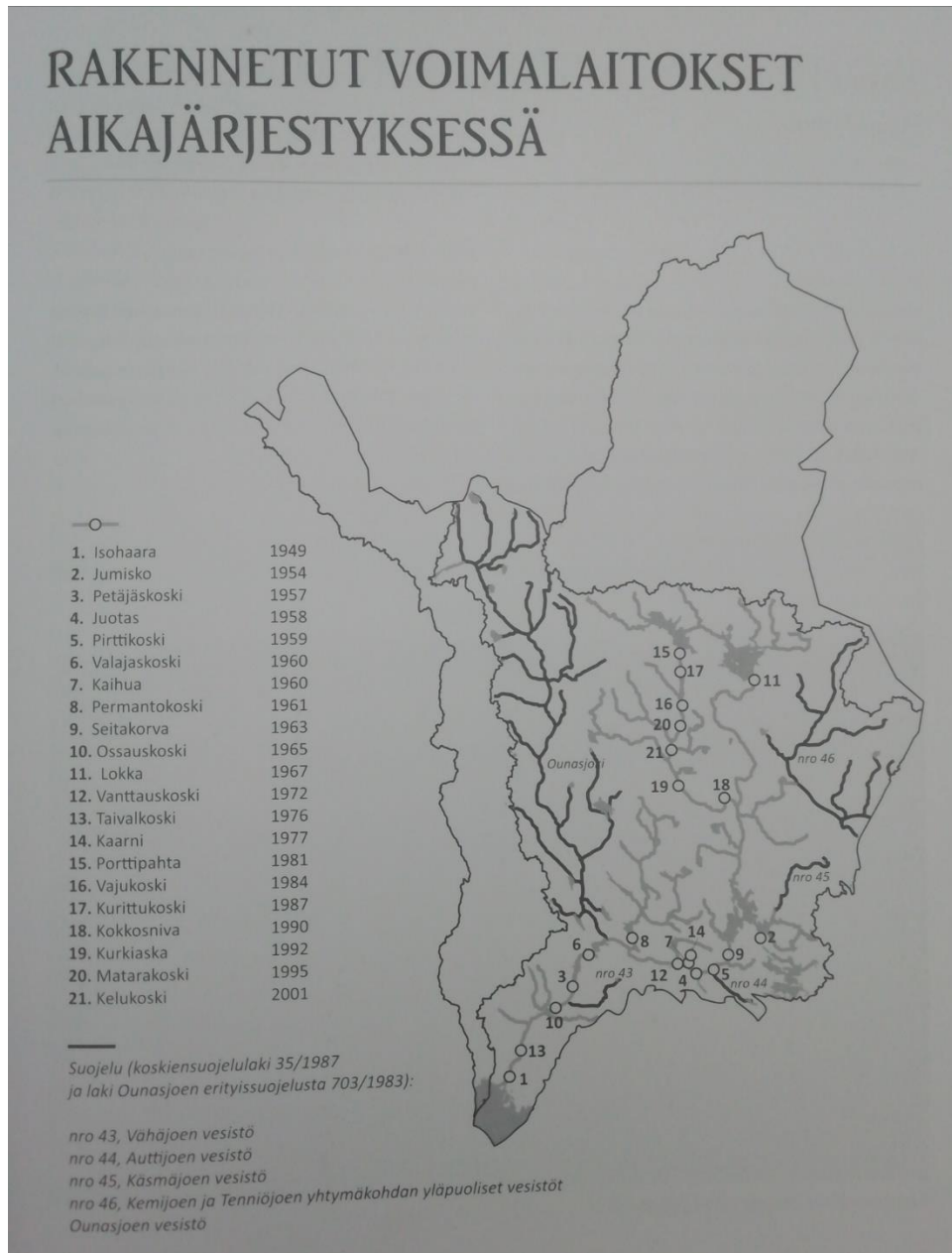
Vierailujen yhteydessä tarkistetaan venttiilien sijainti koneikossa sekä piirustuksissa. Tämän jälkeen tavoite on tutkia ja etsiä kriittisille säätöhydrauliikan komponenteille nykypäivää vastaavat hydrauliikkakomponentit ja varaosat, tarkistettiin nykyisten osien saatavuus, käyttöikä sekä huollon tarve. Samalla lisätehtävänä on etsiä nykyisen turbiiniöljyn korvaaja tai vaihtoehtoinen kunnossapitomenetelmä öljyn puhtauden ja huoltovälin kasvattamiseksi.

2 VESIVOIMA

2.1 Kemijoki

Opinnäytetyön Kemijoen sadealueella on erittäin vähän luonnonvaraisia järviä, jotka tasaisivat niitä valtavia vesimäärien vaihteluita, jotka ovat kevättulvien ylivirtaamien (yli 5000 m³ / s) ja syyskesien alivirtaamien (n. 100 m³ /s) välillä. Yhteensä vesistöjen varastointitarve on noin seitsemän miljardia m³. Kemijoen rakennussuunnitelmassa oli jo alusta alkaen ollut muun muassa Lokan ja Porttipahdan säännöstelyaltaat sekä niiden välinen Vuotson kanava. Lokan ja Porttipahdan yhteinen säännöstelytilavuus on 2,5 miljardia m³. Porttipahdan pato ja tulevan voimalaitoksen nielurakenteet valmistuivat vuonna 1970, urakoitsijana oli YIT. (Säynäjäkangas 2013, 152.)

Tämän jälkeen oli Kitisen rakentamisessa kahdeksan vuoden tauko, jonka aikana rakennettiin Kemijoen pääuoman viimeisiä voimalaitoksia, Vanttaus- ja Taivalkoskea. Säännöstelyyn ja Kitisen rakentamiseen palattiin vuonna 1978, jolloin aloitettiin Vuotson kanavan rakentaminen. Lähes samanaikaisesti vuonna 1979 aloitettiin Porttipahdan voimalaitoksen rakentaminen. Kanava ja voimalaitos valmistuivat elokuussa 1981, jolloin myöskin Lokan vedet voitiin ohjata Porttipahdan voimalaitokselle tuottamaan sähköenergiaa. Siitä lähtien Kitisen rakentaminen jatkui tauotta siten, että vuonna 1984 valmistui Vajukosken, vuonna 1987 Kuritukosken, vuonna 1990 Kokkosnivan, vuonna 1992 Kurkiaskan ja vuonna 1995 Matarakosken voimalaitos (Kuva 1). (Säynäjäkangas 2013,152-153.)



Kuva 1 Voimalaitokset (Säynäjäkangas 2013, 33)

Caverion Oy

Nykyisin vesivoimaloiden kunnossapidosta vastaa Caverion Oy. Caverion Oy on vielä suhteellisen nuori konserni vaikkakin emäyhtiö, josta Caverion irtautui omaksi haarakseen (YIT), on vanhempaa perua. Caverion Oy on perustettu vuonna 2013 kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluiden irtautuessa emoyhtiöstä omaksi, itsenäiseksi konserniksi. Yhtiöllä on kuitenkin pitkä historia, jonka

aikana juuret ovat levittäytyneet kymmeneen eri maahan eri puolille Eurooppaa. Osana YIT:tä, Caverionin historia ylettyy aina vuoteen 1912 asti, kun ruotsalainen Allmänna Ingeniörsbyrån (AIB) perusti Helsinkiin sivutoimipisteensä. Caverion Oy vastaa erilaisten kiinteistöjen ja teollisuuden palveluista mm. kunnossapidosta eri akseleilla. Yritys myös suunnittelee ja toteuttaa käyttäjäystävällisiä ja energia- tehokkaita toteutuksia. (Caverion Oy 2020.)

Caverion Oy:n tekniseen tuotealueeseen kuuluvat:

- jäähdytys
- informaatio- ja viestintäteknologia
- lämmitys, vesi ja viemäri
- sähköistys
- automaatio
- turvallisuus
- ilmastointi ja ilmanvaihto
- prosessiputkistot
- teollisuusasennukset.

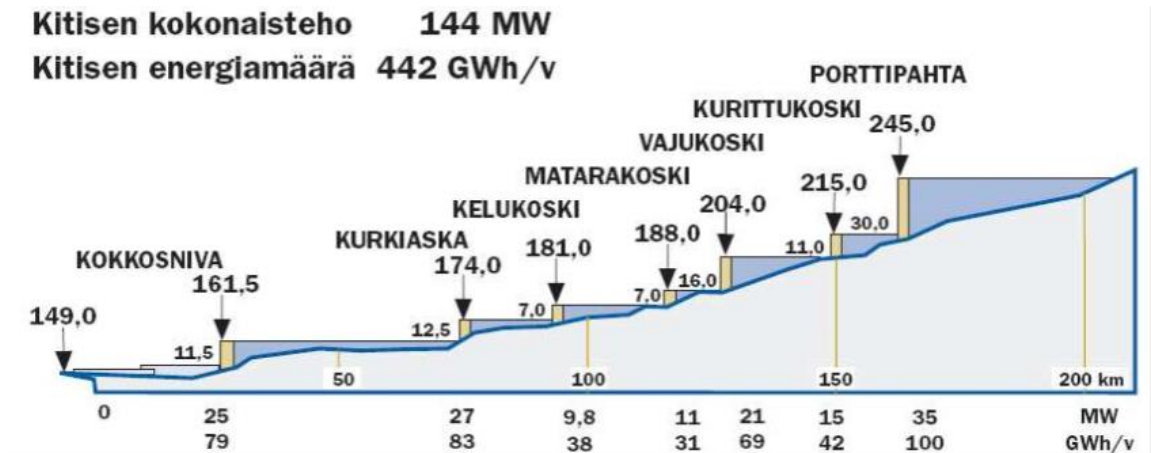
Kiinteistöjen ja teollisuuden palveluihin sisältyvät:

- suunnittelu ja projektointi
- projektin toteutus
- tekninen huolto ja kunnossapito
- projektin johtaminen
- teollisuuden käyttö ja kunnossapito
- kiinteistöjohtaminen.

(Caverion Oy 2020.)

2.2 Voimalaitokset Kitisellä

Kitinen on Kemijoen yli 200 km pitkä sivujoki Sodankylän, Pelkosenniemen ja Kittilän kuntien alueella Lapin läänissä. Kitisen varrella sijaitsee seitsemän eri voimalaitosta. Merenpinnasta mitattuna korkeimmalla on Porttipahta ja matalimmalla Kokkosniva (Kuva 2). (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 2 Kitisen voimalaitosportaati (Kemijoki Oy 2007)

Porttipahta

Porttipahdan voimalaitos sijaitsee Sodankylän kunnan alueella ja säännöstelee Porttipahdan varastoallasta. Porttipahta on suurin Kitisen seitsemästä voimalaitoksesta ja se tuottaa keskimäärin energiaa 100 GWh/ vuosi. Putouskorkeus voimalaitoksessa on 30 m. Koneistoja on yksi (Kaplan) jonka teho on 35 MW, maapatoja on neljä, joiden pituus yhteensä on 3420 m ja betonipadon pituus 69 m. Tulva-aukkoja on yksi. Keväällä 2020 Porttipahdan voimalaitos pysäytetään, jolloin voimalaitos modernisoidaan, jonka jälkeen koneiston teho nousee 35 MW:sta 45 MW:n. (Kemijoki Oy 2007.)

Kurittukoski

Kurittukosken voimalaitos (Kuva 3) sijaitsee Sodankylän kunnan alueella. Voimalaitos tuottaa keskimäärin 42 GWh energiaa vuodessa. Maapatoja voimalaitoksella on kolme, joiden yhteispituus on 973 m ja kahden betonipadon pituus 36 m. Tulva-aukkoja padolla on yksi. Putouskorkeus 11 m. Koneistoja (Kaplan) voimalaitoksella on yksi, jonka teho on 15 MW. (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 3 Kurittukosken voimalaitos.

Vajukoski

Vajukosken voimalaitos (kuva 4) sijaitsee Sodankylän Petkulan alueella. Voimalaitoksen keskimääräinen energiantuotto on 69 GWh / vuosi. Maapatoa on noin 1900 metriä ja betonipatoa 68 m. Putouskorkeus on 16 m. Voimalaitoksessa on yksi koneisto (Kaplan), jonka teho on 21 MW. (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 4 Vajukosken voimalaitos.

Vajukosken koko tuotettu energia menee vain muutaman kilometrin päässä sijaitseva Kevitsan kaivostuotannon ylläpitämiseen.

Matarakoski

Matarakosken voimalaitos (kuva 5) sijaitsee Sodankylän kunnan alueella. Voimalaitoksen keskimääräinen energiantuotto vuodessa on 31 GWh. Maapatoja on kaksi, joiden pituus on 930 m ja yksi betonipato pituudeltaan 46 m. Tulva-aukkoja padossa on yksi. Padon putouskorkeus on seitsemän metriä sekä koneistoja yksi (Kaplan), jonka teho on 11 MW. (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 5 Matarakosken voimalaitos.

Kelukoski

Kelukosken voimalaitos (kuva 6) sijaitsee noin viiden km:n päässä Sodankylän kirkonkylältä ja on pienin Kitisen varrella olevista voimalaitoksista. Kelukosken vuosittainen energiantuotanto on keskimäärin 39 GWh. Maapatoja voimalaitoksessa on kuusi, joiden yhteispituus on 3913 m. Betonipatoja on yksi, jonka pituus on 58 m. Tulva-aukkoja padossa on yksi ja putouskorkeus seitsemän metriä. Voimalaitoksessa on yksi koneisto (Kaplan) jonka teho on 9,9 MW. (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 6 Kelukosken voimalaitos.

Kurkiaska

Kurkiaskan voimalaitos (kuva 7) sijaitsee Sodankylän kunnassa Kemijoen sivujoen, Kitisen varrella. Kurkiaska on Kitisen toiseksi suurin voimalaitos ja tuottaa keskimäärin 83 GWh energiaa vuodessa. (Kemijoki Oy 2007.)



Kuva 7 Kurkiaskan voimalaitos.

Voimalaitoksella on yksi koneisto (Kaplan), jonka teho on 27 MW, kolme maapatoa, joiden yhteenlaskettu pituus on 4,3 km ja kaksi betonipatoa, joiden yhteispituus on 83 m. Tulva-aukkoja on kaksi kpl ja voimalan putouskorkeus on 12,5 m. (Kemijoki Oy 2007.)

Kokkosniva

Kokkosnivan voimalaitos sijaitsee Pelkosenniemen kunnassa. Voimalaitoksen keskimääräinen energian tuotto vuodessa on 79 GWh. Maapatoja on neljä, joiden yhteispituus on lähes 13 km. Betonipatoja on kaksi, joiden pituus on 97 m. Tulva-aukkoja on kaksi ja putouskorkeus 11,5 m. Koneistoja (Kaplan) on yksi, jonka teho on 25 MW. Myös Kokkosnivan voimalaitos modernisoidaan heti Porttipahdan jälkeen. (Kemijoki Oy 2007.)

3 VESITURBIINIT

3.1 Toimintaperiaate

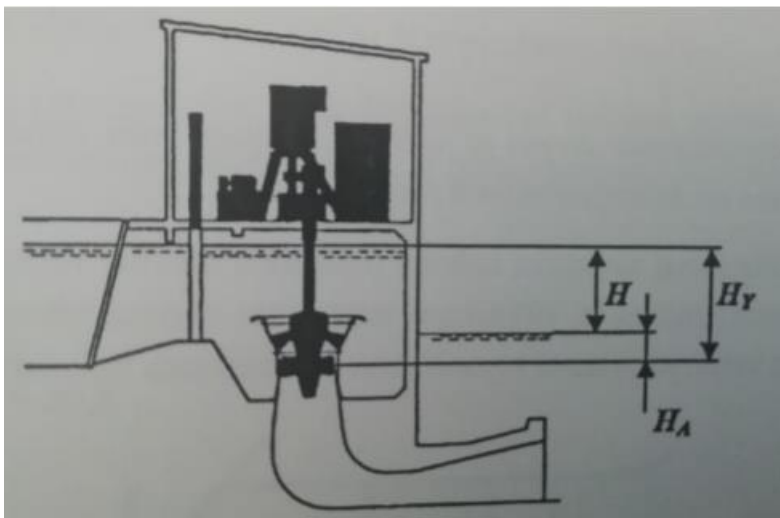
Vesiturbiinilla virtaavan veden liike-energia muutetaan sähköenergiaksi turbiiniin kytketyllä generaattorilla. Vesiturbiinit jaetaan yleisesti kahteen ryhmään: reaktioturbiinit ja impulssiturbiinit. Yleisemmin käytettyjä turbiinityyppejä ovat Kaplan, Francis ja Pelton. Muita harvinaisempia tyyppiejä ovat Tyson ja Banki eli läpivirtausturbiinit (Crossflow). (Kauppinen 2018, 235.)

Jokaisella turbiinilla on käyttökohteen mukaan ominaispyörimisluku, joka määrittelee mikä turbiinityyppi sopii mihinkin kohteeseen. Tämä on siksi merkityksellistä, koska mitä pienempi on virtaus, sitä suurempi on turbiini, sekä tietenkin päinvastoin virtauksen kasvaessa. Laskukaava turbiinin ominaispyörimisnopeudelle:

$$n_s = n(\sqrt{Q_v/H^{0,75}}) \quad (1)$$

Missä

n_s	on	ominaispyörimisnopeus (r/m)
n	on	synkroninen kierrosnopeus (r/m)
Q_v	on	vesimäärä (m ³ /s)
H	on	nimellinen putoamiskorkeus metreinä /3;4/



Kuva 8 Korkeuskäsitteet (Perttula 2000,103)

Ominaiskierrosluku ns

Turbiinin nopeusolosuhteita kuvaa ominaiskierrosluku ns

$$ns = n P^{(0,5)} / H^{(1,25)}, \quad (2)$$

Missä

n	on	pyörimisnopeus 1/m,
P	on	teho kW
H	on	putoamiskorkeus m.

Regressioanalyysin avulla rakennettujen vesivoimaloiden tietojen perusteella on muodostettu seuraavat ominaiskierrosluvun yhtälöt, joihin H putouskorkeus sijoitetaan metreinä (Kuva 8).

Francis-turbiini

$$ns = 3470 H^{(-0,625)}$$

$$r = -0,95 \quad s = 39,8$$

Kaplan-turbiini

$$ns = 2419 H^{(-0,489)}$$

$$r = -0,89 \quad s = 47,6$$

r = korrelaatiokerroin ja s = standardipoikkeama 1. jäännöshajonta.

Ominaiskierrosluvut ovat käytännössä vakioita, vaikka virtaamat olisivatkin.

erilaisia. Laskemalla ns voidaan laskea turbiinin pyörimisnopeus ominaiskierrosluvun yhtälöstä, kun teho P tunnetaan. Pyörimisnopeus

$$n = 60 f/p \quad (r/min)$$

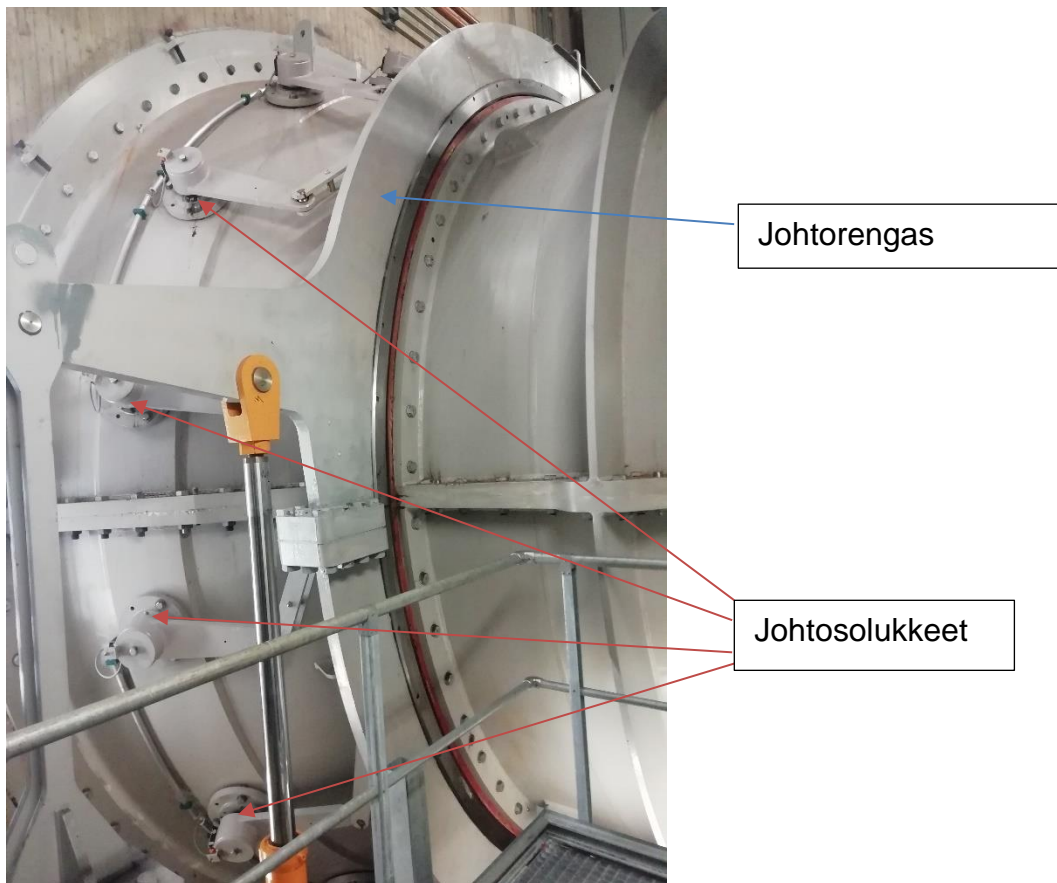
(synkronigeneraattorilla) f = taajuus (Hz), p = napaparien lukumäärä. Taajuudella 50 Hz käytetään seuraavia pyörimisnopeuksia (r/min)

1500, 1000, 750, 600, 500, 428, 375, 300, 250, 214, 187, 167, 150, 143, 136, 125, 115, 107, 100, 94, 88, 83 jne. (Perttula 2000, 105.)

3.2 Vesiturbiinityypit

Reaktioturbiinit

Reaktioturbiinissa veden suhteellinen nopeus lapoihin nähden kasvaa siipisolissa, sen lisäksi veden virtauksen suunta muuttuu. Reaktioturbiineja (Kaplan ja Francis) säädetään johtolaitteella, joka koostuu useista johtosolukkeista. Ne liitetään vivuston välityksellä johtorenkaaseen (Kuva 9), jota vuorostaan ohjataan hydraulisella servomootorilla, joka yleensä löytyy osana säätöhydrauliikkaa (Kuva 10).



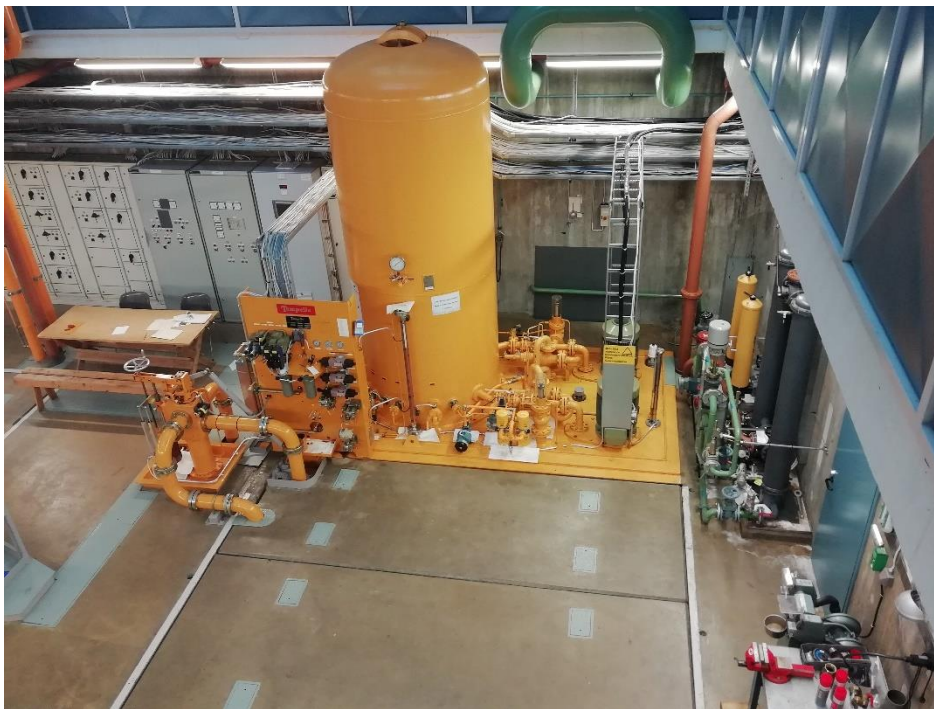
Kuva 9 Kaplan-turbiini johtorengas ja johtosolukkeet (Kelukoski 3.3.2020)

Johtolaitteen ollessa kiinni- asennossa tiivistävät johtosolukkeet toisiaan vasten siten, ettei turbiinin juoksupyörän läpi virtaa vettä. Johtorengasta kääntämällä johtosolukkeet avautuvat ja antavat turbiinikammiossa olevalle vedelle pyörivän

liikkeen, joka laittaa juoksupyörän pyörimään. Johtolaitteen avauskulmalla säädetään turbiinin läpi menevää virtaamaa ja turbiinin antamaa akselitehoa

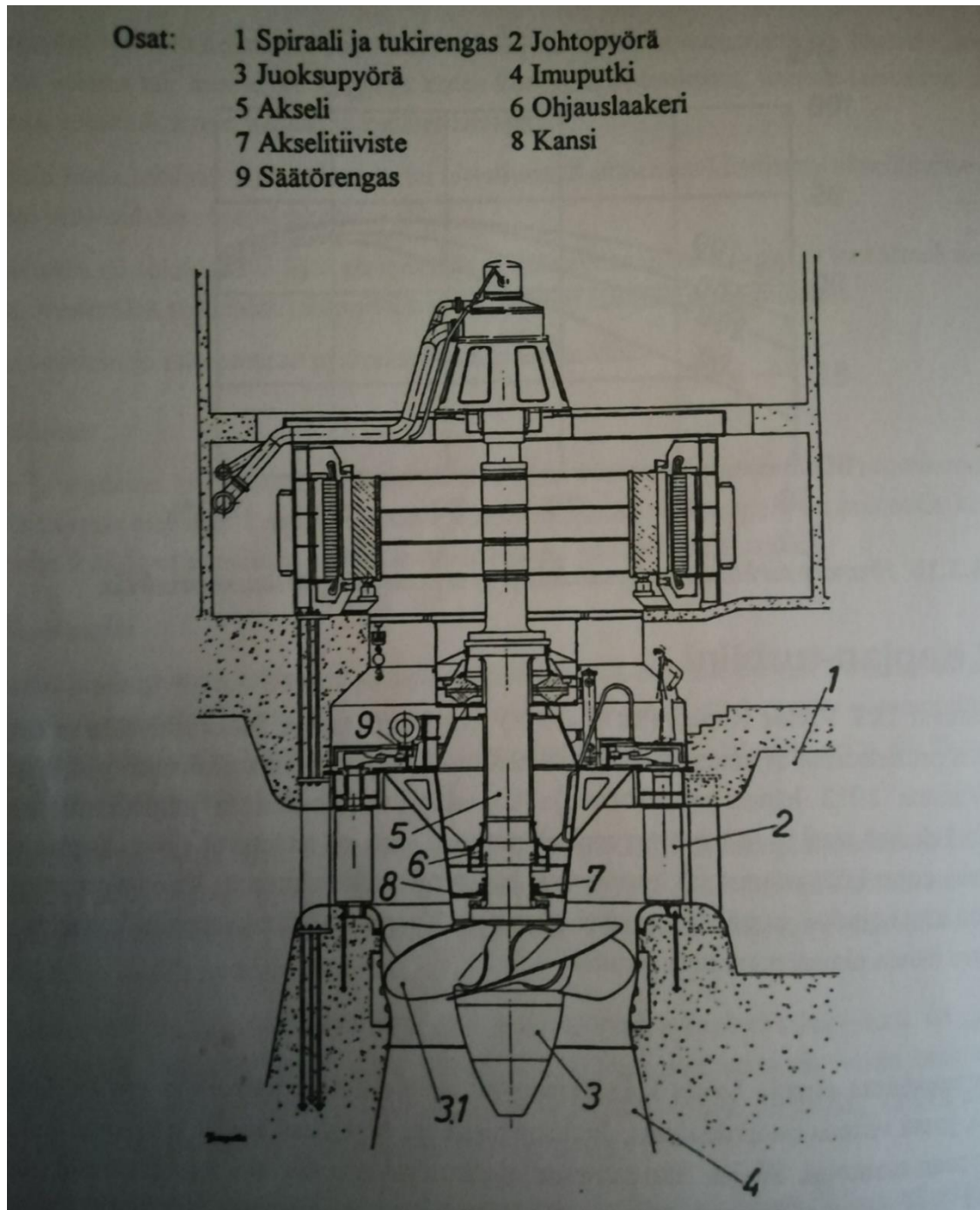
Kaplan-turbiinit soveltuvat pienille pudotuskorkeuksille ja Francis-turbiinit puolestaan soveltuvat keskisuurille pudotuskorkeuksille. (Kauppinen 2018, 235.)

Kaplan-turbiineja käytetään paljon, sillä niidensoveltuvuusalue on laaja. Veden pudotuskorkeus voi vaihdella 2-70 metriä. Se soveltuu hyvin Suomen oloihin ja onkin maamme yleisin vesiturbiinityyppi. Se on potkurityyppinen turbiini, jossa on säädettävät lavat. Lajoja on yleensä neljä tai viisi ja niiden kulmaa säätelemällä voidaan turbiinin tehoa säädellä käynnin aikana. Siksi sen hyötysuhde on 91 - 95%. Turbiinin vahvuus on siinä, että hyötysuhde saadaan pysymään korkeana, vaikka putoamiskorkeus tai vesimäärä muuttuisi merkittävästi.



Kuva 10 Säätöhydrauliikka (Kurittukoski 3.3.2020)

Kaplan-turbiinin juoksupyörän kammion muotoilu on erittäin tärkeä koneen toiminnan ja hyötysuhteen kannalta. Myös kammio on alttiina varsin suurille rasituksille. Rakohäviöiden vähentämiseksi kammio muotoillaan yleensä pallomaiseksi juoksupyörän keskiökorkeuden kohdalta. Vesitie juoksupyörän kohdalta tehdään spiraalimaiseksi. Kaplan-turbiinin juoksupyörässä veden virtaus on aksiaalinen. (Kauppinen 2018, 236.)



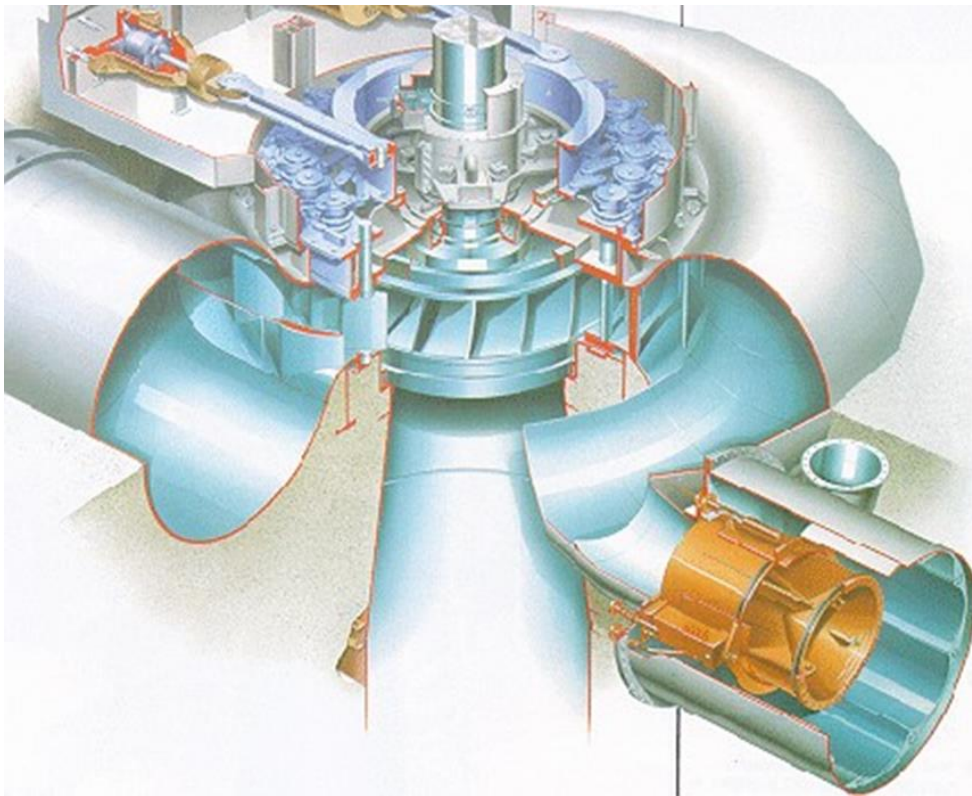
Kuva 11 Kaplan-turbiini (Perttula 2000, 110)

Francis-turbiini

Francis-turbiinin (Kuva 12) vesi tulee spiraalia myöten kiinteille tai säädettäville solukkeille, jotka ympäröivät juoksupyörän koko kehää. Tämän jälkeen solukkeiden lävitse vesi virtaa juoksupyörälle. Francis-turbiineja voidaan käyttää putouksissa, joiden korkeus on 5 – 700 metriä. Turbiinit tehdään usein pystyakselisiksi ja juoksupyörä on kiinteälapainen. Lapojen lukumäärä on yleensä 16-21 kpl. Turbiinin erinomaisuus muihin verrattuna on, että se pystyy toimimaan pumppuna.

Se on ikään kuin keski- pakopumppu väärinpäin. Keskipakopumpussa nopeasti pyörivät siivet panevat nesteen pyörimisliikkeeseen. Keskeiskiihtyvyyden vaikutuksesta neste syöksyy ulos pumpun kehällä olevasta aukosta, jolloin pyörän navan tienoilla syntyy imu.

Vesikanava on rakennettu spiraalimaiseen muotoon, joka kiertää turbiinin ohjaten veden juoksupyörän ulkokehältä sisäkehälle ja poistuu juoksupyörän keskeltä. Tehoa voidaan säädellä turbiinin ulkokehän läheisyydessä sijaitsevilla solukkeilla eli johtosiivillä. Tällä tavoin hyötysuhde on noin 90 %. (Kauppinen 2018, 236-237.)



Kuva 12 Fransis-turbiinin rakennekuva (Chalmers 2014)

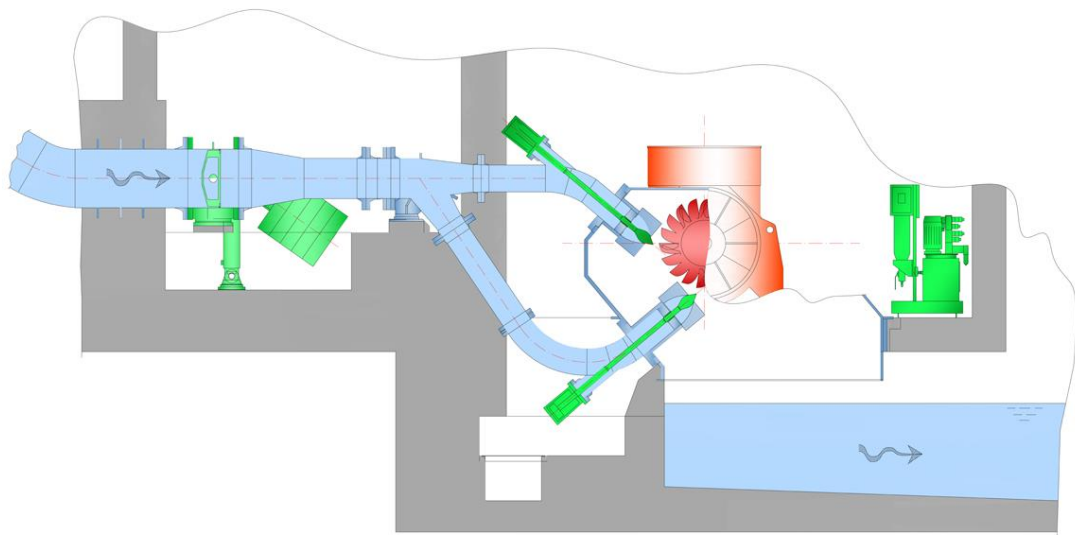
Aktio- eli impulssiturbiinit

Aktioturbiineissa juoksupyörä saa pyörimisliikkeensä vesisuihkusta, jonka suunta muuttuu juoksupyörässä. Veden nopeus ennen juoksupyörää on suurempi kuin juoksupyörän jälkeen. (Kauppinen 2018, 237.)

Pelton-turbiinit

Pelton-turbiinit (Kuva 13) soveltuvat suurille putouskorkeuksille. Pelton-turbiinit ovat aktio- eli tasapaineturbiineja, ja ne ovat vaaka-akselisia. Pelton-turbiinit soveltuvat kohteisiin, joissa on suuria vesiputouksia. (15-2000 m korkeita)

Turbiiniin vaikuttaa pääasiallisesti paineen sijasta veden liike-energia, joka muutetaan suuttimen muotoisessa johtolaitteessa. Vesi ohjataan suihkuna turbiinin kuppeihin ja veden kineettinen energia saa turbiinin pyörimään. Pelton-turbiinit ovat tavallisesti osittaissyötettyjä, joissa vettä johdetaan suuttimista vain osalle juoksupyörän kehää. Pelton-turbiinien säätö tapahtuu suuttimien neulaventtiileillä.



Kuva 13 Pelton-turbiini havainnekuva (MAVEL 2005)

Juoksupyörän lavat ovat kaksoiskauhan (Kuva 14) muotoisia ja jakavat vesisuihkun symmetrisesti kahteen osaan. Tällöin juoksupyörän laakeriin ei tule akselin suuntaista rasiutusta.

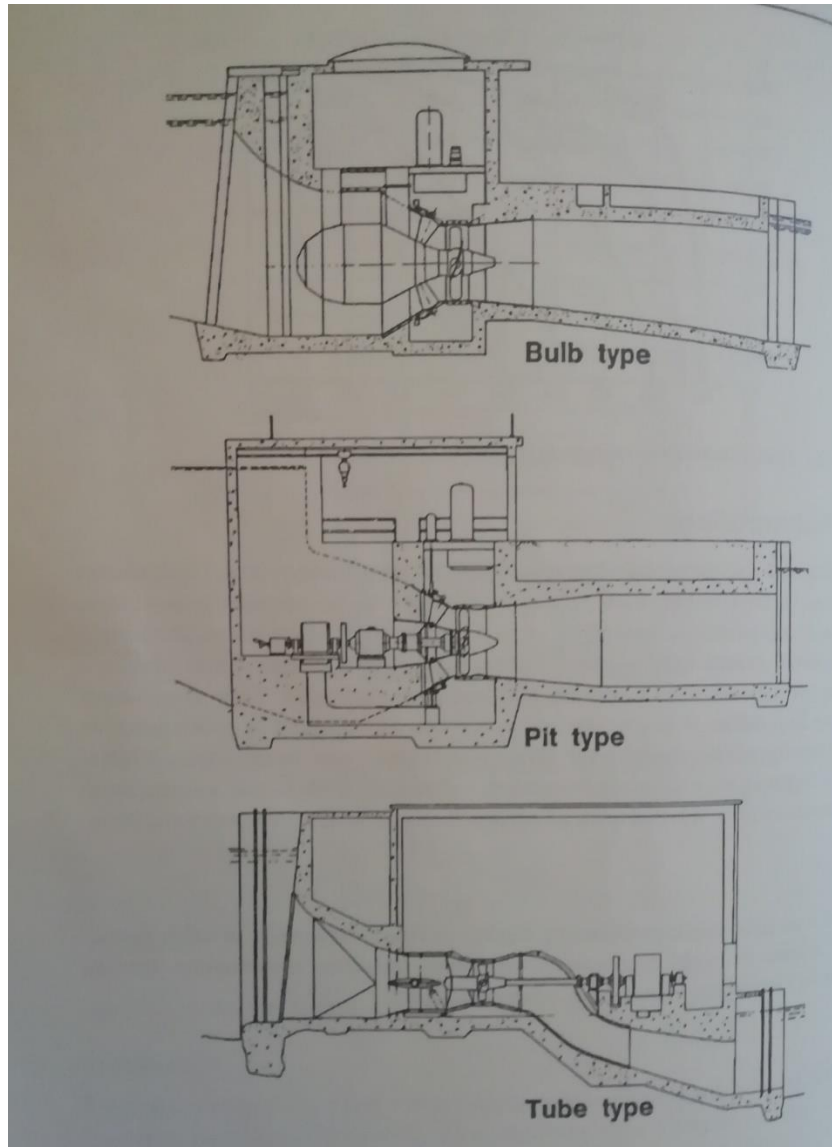


Kuva 14 Kaksoiskauha, Pelton-turbiini (saVRee 2019)

Suuttimia avataan tietyn sekvenssin mukaan. Turbiinissa on kuppeja, joihin vesivirta ohjataan tietyllä nopeudella. Pienet Pelton-turbiinit rakennetaan yleensä vaaka-akselisina ja suuret pystyakselisina. (Kauppinen 2018, 237.)

Putkiturbiinit

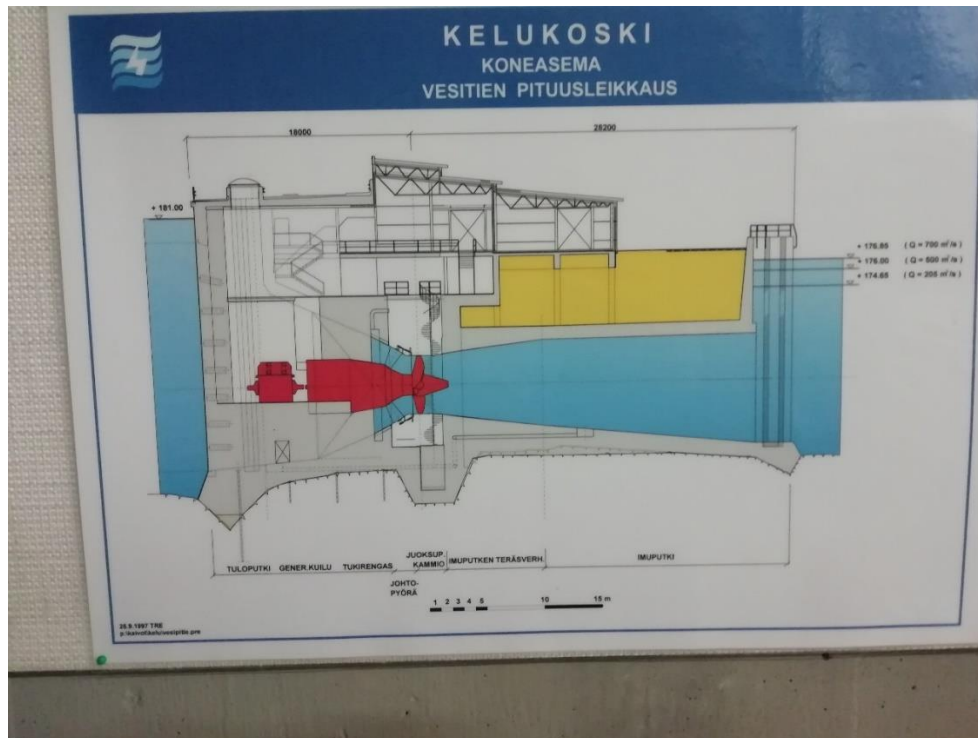
Putkiturbiinit soveltuvat mataliin putouksiin ja vesistöihin, joissa on pieni virtaama. Sen juoksupyörinä käytetään Kaplan- tai potkurityyppistä turbiinia. Putkiturbiinimalleja on useita (Kuva 15), ja ne soveltuvat eri käyttökohteisiin tapauksen mukaan. Juoksupyörä sijoitetaan yleensä vaakasuoraan putkeen.



Kuva 15 Putkiturbiinityyppejä (Perttula 2000, 112)

Johtosiivet sijaitsevat kartiopinnalla ja ovat muodoltaan kiilamaiset. Generaattori sijaitsee putken ulkopuolella tai putken sisällä olevassa kapselissa. Putkiturbiineja on muun muassa putkiturbiinit, joissa on säädettävät johtopyörän siivet (solukkeet) ja juoksupyörä on kiinteä sekä semi-Kaplanit, joissa vastaavasti juoksupyörät säädettävät ja solukkeet kiinteät. (Kauppinen 2018, 238.)

Suomessa on käytössä pääasiallisesti Pit Type -mallisia vesivoimalaita, josta havainnekuvana Kelukosken vesivoimalaitoksen rakenteesta (Kuva 16).



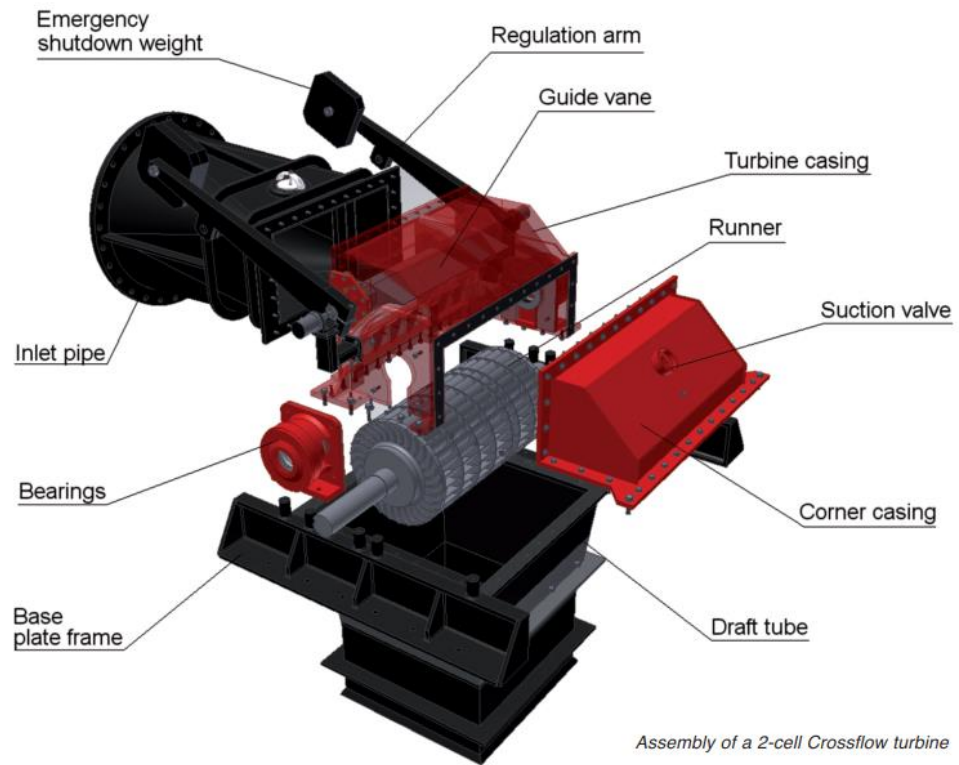
Kuva 16 Havainnekuva Kelukosken voimalaitoksen rakenteesta (3.3.2020)

Crossflow-turbiini

Crossflow-turbiini (Kuva 17) on vaak akselinen, se soveltuu 3-200 m korkuisiin purouksiin ja vesistöihin, jonka virtausnopeus on 0,03- 13 m³/s välillä. (Kauppinen 2018, 239-240.)

Turbiini on osittaisyötetty kuten Pelton-turbiinit, eli kavitaatiota ei ilmaannu. Crossflow-turbiinissa veden virtausta voidaan säädellä niin että, joko 1/3, 2/3 tai 3/3 koko juoksupyörän pinta-alasta on käytössä. Täten saadaan tasaisempi hyötysuhde, riippuen virtaaman määrästä. Turbiinin hyötysuhde ei kuitenkaan ole missään olosuhteessa yli 87 % ja keskimäärin se on 80 %. (Kauppinen 2018, 239-240.)

Vesikanava voidaan rakentaa niin, että vesivirtaus kohti juoksupyörää on joko vaakasuoraan tai pystysuoraan. Johtosiipien kulmaa säätelämällä saadaan muutettua veden virtausta optimaaliseksi ennen juoksupyörää. Turbiini on suunniteltu kestämään pidemmän aikaa ilman erityisen huollon tarvetta ja myös niin, että ammattitaidoton pystyy asentamaan ja laittamaan sen toimintakuntoon. (Kauppinen 2018, 239-240.)



Kuva 17 Crossflow-turbiinin rakenne. (CINK Hydro-energy 2020)

4 KÄYTÖNAIKAISET HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOTYÖT

4.1 Viat

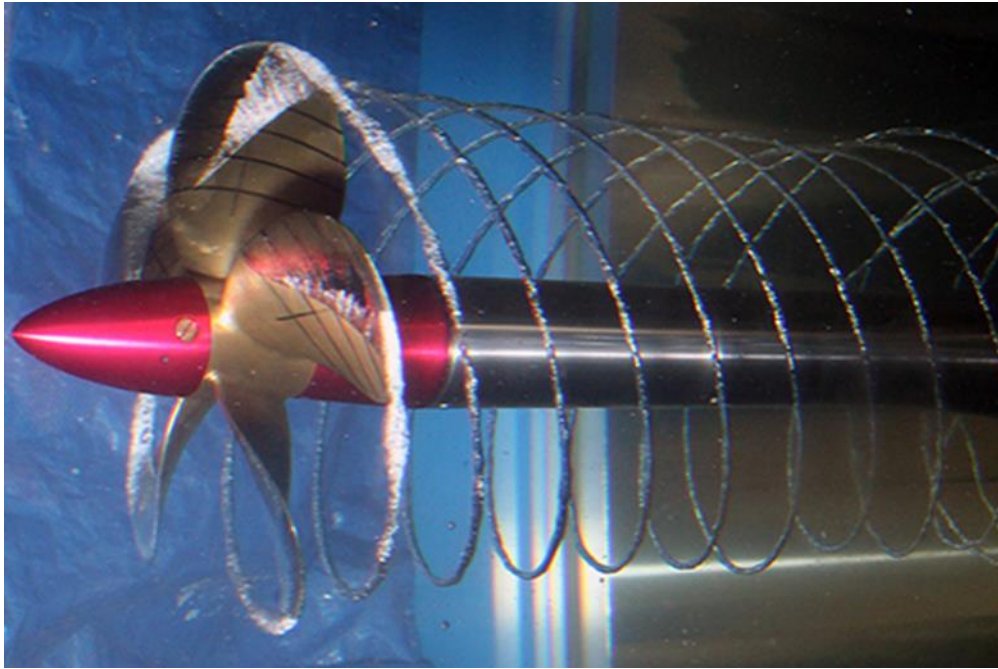
Vesiturbiinit toimivat yleensä luotettavasti. Turbiinin pysäyttäviä ja tuotannon seisauksiin johtavia vikoja esiintyy hyvin harvoin. Vesiturbiinin vikoja voivat olla muun muassa typpikaasu, vesi tai öljyvuodot. Myös vuotovesipumppujen ongelmat, suodattimen tukkeutuminen, erilaiset anturi- tai kytkinviat sekä muutokset lämpötiloissa tai virtausongelmat akselitiivisteessä voivat aiheuttaa seisakkeja. (Kauppinen 2018, 240.)

Pahimmat ja vaarallisimmat viat liittyvät täyteen ryntäykseen, kun säätöjärjestelmä on mennyt täysin epäkuuntoon ja on hallitsematon juoksupyörän siipi ja joutopyörä ovat väärässä kulmassa. Tätä ei kuitenkaan ole koskaan tapahtunut Suomessa käytännössä. Riittävän pitkään koneen rynnätessä täysillä koko koneiston on mahdollista hajota. (Kauppinen 2018, 241.)

Liian nopean sulkuajan ja pitkän imuputken vuoksi, juoksupyörän alla saattaa esiintyä täydellinen alipaine, minkä seurauksena virtaussuunta imuputkessa muuttaa suuntaa ja palaavat vesimassat saavat aikaan voimia, joita turbiinia ei ole suunniteltu kestävänsä. Tapahtuessaan tämä johtaisi turbiinin hajoamiseen. Vika on esiintynyt pienimuotoisena, jossa vahingot ovat olleet pahimmillaan veden joutuminen voimalaitostiloihin. (Kauppinen 2018, 241.)

Kavitaatio

Ilmiön hallitseminen teknisin ratkaisuin on tärkeää vesivoimalaitoksissa. Uudet vesiturbiinit suunnitellaan niin, että kavitaation vaikutus rakenteeseen on mahdollisimman pieni. On tapaus, jossa uuden vesiturbiinin lavat ovat tuhoutuneet kavitaation vuoksi jo kolmen kuukauden käytön jälkeen. Juoksupyörän ja turbiinikammion uudelleen muotoilulla kavitaation vaikutusta turbiiniin on onnistuttu vähentämään. (Kauppinen 2018, 243-244.)



Kuva 18 Kavitaatio (SKLOE 2018)

Kavitaatiota esiintyy reaktioturbiineissa, joissa vesi kulkee turbiinin ohi antaen rotaatiovoimaa juoksupyörän lapojen avulla, eli turbiinit, jotka ovat käytännössä melkein kokonaan veden ympäröimänä (esim. Francis- ja Kaplan-turbiinit). Kavitaation voi kuulla terävänä iskuina tai ritinä turbiinissa. Ääni aiheutuu liian suuresta vesimäärästä, joka virtaa turbiiniin tai liian suuresta imukorkeudesta.

Kavitaation voi poistaa turbiinin juoksupyörän oikealla sijoittamisella alavesipintaan nähden. Kavitaation esiintymisen riskiä pienennetään hyvällä suunnittelulla. Kavitaation mahdolliseen esiintymiseen vaikuttavat kaikki turbiiniin liittyvät seikat, muun muassa turbiinin koko, lapakulmien asteisuus, lapojen koko, pyörimisnopeus, veden virtaus ennen ja jälkeen turbiinia, turbiinin sijoitus rakenteessa.

(Kauppinen 2018, 243-244.)

4.2 Vesiturbiinin vikojen huolto, korjaus ja ennalta ehkäisy

Asennuksissa on syytä olla huolellinen silloin kun vuotoja korjataan. Akselitiivisteiden veden virtausongelmat pyritään ennalta ehkäisemään valitsemalla vesisuodatin oikein. Suodattimia ja putkia on puhdistettava riittävän usein sekä käytetään automaattihuuhtelua. Vuotovesipumppujen tila ja ohjaavat kytkimet on pidettävä puhtaana. Öljynsuodattimia vaihdetaan tai puhdistetaan säännöllisesti ja riittävän usein. Anturiviat on pyrittävä estämään anturi valinnoilla. Vikatilanteessa anturi vaihdetaan. Lämpötila ongelmat pyritään välttämään sijoittamalla laitteet (hydrauliikka) oikein ja lisäämällä jäähdytystä/lämmitystä. (Kauppinen 2018, 241.)

4.3 Huollot- ja tarkastukset

Seuraavassa käydään läpi ohjeistusta vikojen sattuessa, samoin käsittelemme myös turbiinin vakaan käymisen ylläpitämiseksi tarvittavat säännölliset määräaikaishuollot. Vikoja korjaavat huollot suoritetaan välittömästi vian esiintyessä. Määräaikaishuoltoihin kuuluvat suodattimien vaihdot tai puhdistukset (vesi- tai öljysuodattimet) puhdistukset. (Kauppinen 2018, 240.)

Määräaikaistarkastuksena tarkistetaan viikoittain lämpötilat, pinnat, paineet, virtaukset, vuodot, äänet. Automaatio valvoo useimpia, mutta visuaalinen tarkastus kuuluu viikoittain tehtäviin tarkastuksiin. Kerran vuodessa tarkistetaan valvontaja varolaitteiden toiminta, säätölaitteiden toiminta, hydraulikan tarkastukset ja öljynäytteet. (Kauppinen 2018, 240.)

4-8 vuoden välein tehdään painelaitetarkistukset, akselitiivisteiden tarkastus tai huolto, laakerinvälystarkastukset, vesitietarkastukset juoksupyörän toiminnalliset välykset mitataan, johtopyörän tiiveys mitataan, tarkastetaan siivet ja kammio kavitaaation varalta, maalipinnat tarkistetaan ja arvioidaan paikkamaalauksen tarve, siipitiivisteiden kunto arvioidaan. Vaihdehuollot tehdään vaihdevalmistajan ohjelman mukaan. (Kauppinen 2018, 240.)

4.4 Vesiturbiinin perusparannus

Vesivoimalaitosten koneistoja kunnostetaan tai uusitaan 15-20 vuoden välein. Peruskorjauseisokeissa muun muassa uusi juoksupyörä vesinapoiheen vaihdetaan vanhan tilalle ja laitteita uusitaan osittain tai kokonaan. Uudet turbiinit osataan mitoittaa entistä tarkemmin. Hyötysuhde on parhaalla tehoalueella 3-4 % aiempaa korkeampi ja selkeästi parempi laajemmalla tehoalueella. (Kauppinen 2018, 241.)

Vesiturbiinin perusparannukseen tärkeimmät ja eniten vaikuttavat tekijät ja syyt vesiturbiinien modernisointiin ovat yleensä ne, että lähes kaikki rakentamiskelpoiset kosket on jo rakennettu tai suojeltu luontoarvojen takia. Kasvanutta vesivoiman kysyntää ei voida paikata vain rakentamalla uusia vesivoimalaitteita, joten jo olemassa olevista on saatava tehoa enemmän ja paremmalla hyötysuhteella tuotannon kasvattamiseksi. On syntynyt tarve nopeasti säädettävistä, korkean huipputehon ja -virtaaman tuottamista vesiturbiineista. Aiemmin vesivoimaa käytettiin perusvoimana, mutta tuuli- ja aurinkoenergian lisääntyvän käytön myötä vesivoimaa käytetään etenevässä määrin säätövoimana. (Jurvansuu 2011; Kauppinen 2018, 241).

Alakanavan eli imukanavan muoto eli rakenne, ratkaisee eniten uuden uusien turbiinin siipien suunnittelussa, koska imukanavaa ei yleensä muuteta rakennustöiden kustannusten takia. Muutokset tehdään imukanavien ehdoilla. Imuputken syötön hallinnalla on tärkeä merkitys erityisesti olemassa olevien voimalaitosten nykyaikaistamisen yhteydessä, sillä muutostyöt ovat kalliita. Vanhat imuputket on usein suunniteltu ilman virtauksen numeerista mallinnusta, eivätkä niiden ominaisuudet ole välttämättä optimaalisia kyseisen voimalaitoksen olosuhteisiin. Tällöin voimalaitoksen uusi juoksupyörä on suunniteltava imuputken ehdoilla, sillä vääränlainen syöte imuputkelle voi pudottaa turbiinin tehoa ja hyötysuhdetta huomattavasti. (Virtanen 2011; Kauppinen 2018, 242). Oikein modernisoitujen vesiturbiinien kokonaishyötysuhde voi olla 93 – 95 %:n luokkaa. (Kauppinen 2018, 242.)

Vesiturbiineja modernisoidaan, koska uudella juoksupyörällä saadaan lisää läpäisyä eli virtaama kasvaa ja sen myötä teho sekä hyötysuhde. Vanha napa korvataan ympäristöystävällisellä vesinavalla. Samalla tarvittaessa huolletaan tai uusitaan generaattori. (Kauppinen 2018, 242.)

Joskus myös turbiinin siipiä tai akselia vaurioittanut kavitaatio aiheuttaa turbiinin modernisoinnin. Vesiturbiinien modernisoinnin jälkeen tehot ja hyötysuhde paranee huomattavasti. Oikein modernisoitujen vesiturbiinien kokonaishyötysuhde on 93 – 95 %. Yli 90 % virtaavan veden energiasta saadaan sähköksi. Kehittynyt säätötekniikka mahtuu pienempään turbiinin napaan. Näin vesitien poikkileikkausala kasvaa ja turbiinin läpi kulkeva vesimäärä suurenee. Mitoitusvesimäärä voi kasvaa 10-15 %. Tällöin teho kasvaa, jos vettä on käytettävissä riittävästi. (Kauppinen 2018, 242.)

5 HYDRAULIKOMPONENTTIEN RAKENNE, KÄYTTÖIKÄ JA HUOLTOVALMIUS

Hydraulikomponenttien huollon tai vaihdon tarpeen määrittäminen teollisuuden alalla on vaikeaa. Harvoin valmistajat edes mainitsevat käyttöikää tai ohjeita käyttöiän ylläpitämiseen missään ja sen tiedon saaminenkin on yleensä välillä haastavaa. Komponenttien ollessa käytössä on myös kunnonvalvonta välillä haastavaa, sillä harvoin oireet näkyvät ulospäin. Liian aikainen huolto kasvattaa kustannuksia, kun taas liian pitkälle venytetty huolto voi tulla kalliimmaksi vian laajetessa, erilaisten rikkoutumisten myötä, jotka ovat jälkiseurauksena vikaantuneen komponentin vuoksi. Voimalaitoksessa elintärkeän, yksittäisen komponentin vikaantuminen voi pysäyttää koko voimalaitoksen sähköntuotannon, mikä taas voi vaikuttaa laajemmallekin alueelle voimalaitoksen vaikutusalueella. Tästä syystä kriittisten komponenttien käyttöiän tarkastelu on tärkeää. (Polovko 1963; Immonen 2007, 2.)

Monet asiat vaikuttavat suuresti komponenttien käyttöikään, tällaisia ovat muun muassa öljyn laatu ja puhtausluokka, käyttöpaine, -lämpötila ja mahdolliset öljyjen lisäaineet eli öljyn laadulla on suuri merkitys komponenttien toimintaiän ja varmuuden kannalta. (Sasaki 2001 474-488; Immonen 2007,8.)

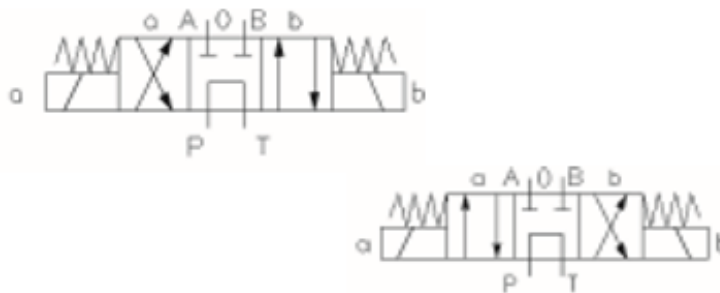
Paras käyttöiän määrittäminen on se, minkä ajan komponentti toimii edullisimmin ilman huoltoa. Tämän mukaan voidaan myös määrittää tarvittava huolto- tai vaihtoväli. Käyttöikään vaikuttaa myös, kuinka kriittisessä paikassa mahdollinen komponentti on ja minkä toiminnon osakokonaisuus se on. Komponentin vikaantumiseen voi olla monia syitä, syyt voivat olla ulkopuolisia, satunnaisia ilmiöitä, epäpuhtauksista öljyssä, männistä, tiivistimistä tai vaikka luisteista, jotka voivat jumiuttaa venttiilit tai tukkia tärkeitä kanavoita. Samanlaisen komponentin kesto voi vaihdella suuresti ja vikaantumisen syy voi vaihdella, riippuen komponentin sijainnista. (Polovko 1963; Immonen 2007,2.)

Huollon kannalta on kuitenkin tärkeämpää, että komponentin käyttöikä on lyhyempi kuin kestoikä. Käyttöikä taas riippuu paljolti, kuinka kriittinen kyseinen komponentti on järjestelmän toimivuuden kannalta ja jonka vikaantumisen huolto aiheuttaa suuret kustannukset. (Immonen 2007, 5.)

5.1 Suuntaventtiilit

Suuntaventtiileitä käytetään juurikin tilavuusvirtojen ohjaamiseen järjestelmässä oleviin järjestelmiin kuten sylinterit, moottorit, muut venttiilit. Suurin osa suuntaventtiileistä on niin sanottuja aksiaaliluistiventtiilejä. Loput tunnetuista venttiileistä ovat istukkatyyppisiä tai kiertoluistityyppisiä. Kiertoluistiventtiilit ovat käyneet yhä harvinaisemmiksi, ja toisaalta ne ovat pääasiallisesti käsiohjattuja. Istukkatyyppisiä venttiileitä jossain määrin käytetään, ja niiden käyttö voi olla perusteltuakin, mutta esimerkiksi paperiteollisuudessa ovat istukkatyyppiset venttiilit suhteellisen harvinaisia. (FLUID Finland 2003, 2.)

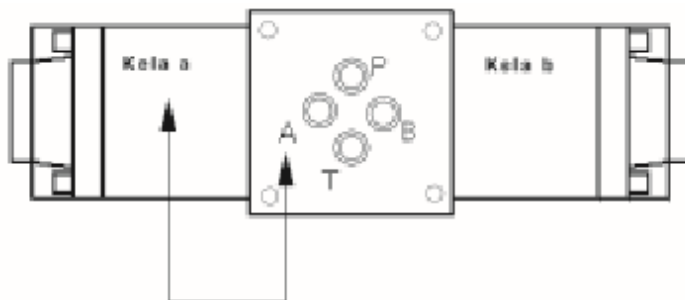
Suuntaventtiilien piirrosmerkeissä on noudatettu kahta eri esitystapaa (Kuva 19), jossa toisessa ”ristikoppi” piirretään vasemmanpuoleiseen ruutuun, ja toisessa esitystavassa vastaavasti ”suorakoppi” on piirretty vasempaan ruutuun. Venttiilien asennot on molemmissa tavoissa merkitty kirjaimilla a, b ja keskiasento numerolla 0. Ohjaukelimet (tässä esimerkissä sähköiset) on merkitty myös kirjaimilla a ja b. (FLUID Finland. 2003, 2.)



Kuva 19 (FLUID Finland 2003, 2)

P	on	paineliitântä
T	on	säiliöliitântä
A ja B	on	toimilaiteliitännät (moottorit, sylinterit...)

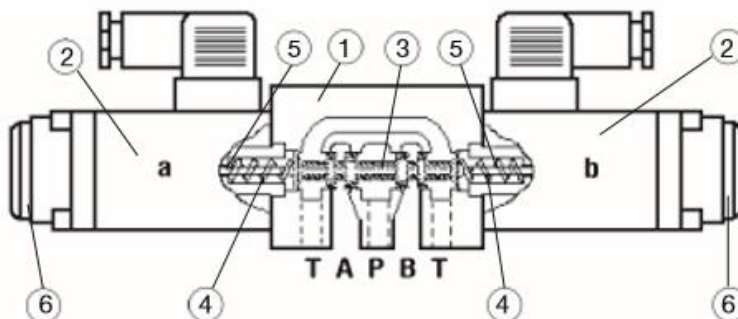
Siinä esitystavassa, jossa a-lohkossa on suorakoppi, viittaa ohjauselin a venttiin A-liitännästä lähtevään virtaukseen. Toisin sanoen, jos kela a kytketään ohjausvirta, lähtee öljy venttiin aukosta A, ja jos kela b saa ohjausta, lähtee öljy virtaamaan venttiin aukosta B. (kuva 20) Se esitystapa, jossa ristikoppi on a-lohkossa, viittaa virtausaukkoon A, mutta ei siitä lähtevään virtaukseen. Tämä esitys- ja valmistustapa näyttää olevan valmistajien keskuudessa vallitseva, vaikka molemmilla valmistustavoilla on saatavana suuntaventtiilejä. (FLUID Finland. 2003, 2.)



Kuva 20 Suuntaventtiili pohja. (FLUID Finland 2003)

5.2 Suoraohjattu sähkösuuntaventtiili

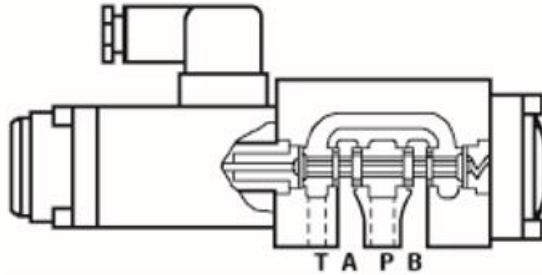
Suoraohjauksella tarkoitetaan sitä, että magneetti ohjaa luistia suoraan. Yleisessä kansankielessä sähköohjattuja venttiilejä nimitetään joko magneetti- tai solenoidiventtiileiksi. Magneeteista ja solenoideista käyttää moni hydrauliiikan virtuoosi myös nimitystä kela. Keloja onkin sitten saatavissa lähes jokaiselle standardisoiduille jännitteille tasa- ja vaihtovirtapuolella. Kuvassa 21 on esitetty suoraohjatun magneettiventtiilin toiminta. (FLUID Finland. 2003, 5.)



Kuva 21 Suoraohjattu sähköventtiili. (FLUID Finland 2003, 5)

Venttiilin runko (1)	Solenoidi (2)	Luisti (3)
Keskitysjoussi (4)	Työntöpinna (5)	Käsinohjaus (6)

Venttiilin toiminta: Kelan a saadessa ohjausvirtaa työntää työntöpinna 5 luistia 3 oikealle keskitysjousta 4 vasten. Tällöin avautuu virtaus P-aukosta B-aukkoon, ja vastaavasti paluuvirtaus A-aukosta T-aukon kautta takaisin säiliöön. Kun ohjausvirta poistetaan keskittävät jouset 4 luistin keskiasentoonsa. Ohjausvirran muodostuessa b-kelalle saadaan peilikuva edellä kerrotusta toiminnasta (Kuva 22). (FLUID Finland 2003, 5.)

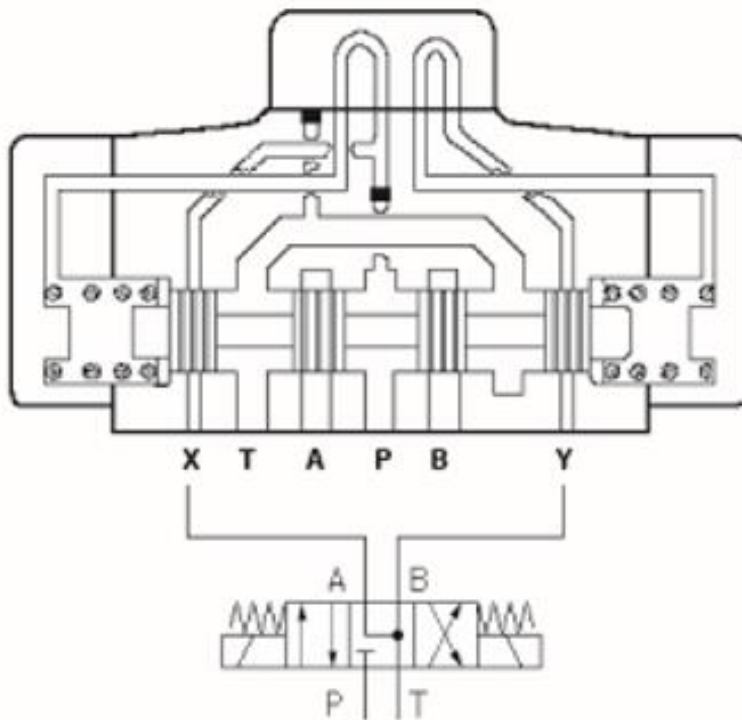


Kuva 22 Sähköohjattu suuntaventtiili, (FLUID Finland 2003, 6)

5.3 Sähköisesti esiohjattu suuntaventtiili

Suoraohjattuja venttiileitä rakennetaan yleensä noin sadan litran minuuttituotoille saakka. Tästä eteenpäin alkaa virtauksesta johtuvat häiritsevät voimat kasvaa niin suureksi, että ne häiritsevät magneetin toimintaa, jolloin siirrytään esiohjaukseen. Esiohjauksen pääperiaate on se, että käytetään hydraulisesti ohjattua suuntaventtiiliä, jota ohjataan suoraohjatulla magneettiventtiilillä, jota slangikielessä kutsutaan "pilottiventtiiliksi". (FLUID Finland. 2003, 6.)

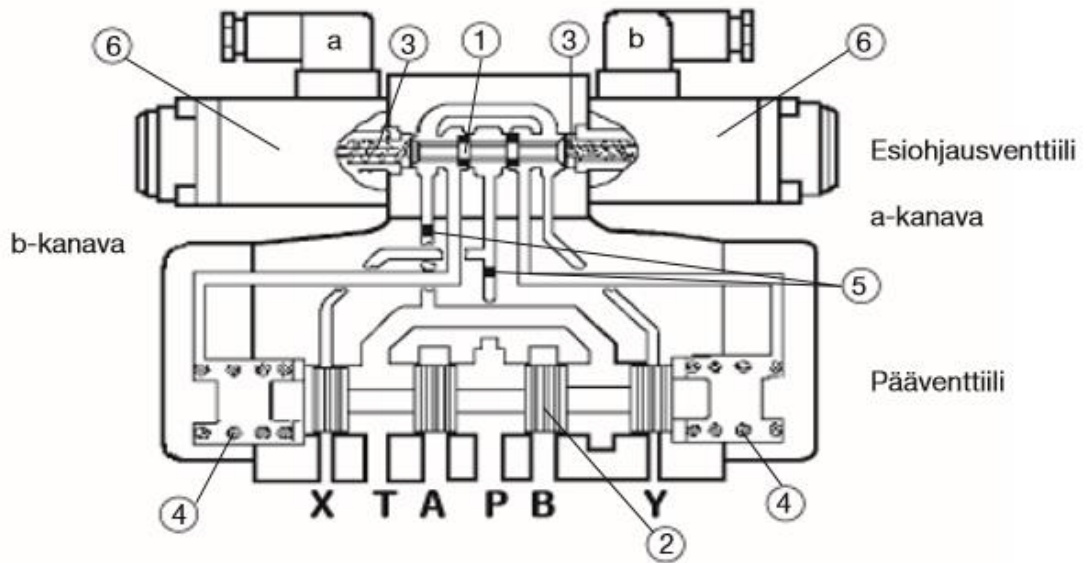
Ohjauspaine pilottiventtiilille voidaan "ottaa" pääventtiilin paineliitännän kautta, tai jos halutaan käyttää esimerkiksi pienempää ohjauspainetta, voidaan käyttää X-liitintä. Esimerkiksi, jos järjestelmän työpaine on jatkuvasti korkea (yli 150 baria), on järkevää alentaa ohjauspaine pienemmäksi, jotta käyttöikä ja huoltoväli kasvaisi. Yleensä pääluisti ohjautuu jo 5...10 barin ohjauspaineella. (FLUID Finland. 2003, 6.)



Kuva 23 Esiohjattu venttiili. (FLUID Finland 2003, 6)

Ohjausvirran kytkeydyttyä kelalle (Kuva 24) a työntää magneettiankkuri esiohjausluistia 1 jousista 3 vasten, jolloin ohjauspaine pääsee vaikuttamaan a-kanavan kautta pääluistin 2 jousikammioon. Ohjauspaineen vaikutuksesta pääluisti siirtyy vasemmalle avaten päävirtauksen P-aukosta A-aukkoon. Paluuvirtaus alkaa samanaikaisesti virrata B-aukosta T-aukkoon ja sieltä edelleen säiliöön. (FLUID Finland. 2003, 6.)

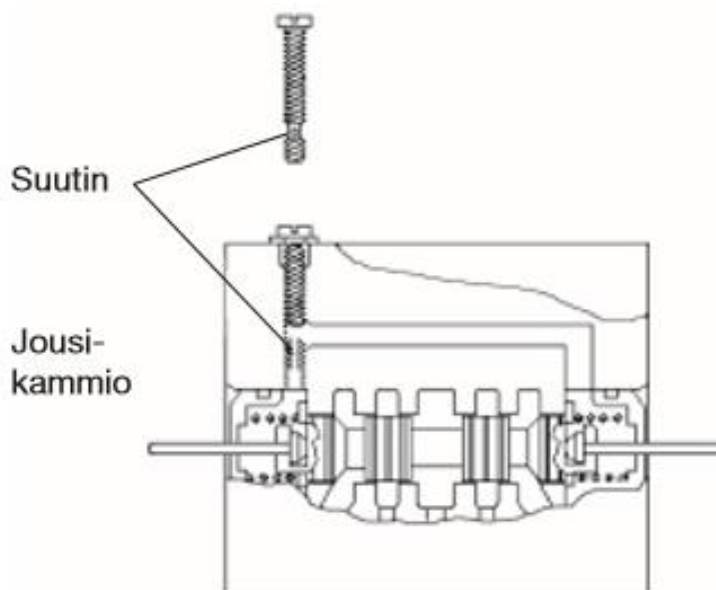
Pääluistin 2 siirtyessä vasemmalle pakenee öljy b-kanavan ja esiohjausventtiiliin kautta säiliöön, joko Y-kanavan kautta tai pääventtiiliin T-aukon kautta riippuen siitä, onko Y-kanavan "R"-tulppa (5) paikallaan vai ei. Esiohjausosan ohjauspaine "otetaan" joko X-kanavasta tai P-aukon kautta riippuen myös ohjauspaineen "R"-tulpan olemassaolosta. Kun ohjausvirta katkaistaan kelalta a, keskittävät esiohjausventtiiliin keskitysjouset luistin 1. Tällöin purkautuu ohjauspaine pääluistin jousikammioista a-kanavan kautta säiliöön, ja näin pääsevät pääluistin keskitysjouset 4 toimimaan. Kytettäessä ohjausvirta b-kelalle saadaan edellä kerrotun toiminnan peilikuva. (FLUID Finland. 2003, 6.)



Kuva 24 Esiohjattu venttiili. (FLUID Finland 2003, 6)

Luistin siirtonopeus

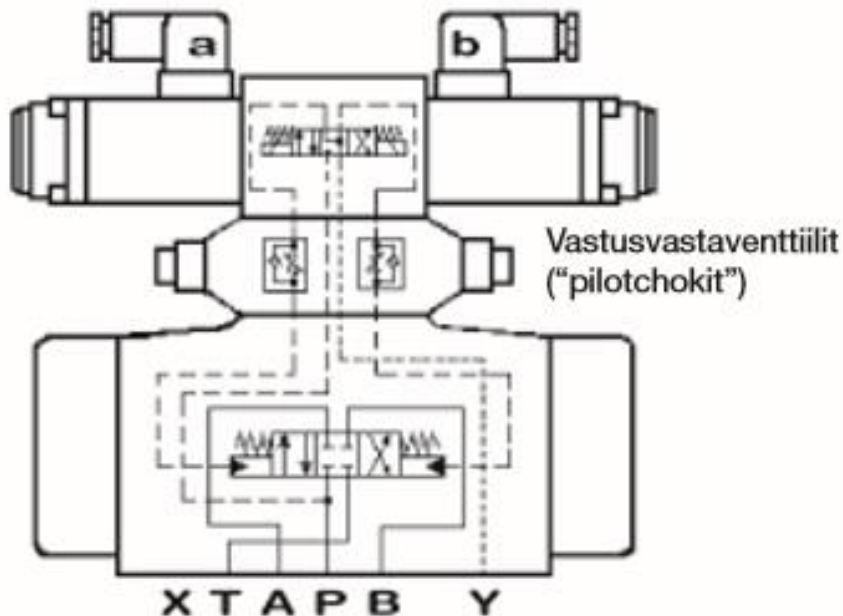
Eräs suuntaventtiileihin liittyvä ongelma on luistin liian suuri nopeus. Suoraohjatun venttiilin luisti liikaa keskiasennosta ääriasentoon 15...30 millisekunnissa. Nopeus on niin suuri, että se aiheuttaa ikäviä paineiskuja putkistoon, ja saattaa näin vaurioittaa ja lyhentää komponenttien ja putkistojen käyttöikä. Lisäksi paineiskut aiheuttavat aina ikävää melua hydraulisessa järjestelmässä. Pehmeän kytkeytyvyyden aikaansaamiseksi tavanomaisessa hydraulikassa voidaan toki tehdä jotain. (FLUID Finland 2003, 6.)



Kuva 25 Säättö. (FLUID Finland 2003, 7)

Venttiilin rungossa on kanava, joka yhdistää luistin molemmat päät toisiinsa. Kanava on täynnä öljyä, ja joka kerta kun luisti liikahtaa, joutuu öljy siirtymään puolelta toiselle. Kun öljyn siirtymistä kuristetaan, saadaan aikaan luistille vastapaine, jonka sitten pitäisi hidastaa luistin nopeutta. Kuristus saadaan aikaan kuusiokoloavaimen mentävällä suuttimella. Hankaluutena on se, että sopivan vastapaineen aikaansaamiseksi on kokeiltava erilaisia suuttimia, mikä saattaa kestää kauan. (FLUID Finland. 2003, 6.)

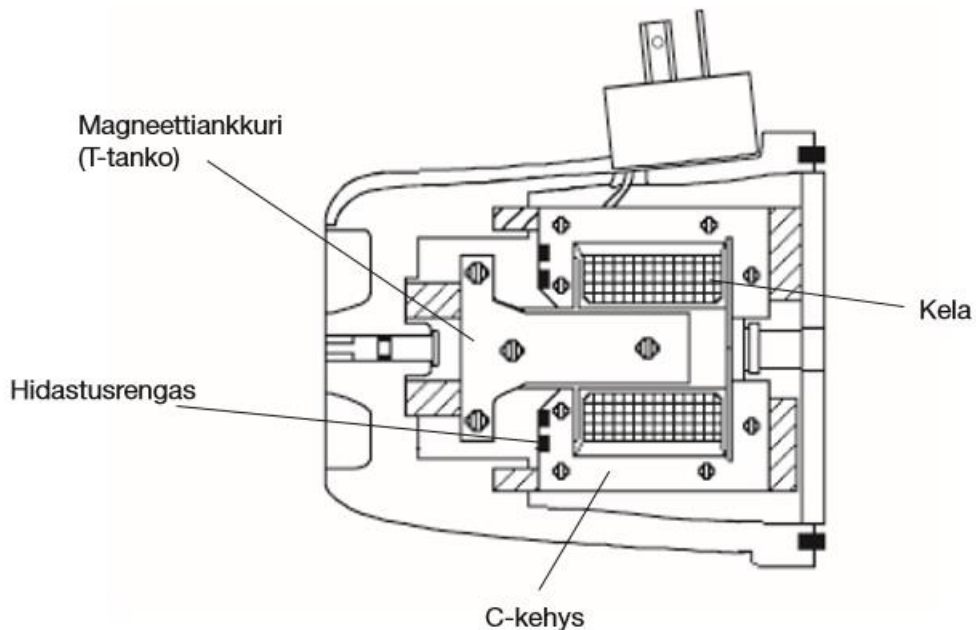
Esiohjatuissa venttiileissä käytetään ohjauskanavissa vastusvastaventtiilejä, joista voidaan portaattomasti valita sopivin luistin liikenopeus. Vastusvastaventtiileistä käytetään tässä yhteydessä slanginimitystä "pilotchokit". Edellä mainitut pilotchokit asennetaan esiohjausventtiin ja pääventtiin väliin kuvan 17 osoittamalla tavalla. Mikäli edellä kerrottu ohjausvirtojen kuristaminen ei riitä, tai se on käytön kannalta hankalaa, voidaan siirtyä pois tavanomaisesta hydraulikasta ja siirtyä proportionaalitekniikkaan, jolloin ainakin pehmeään kytkeytyvyyteen liittyvät ongelmat pitäisi ratketa. (FLUID Finland. 2003, 6.)



Kuva 26 Pilotchok. (FLUID Finland 2003, 6)

5.4 Solenoidit

Sähköohjatuissa suuntaventtiileissä luistia ohjaavat solenoidit, joista kuten edellä mainittiin, käytetään myös nimitystä kela tai magneetti. Solenoideja on saatavissa kaikille standardisoiduille jännitteille, käytännössä teollisuudessa käytetään yleensä 220 voltin vaihtovirtakeloja, tai 24 voltin tasavirtakeloja. Vaihto- ja tasavirtakelat jakautuvat puolestaan öljy- ja ilmakylpykeloihin. (FLUID Finland 2003, 8.)



Kuva 27 Solenoidi, vaihtovirtakela. (FLUID Finland 2003, 8)

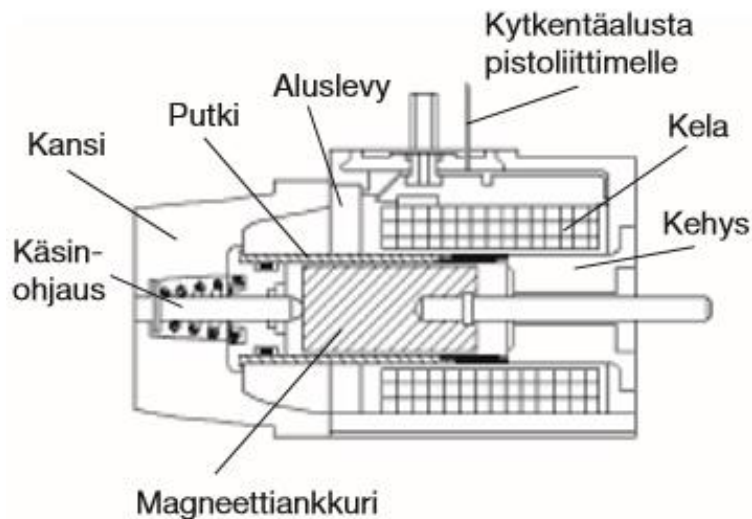
5.4.1 Vaihtovirtakela

Suomessa käytetyissä vaihtovirtakeloissa käytetään 220 voltin jännitettä, jonka taajuus on 50 Hertziä. Vaihtovirtakelat ovat käyttöikänsä pitkiä, kestäviä ja magneetin voima on suuri. Tärkeintä vaihtovirtakelan toiminnan kannalta on se, että kelan sisällä oleva magneettiankkuri pääsee liikkumaan koko matkan virran kytkeydyttyä kelalle. Tämä siitä syystä, että jännitteen muodostuessa kelalle kasvaa sähkövirta sinä aikana, kun magneettiankkuri liikkuu kelan sisään, eli kelalle muodostuu niin sanottu "vetovirta". Kun magneettiankkuri on päässyt liikkeensä loppuun, putoaa sähkövirta niin sanottuun "pitovirtaan", joka on noin 6 - 7 kertaa vetovirtaa pienempi. Jos magneettiankkuri jostain syystä jumittuu kesken liik-

keensä, jatkaa vetovirta kasvamistaan, mikä johtaa kelan vaurioitumiseen, eli kärähtämiseen. Kärähtäneen kelan tuntee hyvin vastenmielisestä hajusta. Edellä kuvatussa tapauksessa ei kela kärähdä välittömästi, vaan sillä on armonaikaa noin 8 - 12 sekuntia päästä suorittamaan liikkeensä loppuun. Esimerkiksi takelteleva luisti tai ruostunut magneetti saattavat aiheuttaa vaihtovirtakelan tuhoutumisen. (FLUID Finland 2003, 8.)

5.4.2 Tasavirtakela

Tasavirtakeloilla ei esiinny vaihtovirtakelojen yhteydessä kuvattuja ongelmia, vaikka magneettiankkurin liike jäisikin vajavaiseksi. Virta kasvaa aina tiettyyn rajaan saakka. Yleisimmin käytetty jännite tasavirtakeloissa on 24 voltia. Ainoa ilmiö, joka joskus saattaa tuottaa päänvaivaa, on se, että virran katkettua magneettilta saattaa muodostua jopa 20-kertainen jännitepiikki vastakkaiseen suuntaan. Tällöin on vaarassa tuhoutua joitain muita sähkölaitteita. Jännitepiikkiin on varauduttu diodilla, joka estää piikin pääsyn tuhoamaan muita sähkölaitteita. (FLUID Finland 2003, 8.)

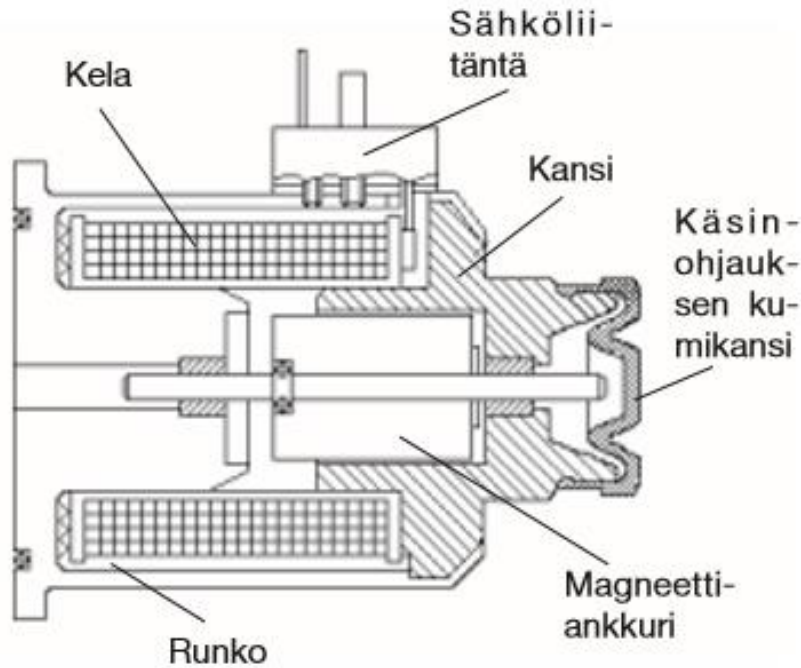


Kuva 28 Solenoidi, tasavirtakela. (FLUID Finland 2003, 8)

5.4.3 Ilmakylpykela

Ilmakylpykelasta käytetään joskus nimitystä "kuivakela". Tässä kelatyypissä on venttiilin öljytila täysin eristetty kelasta. Hyvänä puolena tällä kelalla on se, että se on halvempi, kuin vastaava öljykylpykela, eikä mihinkään erityisvalmisteluihin tarvitse ryhtyä, kuten ilmaamiseen ja säiliökanavissa olevan paineen rajoittamiseen. Huonona puolena on se, että kela saattaa ruostua kondenssi-ilmiön seurauksena. Tällöin kela ei toimi ollenkaan, tai toimii ajoittain, silloin kun sitä huvittaa. Jos käytössä on vaihtovirtakela, on kelan täydellinen tuhoutuminen vaarassa. Esimerkiksi paperiteollisuudessa pituusleikkurien hydraulikka sijaitsee sellaisessa ympäristössä, että ilmakylpykelaan kondensoituu vettä, joka ruostuttaa kelan jo parissa vuodessa. (FLUID Finland 2003, 9.)

Öljykylpykelasta käytetään myös nimitystä "märkäkela". Tämä kela poikkeaa edellisestä siinä, että kelaan pääsee venttiilin säiliökanavan puolelta öljyä, jolloin on varmistuttava siitä, että kela todella täyttyy öljystä. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi ilmausruuveja. Kelan sisällä olevasta öljystä on muun muassa seuraavat edut: kela ei pääse koskaan ruostumaan, öljy voitelee ja suojaa kelaa liian suurelta lämmöltä. Huonona puolena on muun muassa se, että kela ei kestä yli 70 barin painetta. Toisin sanoen, jos säiliö kanaviin muodostuu liian suurta painetta, on aina vaara, että se ehtii tasaantua, myös kelalle. (FLUID Finland 2003, 9.)



Kuva 29 Öljykylpykela (FLUID Finland 2003, 9)

5.5 Asennus peruslevylle

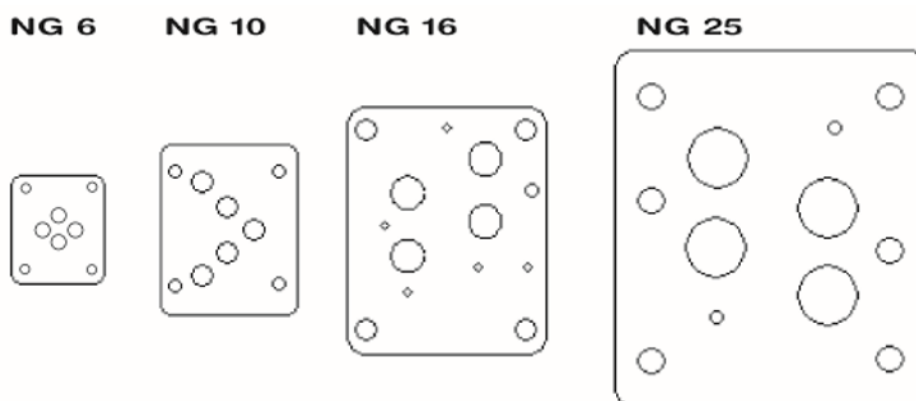
Venttiili asennetaan sille kuuluvalle standardisoidulle peruslevylle neljällä pultilla. Asennuksen yhteydessä on huolehdittava seuraavista asioista:

1. Suojatulpat pidetään venttiileissä mahdollisimman pitkään.
2. Asennusympäristö on puhdas.
3. O-renkaat pysyvät paikallaan.
4. Varotaan kiinnityspulttien katkeamista kiristyksen yhteydessä.

Peruslevyn aukkokuviointi on kaikilla hydrauliiikan toimittajilla sama, joten eri toimittajien venttiileitä voidaan asentaa kenen tahansa peruslevylle. Venttiilin aukkokuvioinnin on oltava sama, kuin vastaavassa peruslevyssä. Peruslevyn liitäntäaukot voivat olla takana tai sivussa. Kuvassa on esitetty neljä erikokoista peruslevyä.

Käytetyimmät nimelliskokoiset peruslevyt. (Kuva 30). Venttiiliä ei voi asentaa väärinpäin, koska kiinnityspulttien kierrereikien etäisyyksien ero poikkeaa 1 mm. Kuvan peruslevyissä ei ole X- ja Y-liitäntän reikiä. Lyhenne NG tarkoittaa nimelliskokoa. NG 6 -kokoinen venttiili laskee lävitseen valmistajasta riippuen noin

30...40 l/min. NG 10 puolestaan laskee jo yli sata litraa minuutissa, NG 16 -koinen päästää kevyesti jo yli 200 l/min, kun taas NG 25 -kokoisen venttiilin läpäisyky on yli 500 litraa/min. Aksiaaliluistiventtiilejä valmistetaan aina 4000 litran minuuttituotoille asti. (FLUID Finland 2003, 9.)



Kuva 30 Peruslevyt. (FLUID Finland 2003, 10)

5.6 Suuntaventtiilien vikakohteet

Jos öljy on puhdas, venttiili on oikein valittu paineeseen ja tilavuusvirtaan nähden, ja jos venttiili on kiinnitetty oikein peruslevylle, toimii suuntaventtiili moitteettomasti, pitkään ja hartaasti. Alla olevassa luettelossa on mainittu ne kohdat, jotka yleisimmin ovat aiheuttaneet toimintahäiriöitä.

1. Likainen öljy, jolloin luisti ja pesä kuluvat, tai luisti alkaa takellella.
2. Virheellinen kiinnitys, jolloin runko saattaa taipua ja luistin liikkuminen vaikeutuu.
3. Virtausvoimat saattavat estää venttiilin avautumisen tai sulkeutumisen, silloin kun tilavuusvirtaan nähden on liian pieni venttiili.
4. Suuret lämpötilaerot saattavat aiheuttaa lämpöshokin, jolloin luisti, laajenee pesään kiinni.
5. Väärät jännitteet.
6. Kondenssi-ilmiön aiheuttama kelan ruostuminen.
7. Työntöpinnan katkeaminen.

8. Keskitysrousen katkeaminen.
9. Valuhuokosten puhkeaminen, jolloin öljy alkaa virrata takaisin säiliöön.
(FLUID Finland 2003, 11.)

5.7 Huolto

Seuraavat huolto-ohjeet on tarkoitettu sellaisiksi, jotka ovat mahdollisia kenen tahansa tehdä. Tarkempia vuoto-, paine- ym. mittauksia varten tarvitaan jo runsaasti erikoistyökaluja ja erikoisosaamista sekä asianmukaista laboratoriotta.

1. Suuntaventtiilit varastoidaan liitäntäaukot tulpattuina, ja kotelotilat täytettynä öljyllä.
2. Tiivistykseen käytetään hydraulikkaa varten valmistettua liimaa. Teflon -teippiä ei saa käyttää (!), mieluummin hamppua tai tappuraa.
3. Silmämääräiset tarkastukset ovat riittäviä, eli jos luisti liikkuu sormilla kokeiltaessa takeltelemta, ja luistissa ei ole silminnähtäviä kulumajälkiä, on kaikki niiltä osin hyvin. Pesässä olevia naarmuja voi hioa käsin pulloharjan tapaisella harjalla, ja luistista voidaan pienet naarmut ottaa vesihiomapaperilla pois.
4. Jos kyseessä on ilmakylpykelalla varustettu venttiili, on syytä purkaa magneettia niin paljon, että voidaan katsoa, onko magneettiin tiivistynyt kosteutta. Kosteus ja sen aiheuttama ruoste poistetaan ja kokeillaan sen jälkeen oikealla ohjausjännitteellä magneetin toiminta.
5. Huollettu venttiili on syytä ajaa koepenissä, jotta huollon onnistuminen varmistuisi. Koeajo voi tapahtua siten, että vuorotellaan ohjausvirtaa molemmille magneeteille, ja todetaan painemittareista, kulkeeko öljy venttiilin läpi ja sulkeutuuko venttiili, kun ohjausjännite poistetaan?
6. Nostetaan paine varovasti maksimityöpaineeseen ja reilusti sen yli (tässä vaiheessa suojaa silmäsi). Näin voidaan todeta mahdolliset vuodot.
(FLUID Finland 2003, 11.)

6 KITISEN VOIMALAITOKSET

6.1 Kuvaus

Kitisen vesivoimalaitokset sijaitsevat pääsääntöisesti Sodankylän kunnan alueella. Näiden kunnossapidosta vastaa Caverion Oy. Tarkastettavat vesivoimalaitokset ovat kaikki pääsääntöisesti ns. putkiturbiineja, joissa on Kaplan-turbiinit vaaka asennossa. Tarkastettavia voimalaitoksia on kaiken kaikkiaan viisi. Osa voimalaitoksista on lähes alkuperäisessä kunnossa ja asteittain päivitettyjä. Tässä luvussa käydään läpi Kitisen voimalaitoksen säätöhydrauliikan kriittisimpiä hydrauliikkakomponentteja, vaihtoehtoiset varaosat, kustannusarvio komponenteille (2020), mahdollinen päivitystarve. Porttipahta ja Kokkosniva eivät kuulu tarkastettaviin voimalaitoksiin.

6.2 Komponentit

Säätöhydrauliikka kohteissa on lähes kokonaan alkuperäinen, mutta asteittaiset muutokset näkyvät lähes joka voimalaitoksessa mm koneikoissa. Asettelu komponenttien suhteen näkyy selkeästi, josta näkyvät niin alkuperäiset kuin myöhemmin uusitut komponentit. Kurkiaskan voimalaitoksessa olevat komponentit ovat lähes kaikki vanhempaa valmistussarjaa, joista ainakin katsotaan kriittisemmät komponentit, saatavuus sekä muu saatavissa oleva tieto. Itse koneikko Kurkiaskassa on selkeästi näkyvillä (Kuva 31).



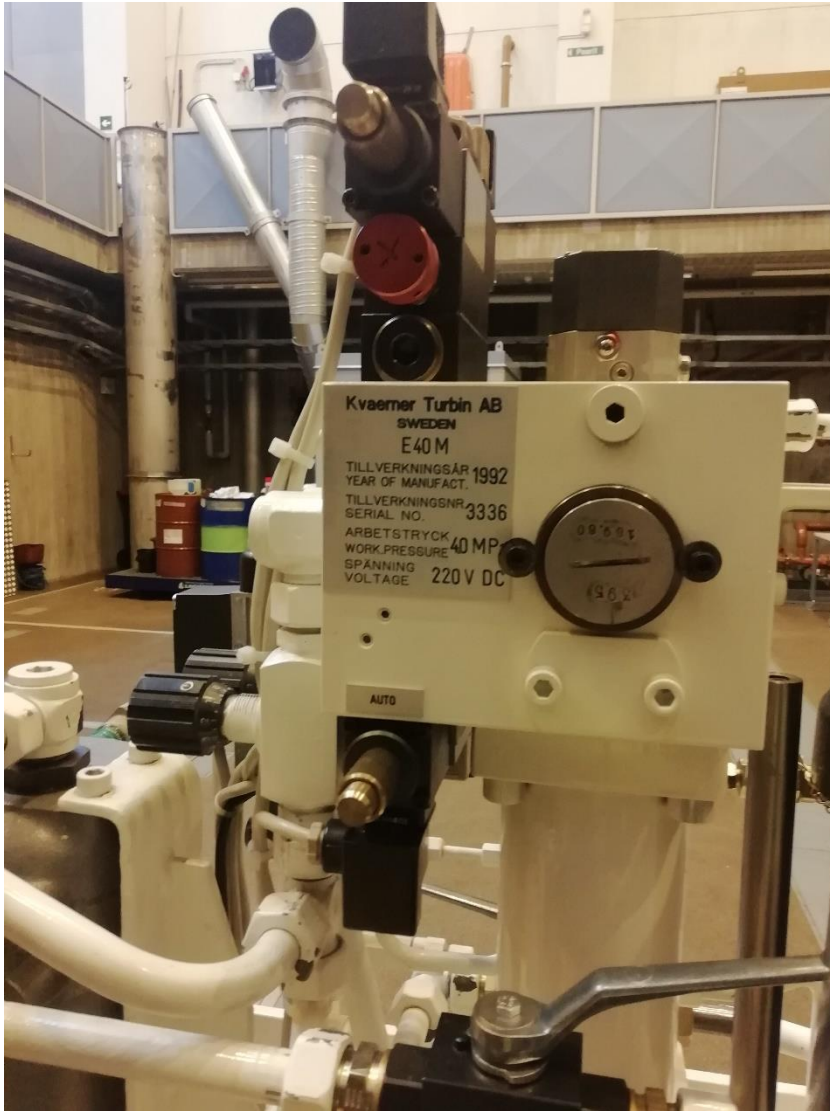
Kuva 31 Säättöhydrauliikka kokoonpano, Kurkiaska (3.3.2020)

6.3 Toimintatapa

Johtopyörän säädöt menevät vivuston välityksellä alapuolella olevaan kammi-oon, jossa sijaitsevat itse turbiini ja generaattori.

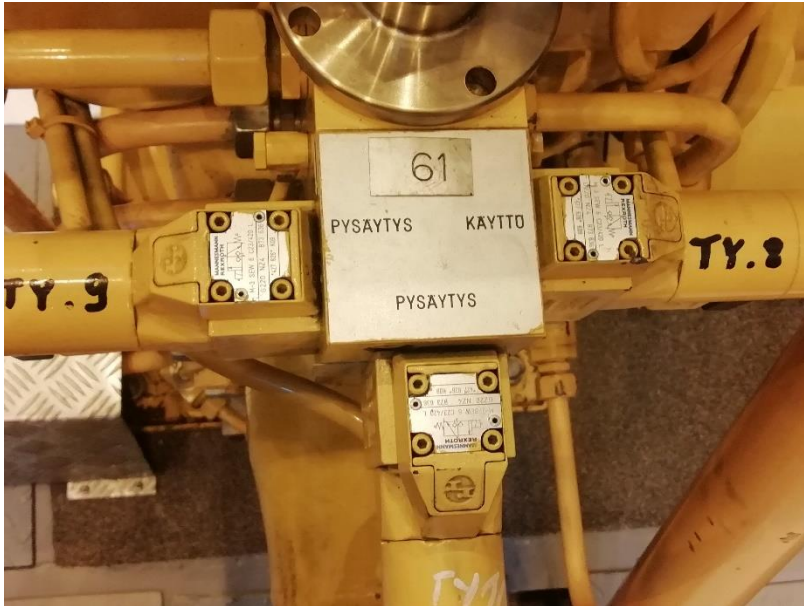
Vivustoa liikuttaa (ent.) Kvaerner Turbin AB:n valmistama säätäjä E40SM (Kuva 32).

Nykyisin Kvaerneria ei ole tällä nimellä vaan se on fuusioitunut useamman yrityk-sen kanssa isommaksi kokonaisuudeksi, joka tunnetaan tänä päivänä Andritz Hydro Group:na. Andritz Oy toimittaa myös nyt vuoden sisään modernisoitaviin voimaloihin (Kokkosniva, Porttipahta) uudet laitteistot.



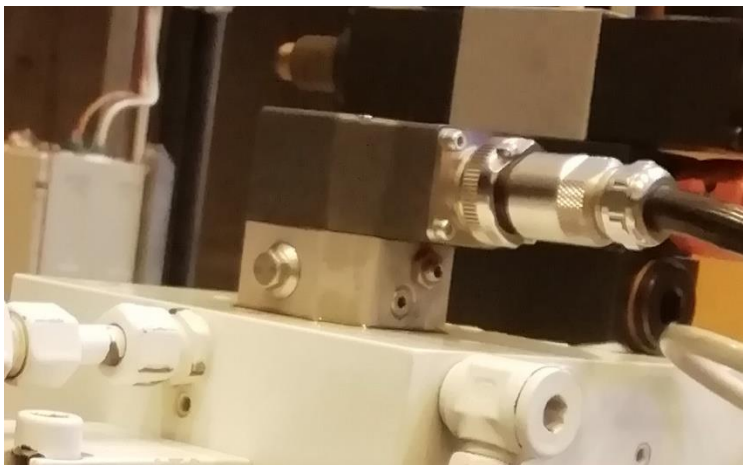
Kuva 32 Säättäjä, Kurkiaska (3.3.2020)

Itse säättäjässä on kolme (3) kpl päivitettävää Mannesmann Rexroth 3/2 suunta-venttiiliä. (Kuva 33) sekä päällä oleva 3-tie servo paine venttiili yksi (1) kpl (Kuva 34). Valitettavasti tuota yksittäistä päällä olevaa Rexrothin paineventtiiliä ei ole enään saatavissa eikä korvaavaa venttiiliä ole tarjolla, joten edessä on koko koneikon uusiminen/modernisointi. (Pyy, M. Bosch Rexroth Oy 2020.)



Kuva 33 Suuntaventtiilit Kurkiaska (3.3.2020)

Säätäjän päällä oleva venttiilin tunnistuskilpi on hieman vaikeasti luettavassa paikassa, mutta löytyy kyljestä. Valmistaja Rexroth (nykyinen Bosch-Rexroth)



Kuva 34 Paineventtiili, Kurkiaska (3.3.2020)



Kuva 35 Parker Pilot Proportional DC Valve. (Kurkiaska 3.3.2020)

Parker Pilot Proportional DC Valve

Malli D1FVE02BCVXW25 (Tarkemmin Liitteessä 1)

Suuntaventtiili on edelleen tuotannossa, vaikka sitä ei suoraan Parkerin omilta sivuilta löydy. Onneksi jälleenmyyjältä (Kailatec Oy) löytyi tarkempaa tietoa todellisesta tilanteesta. Venttiili ei myöskään ole toistaiseksi poistumassa tuotannosta. Keskimääräinen elinikä venttiilillä on laskennallisesti valmistajan mukaan 75 vuotta.

Parkerin venttiili on mahdollista myös korvata WANDFLUH:in venttiilillä, jonka maahantuoja toimii Kraftmek Oy.

Kraftmek Oy: n tarjoama venttiili on mallia:

Proportional spool valve WDPFA06-ACB-S-...-G24 (Liite 2)

- $Q_{\max} = 42 \text{ l/min}$
- 4 tilavuusvirtatasoa
- $Q_{N \max} = 32 \text{ l/min}$
- $P_{\max} = 350 \text{ bar}$

tai vaihtoehtoisesti virtaustyyppiltään pienempää Proportional directional valve VWS4D61-10-TF-G24. (Liite 3)

- $Q_{\max} = 20 \text{ l/min}$
- $P_{\max} = 250 \text{ bar}$

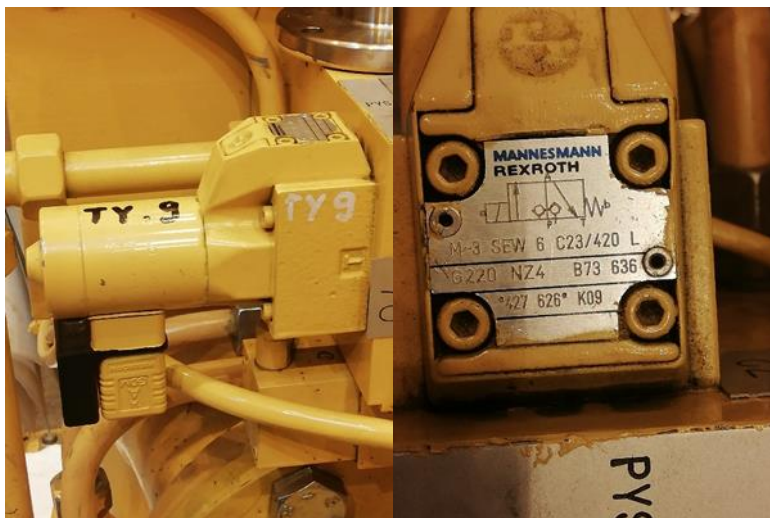
Toimitusajaksi maahantuojalla lupaa venttiileille n. 4 viikkoa, mikä on suhteellisen pitkä aika venttiilin rikkoontuessa. (21.4.2020).

Koska Kurkiaskan järjestelmä menee todennäköisesti säätöjärjestelmän osalta uusiksi, on näitä vaihtoehtoja hyvä pohtia mieltä myös uusittavaksi samaan aikaan seisakin kanssa.

Directional seat valve with solenoid actuation 3/2

Suuntaventtiili solenoidilla (Kuva 36), malli: Mannesman Rexroth M-3 SEW6 C23/420L

- Koko 6.
- Mallisarja 2
- käyttöpaine 420 bar.
- Max. virtaus 25 l/min



Kuva 36 Suuntaventtiili (Kurkiaska 3.3.2020)

Nykyisin Mannesmann Rexroth tunnetaan paremmin Bosch Rextothina. Kyseistä venttiiliä valmistetaan edelleenkin, tosin eri värityksellä.

Rexroth Hydraulic proportional directional control valve 4/4

Malli nro: 0 811 4040 034 / 0 811 404 035 (Kuva 37) Uudemmissa malleissa myös lisä merkintä: 4 WRPH 6 C3 B12 -2X/G24Z4/M Tuotemerkki Rexroth. Korkean vasteen venttiili, joissa:

- sähköinen asennon palautus (Lvdt DC / DC \pm 10 V)
- Koko 6.
- Komponenttisarja 2X.
- Suurin käyttöpaine 315 bar.
- Suurin virtaus 40 l / min.
- Nimellisvirtaus 2... 40 l / min.



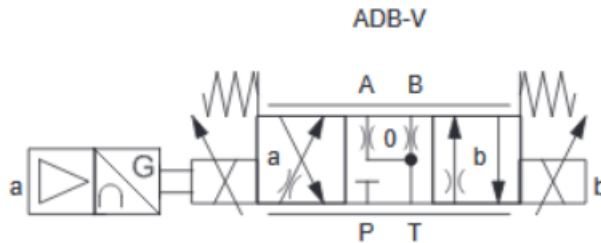
Kuva 37 Kelukoski (3.3.2020)

Kyseisiä venttiileitä löytyy useammaltakin vesivoimalaitokselta ja on edelleen varsin yleinen malli käytössä sekä tuotannossa. Itse solenoiditekniikka on kehittyneempi kuin vanhemmissa. (Liite 7.)

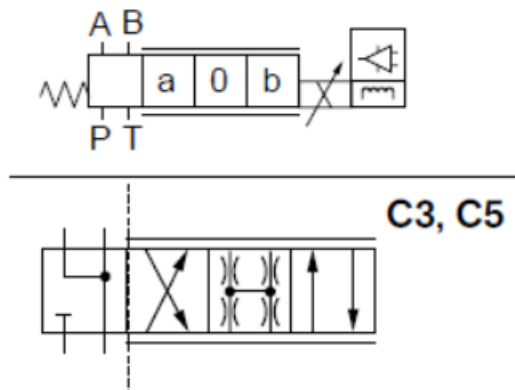
Vaihtoehdoksi on myös tarjolla Wandfluhilta malli: WDRFA06-ADB-V-16-24A2 joka korvaisi Boschin mallin: 0 811 4040 034. Boschin mallin: 0 811 404 035 korvaisi Wandfluhin malli: WDRFA06-ADB-V-32-24A2.

Turvatoiminto venttiilissä on samantapainen, mutta jousikiinnityksen vuoksi keskellä, joten toiminnot eivät ole täysin identtiset vaan vaatisivat hieman soveltamista (Kuva 38).

WDRFA06-ADB-V



4WRPH 6 C3



Kuva 38 Vertailu

Tarkemmat tekniset tiedot liitteessä 13.

Edelle mainitun venttiin alla on Wegeventiili malli: 0 811 404 206 (Kuva 39.)



Kuva 39 Wegeventtiili (3.3.2020)

Servoventtiili REX 4WRL 16 V12 0M-3X/G24Z4/M

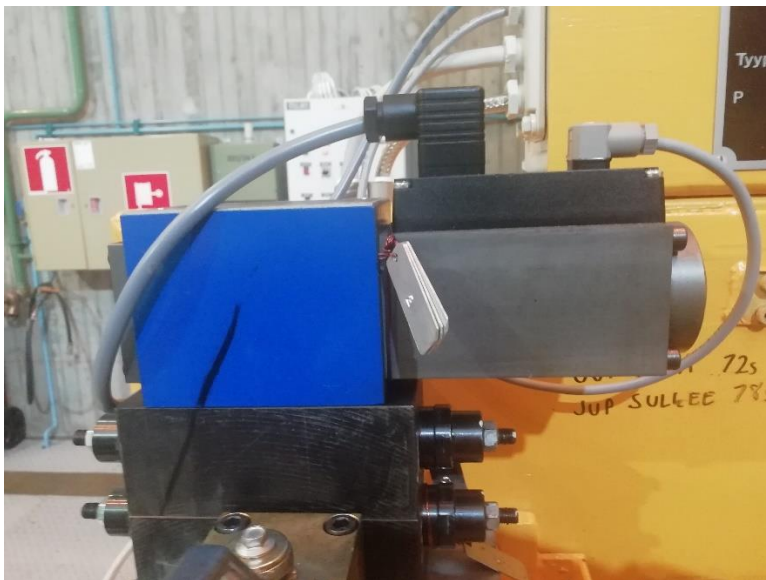
- Korkeavasteinen suuntaventtiili,
- pilottikäyttöinen,
- sähköisellä asennon palautuksella (Lvdt DC / DC \pm 10V).
- Koko 10... 35.
- Komponenttisarja 3X.
- Suurin käyttöpaine 350 bar.
- Suurin virtaus 3500 l / min.
- Nimellisvirtaus 55... 1000 l / min.

Tähän pakettiin kuuluu mukaan edellinen komponentti.

Kyseisestä mallista ei tietoa ole vielä löytynyt eli luultavasti joko poistunut uuden tieltä ja löytyy korvaava versio.

Bosch Rexroth Hydraulic Proportional Directional Control Valve 4/4

Malli Nro: 0 811 404 060 tyyppi: 4WRPH10C4B50L-2X/G24Z4/M



Kuva 40 Vajukoski (3.3.2020)

Edelleen tuotannossa oleva malli. Kuvassa 41 tekniset tiedot merkeille, mutta tarkemmin myös Liitteessä 6.

Product type	4WRPH	Control valve with electrical position feedback and control piston and sleeve in servo quality (LvdT DC/DC)
Control electronics		Without integral control electronics
Nominal size	10	Nominal size 10 Connection locations to ISO 4401, Code: 4401-05-05-0-94
Spool	C4	Fail safe position, P, A, B and T blocked
Side - position transducer	B	Inductive position transducer on side B (standard)
Flow	50	50 l/min, valve pressure difference = 70 bar (35 bar/control edge)
Characteristic curve form	L	Linear
Series	2X	Series 20 to 29
Voltage	G24	Supply voltage 24 V DC
Electrical connection	Z4	Component plug to DIN EN 175301-803, includes plug-in connector
Seal	M	NBR seals, compatible with mineral oil (HL, HLP) to DIN 51 524, further fluids on request.

Kuva 41 Tekniset tiedot

Bosch Rexroth Hydraulic Proportional Directional Control Valve 4/4

Malli Nro: 0 811 404 802 Tyyppi: 4WRPEH10C4B50L-2X/G24K0/A1M



Kuva 42 Vajukoski (3.3.2020)

Edelleen tuotannossa oleva malli. Kuva 43 kertoo tarkemmin kirjain yhdistelmien merkityksen, jos tulee tarve etsiä korvaavaa tuotetta. Tällä hetkellä venttiili on kuitenkin viimeisin tiedossa oleva malli. Lisätietoa venttiilistä myös liitteessä 5.

Product type	4WRPEH	4/4 way high response valve with sleeve, direct operated, with electrical position feed back and integrated control electronics
Nominal size	10	Nominal size 10 Connection locations to ISO 4401, Code: 4401-05-04-0-94
Spool	C4	Fail safe position, P, A, B and T blocked
Side - position transducer	B	Inductive position transducer on side B (standard)
Flow	50	50 L/min, valve pressure differential = 70 bar
Characteristic curve form	L	Linear
Series	2X	Series 20 to 29
Voltage	G24	Supply voltage 24 V DC
Electrical connection	K0	Component plug to DIN EN 175201-804, without plug-in connector (separate order)
Command value input	A1	Command value +/- 10 V
Seal	M	NBR seals, compatible with mineral oil (HL, HLP) to DIN 51 524, further fluids on request.

Kuva 43 Tekniset tiedot

6.4 Turbiiniöljy

Vesivoimalaitoksissa suositellaan käyttämään erityisesti turbiineja varten tarkoitettua voiteluöljyä, joka on suunniteltu erityisesti vaativiin järjestelmiin. Hydraulinesteen epäpuhtaudet aiheuttavat keskimäärin 80% järjestelmien käyttöhäiriöistä, joten öljyn on toimittava hyvinkin vaativissa olosuhteissa, joissa vaaditaan öljyltä pitkää käyttöikää, täydellistä vedenerottumista, termistä vakautta ym. Suomessa on käytössä erityisesti Mobilin suunnittelemaa öljyä, MOBIL DTE Oil Heavy Mediumia. Tämä tai vastaava öljy on toistaiseksi ollut melkein pä ainoa vaihtoehto suomen vesivoimaloissa ja maailmalla yleensä.

Poikkeuksen tuo kuitenkin Ranska, joka on vuonna 2015 hyväksyttänyt MOBIL SHC Hydraulic EAL- öljyt käyttöön Alstrom Powerin vesiturbiineissa. Vielä ei kuitenkaan ole täysin tiedossa onko kuitenkaan päästy minkäänlaisiin käytännön kokemuksiin öljystä. Öljyntoimittaja uskaltaa suositella Esim. Mobil SHC Hydraulic EAL 68 -öljyä vaihtoehtoiseksi vesiturbiiniöljyksi (Liite 4).

Hydraulijärjestelmän öljyn kunto toimii indikaattorina koko järjestelmän kunnolle. Tuotannon varmistamiseksi, häiriöiden ehkäisemiseksi ja käyttökustannusten alentamiseksi on kaksi pääasiallista keinoa. Ne ovat nesteiden kunnonvalvonta ja jatkuva laitteiston huolto sekä kunnossapito.

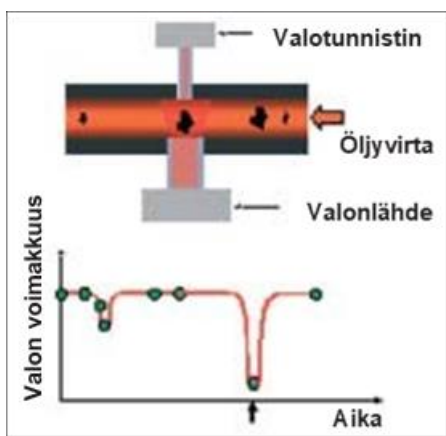
Lakkautuminen tarkoittaa öljyn vanhenemistuotteita, jotka voivat esiintyä nestejärjestelmässä geeli-, lakka- tai kiinteässä muodossa. Syynä on modernien turbiini öljyjen rajoittunut kyky sitoa itseensä lakkautumistuotteita. Lisäksi näillä uusilla öljyillä on matala sähköjohtavuus, joka altistaa järjestelmät sähköstaattisille purkauksille. Ne aiheuttavat nopeamman öljyn vanhenemisen sekä sensorien ja suodattimen vaurioitumisen. (Heikkinen 2015.)

Öljyn vanhenemistuotteet kiinnittyvät helposti viileisiin pintoihin kuten esimerkiksi säiliön seinään, venttiilien runkoon tai jäähdyttimiin. Tämä aiheuttaa kohonneita laakerilämpötiloja, hydraulisia ongelmatilanteita sekä jäähdytysongelmia. Usein edellä mainittuja ongelmatilanteita ei osata kohdistaa todelliseen aiheuttajaan. Tämä aiheuttaa kalliita ja tehottomia korjaustoimenpiteitä

6.4.1 Valvonta

Häiriöt johtuvat pääasiallisesti öljyssä olevista hiukkasista ja muista epäpuhtauksista. Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää saada mitattua ja laskettua hiukkasien määrää toiminnan häiriintymättä.

Ratkaiseva etu öljynäytteeseen verrattuna, on epäpuhtauksien jatkuva valvonta. Öljyn kunnosta saadaan sattumanvaraisen tilannekuvan sijaan raportti pidemmältä aikaväliltä. Tähän tehtävään voidaan hyödyntää hiukkasantureita. (kuva 44) Näiden avulla huomataan ajoissa hilseilyt sekä mikrosyöpymät, jolloin huollon tarpeeseen voidaan reagoida jo kuukausia ennen varsinaista toimintahäiriötä.

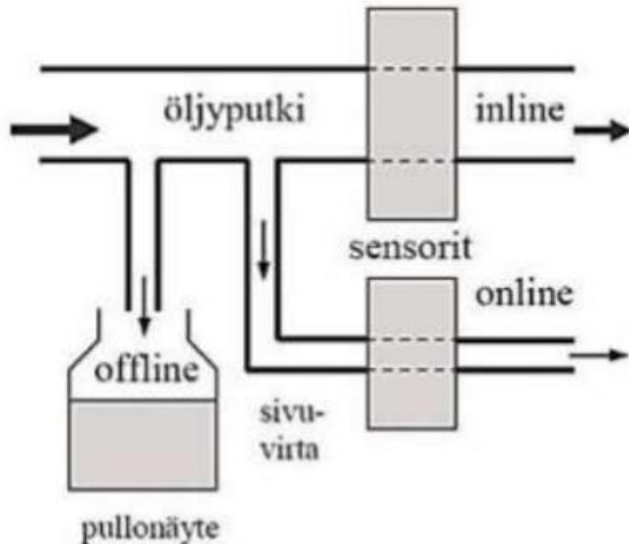


Kuva 44 Hiukkaslaskurin toimintaperiaate (Hydac 2005,3)

Hiukkasten laskeminen HYDACin online-mittausjärjestelmät määrittävät hiukkasten lukumäärän ja koon optisten antureiden avulla. Sovelluksesta riippuen, mitaus pystytään yleensä tekemään joko paine tai paluulinjasta. Puhtausluokka määritetään hiukkasen läpi heijastettavan valon varjostuksen voimakkuuden ja keston perusteella virtausnopeus huomioon ottaen. Mittalaitteiden etuna on niiden laaja mittausalue, mittaustarkkuus, automaattinen vianmääritys sekä jäljitettävyys yleisiin kalibroitistandardeihin (ISO 11943 online-mittauksille). Lisäksi ne kestävät hydraulinesteen epäpuhtauteen liittyvän saamenemisen, sillä sitä pystytään kompensoimaan hiukkasanturin valon voimakkuutta säätämällä. (Hydac 2005,3.)

6.4.2 Online-kunnonvalvonta

Online-kunnonvalvonta tarkoittaa sitä, että järjestelmään on tehty öljylle sivukierto, jossa öljy kulkee mittalaitteen läpi. (Kuva 45) Inline-kunnonvalvonta taas tarkoittaa sitä, että mittalaite on liitetty suoraan järjestelmän päävirtaukseen (PSK standardit. PSK 7201–2p). Online- ja inline-anturit viestittävät analyysinsä sähköisesti esimerkiksi tietokoneelle, josta voidaan seurata öljyn puhtautta. Näissä näytteenotto tavoissa ei ole riskiä, että näytteeseen tulisi ulkopuolisia likapartikkeleita, vaan ne vastaavat erittäin hyvin öljykierron todellista puhtautta. Online-kunnonvalvonnalla saadaan reaaliaikaista tietoa valvottavan laitteiston kunnosta ja näin ollen voidaan ehkäistä katastrofaalisien vikojen tapahtumista. Vikaantumisen toteaminen sen alkuvaiheessa antaa myös lisää aikaa korjaustyön suunnitteluun ja varaosien tilaamiseen (SKF). Lisäksi öljyjen online-kunnonvalvonnalla voidaan todeta vika ennen kuin se näkyy laakerien värähtelymittauksissa antaen käyttäjälle jopa kuukausien mittaisen maksimi ennakoitajan ennen laitteiston täyttä hajoamista. (Heikkinen 2014. 47, 48, 49.)



Kuva 45 Erilaisia mittausjärjestelmän liittymätapoja voitelujärjestelmään (Luomala ym. 2018, 13; Seppälä S.2019, 40)

6.4.3 Hiukkasmittaukset

Öljyn hiukkaspitoisuuksia voidaan mitata induktiivisilla antureilla, optisilla hiukaslaskureilla sekä paine-eroon perustuvalla verkkotukkeuma eli PCM periaatteella. Induktiivisella periaatteella toimivilla antureilla lasketaan anturin läpimenevästä öljyvirtauksesta yksittäisiä metallihiukkasia. Toiminta perustuu öljyn kulkuun anturin virtauskanavan läpi, jossa on magnetointikelat. Magneettikelat luovat magneettikentän, johon kohdistuu muutoksia hiukkasten kulkiessa sen läpi. Virtauskanavan halkaisija vaikuttaa anturin erottelutarkkuuteen. Induktiivisia antureita käytettäessä on myös syytä tiedostaa, että myös öljyssä esiintyvät suuri-kokoiset ilmakuplat vaikuttavat mittaustulokseen. Osassa antureista voidaan ohjelmallisesti eliminoida ilmakuplien aiheuttamat häiriöt. Tyypillisesti induktiivisia

hiukkasantureita käytetään öljyjen inline-mittauksissa. (Luomala ym. 2018, 21; Seppälä 2019.)

6.4.4 Laitteet ja valmistajat

Markkinoilla on hyvin monenlaisia laitteita tarjolla öljyn kunnonvalvontaa ajatellen, hiukkaspitoisuuksia mittaavia laitteita tarjoavat muun muassa:

Hydac on iso hydraulikkatalo, jolla on tuotteita paineakuista suodattimiin. Nimikkeitä HYDACIN lisäksi ovat FLUTEC, HYROS, HYCON, BSO ja SEMPAS. Kokonaisuudessaan valikoimasta löytyy 50000 tuotetta ja järjestelmää. Öljyn kunnonvalvontaan löytyy öljyanalysiseettejä, kannettavia optisia Online -hiukkaslaskimia ja inline -hiukkaslaskimia. Myös Offline -laitteet veden mittaamiseen öljystä, kuuluu valikoimaan. inline -laskimeen on mahdollista saada mm. CAN-kenttäväyläliitäntä. Yritys myy myös suodattimien valvontaan tarkoitettuja paineeroinstrumentteja. (Fluid klinikka 2004, 4.)



Kuva 46 Hiukkaslaskuri CS 1000, Hydac

Esimerkiksi kuvan 46 hiukkaslaskuri,

-mittausalue on optinen, tunnistaa partikkelikoot 4,6,14, (21) μm .

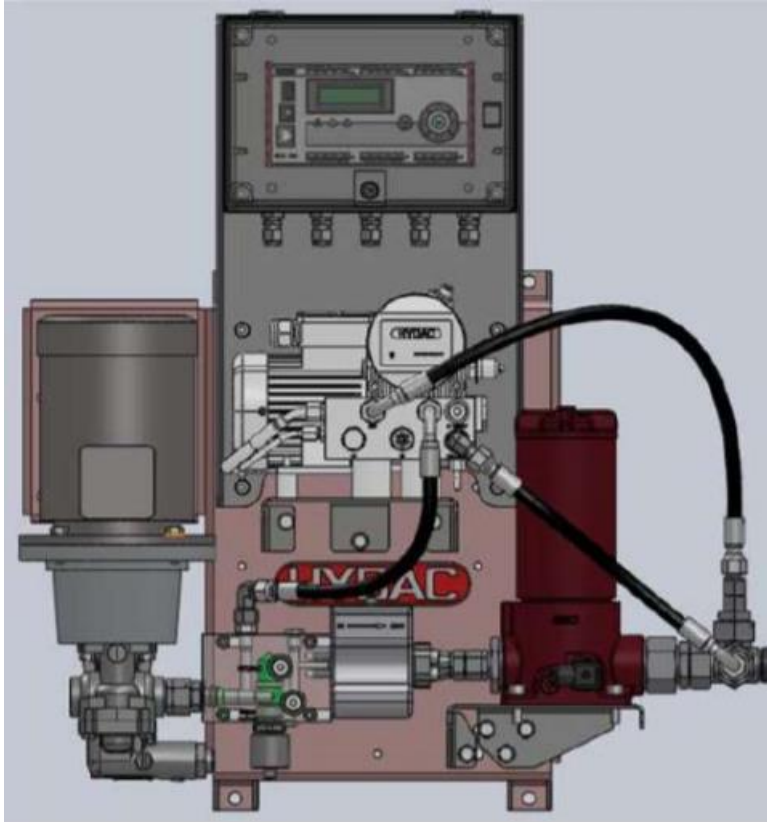
-Toimintalämpötila alue 0 - 85°C,

-Max. paine 350 bar,

-virtausalue 30 – 500 ml/ min.

Hydacilta löytyy myös kattavasti muitakin antureita, joista enemmän liitteessä 11.

Hydac toimittaa myös valmiimpia konsepteja kuten Kevitsan kaivokselle toimitettu modulaarinen kunnonvalvontakonsepti (Kuva 47).



Kuva 47 Hydac modulaarinen kunnonvalvontakonsepti (Hydac N.D)

Kohteiden tapauksessa suositeltiin konseptiin valittavaksi seuraavia Hydacin antureita ja anturityyppejä: öljynkunnonvalvonta-anturi HydacLab tai vesianturi AS1000, metallianturi MCS ja öljynpuhtausanturi CSM. Tähän myös päädyttiin Kevitsan kohdalla monien muiden hankintojen ohella, jotka liittyivät öljyn tarkkailuun ja järjestelmän kunnossapitoon. (Seppälä 2019, 56.)

Pamas on optiseen hiukkaslaskentaan erikoistunut yritys. Yritykseltä löytyy offline-, online- ja inline - laskentaan instrumentteja. Hydac käyttää omien hiukkaslaskimien kalibrointiin Pamasin antureita. Jokaisessa laskimessa on käytännössä sama optiikkaan perustuva anturi. Esim. Online-hiukkaslaskentaan Pamas tar-

joaa S50-mallin optista hiukkaslaskinta, joka on nähtävissä kuvassa 48 Se soveltuu käytettäväksi hydraulisi- sekä voiteluöljyille maksimissaan viskositeetiltaan 1000 mm² /s asti. (Fluid klinikka 2004, 4.)

S50-hiukkaslaskimen toiminta perustuu leveälasertekniikkaan ja se mittaa partikkelit koko öljykanavan leveydeltä kahdeksalla eri kokoluokalla, joita ovat >4, >6, >10, >14, >21, >25, >38, ja >70 µm. Partikkelimäärätiedon mittaussignaalit voidaan siirtää ohjelmoitavalle logiikalle tai tietokoneelle. Lisäksi analyysiohjelmalla voidaan mittaustulokset tallentaa ja visualisoida kuvaajiksi sekä taulukoiksi, josta tuloksien kehittyminen on selvästi nähtävissä. Anturissa on myös näyttö, joka indikoi hiukkaskokoja ja niiden määrää virtaavassa öljyssä. (Pamas 2020.)



Kuva 48 Pamas S50 (Pamas 2020)

S50-anturin mittaussignaalin siirtoon voidaan käyttää RS-485 liitäntää tai lisävarusteena saatavaa analogialiitäntää 4-20 mA virtaviestillä. Mittaustieto on saatavissa rinnakkaisilla ulostulosignaaleilla >4, >6, >14 ja >70 µm partikkeleille ISO 4406 puhtausluokan mukaan, tai vaihtoehtoisesti yhdestä liitännästä kaikkien kahdeksan kokoluokan mukaisesti. S50-hiukkaslaskinta on saatavana myös S50P-mallina, joka soveltuu käytettäväksi paineettomiin järjestelmiin sisäisen näytevirtauspumpun vuoksi. (Pamas 2020.)

Pamasin kautta on saatavana myös öljyjen online-kunnonvalvontaan Vaisalan MMT162-anturia, jolla voidaan voitelu-, hydrauliiikka- ja muuntajaöljyjen kosteutta

ja lämpötilaa mitata reaaliajassa. MMT162-anturin mittaussignaalin tiedonsiirto voidaan toteuttaa analogisilla jännite- ja virtaviesteillä tai käyttämällä RS-485 liitäntää. (Vaisala 2020).

Pacific Scientific instruments on hiukkaslaskentaan erikoistunut amerikkalainen yritys. HIAC-merkkiset laskimet ovat tarkoitettuja öljyn hiukkaslaskentaan. Tuotteet ovat ulkoisilta toimintatavoiltaan varsin samanlaiset kuin Pamasilla. In-line -laskin on kuitenkin huomattavasti pienemmän kokoinen ja halvempi. Inline -laskin on varsin uusi tuote, joten laskimen toimintavarmuutta ei ole vielä kattavasti testattu. (3/2004) Inline -laskimessa on mm. kenttäväylälinkki ja langaton konfiguraatio PDA-laitteesta. (Fluid klinikka 2004, 4.)

Pall on suuri amerikkalainen suodatus- ja erotusvälineisiin erikoistunut yritys. Pall myy öljyn kunnonvalvontaan kannettavia optisia hiukkaslaskimia, veden määrän mittaamiseen tarkoitettuja paikallaan olevia instrumentteja ja uutena sovelluksena on inline - hiukkaslaskinta. Myös suodatuksen kuntoa seuraavat paineroinstrumentit ovat tuotevalikoimassa. (Fluid klinikka 2004, 4.)

Arti valmistaa hiukkaslaskimia öljyn kunnonvalvontaan. Artilla on tuotevalikoimassa kannettava pulloanalysointilaitteisto ja inline -hiukkaslaskin. (Fluid klinikka 2004, 5.)

Spectro on kunnonvalvontaan erikoistunut yritys. Yritys myy LaserNet Fines nimistä kannettavaa hiukkaslaskinta. Tässä tuotteessa erikoista on hiukkasen muodon tunnistaminen automaattisesti hahmontunnistusalgoritmeilla hiukkaslaskennan lisäksi. Näin kohteen diagnostisointi nopeutuu. Tuote on kehitetty alun perin Yhdysvaltain ilma- ja merivoimille. (Fluid klinikka 2004, 5.)

Parker on iso amerikkalainen hydraulikka- ja automaatiotalo. Parker valmistaa öljyn kunnonvalvontaan mm. hiukkaslaskimia ja vesipitoisuuden mittauslaitteita. Erikoisuutena on kannettava FTIR-spektroskopiainstrumentti öljyssä olevan veden valvontaan. Kannettavat hiukkaslaskimet myydään UCC nimellä. (Fluid klinikka. 2004, 5.)

Erilaisia antureita ja valmistajia metallipartikkelien tunnistamiseksi öljyn seasta löytyy myös, jos haluaa kehittää öljyn puhtauden seuranta erittäin tarkaksi.

Mutta onko sitten venttiilien kuluminen ja tukkeutuminen sitä luokkaa vesivoimaympäristössä, että se kannattaisi. Kustannuksiaahan se nostaa komponentti puolella mutta sitten taas voi pienentää tulevia huoltokustannuksia. Paperiteollisuudessa ja yleensäkin prosessiteollisuudessa, laitteet ovat niin aktiivisessa käytössä, joten niissä ympyröissä se on suurikin hyöty kokonaismittakaavassa.

Malliesimerkkinä Parkerin hiukkassuodatin. (Kuva 49).



Kuva 49 Parker hiukkastunnistin malli IcountPD

Mallia on tarjolla 3: eri versiota:

- icountPD (standardi versio) on suunniteltu testitelineille, liukuesteille, suodatinkärryille ja muille teollisille sovelluksille.
- icountPDR on suunniteltu liikkuviin laitteistoihin tai muille ulkopuolisille, ei ympäristölle vaarallisille laitteille.
- icountPDZ on tarkoitettu sovelluksiin, jotka vaativat 2:s vyöhykkeen turvallisuutta kuten offshore- alustoille tai muuten vaaralliselle ympäristölle.

Pienin käyttöpaine laitteelle on 2 bar/ 30 psi:ta ja käytönaikainen maksimiaine 420 bar / 6000 psi:ta. Virtausnopeus 60 L/min, käytönaikainen min/max. lämpötila -30°C /140°C. Liitäntätyyppi M16 x 2 hydraulitestipistettä, 5/8 BSF, 06L EO 24 kartio. Tarkemmat tekniset tiedot liitteessä 12.

7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli kartoittaa Kitisen vesivoimalaitosten säätöhydrauliikka sekä kriittiset hydraulikomponentit (suuntaventtiilit), Nämä oli tarpeen selvittää viidessä eri vesivoimalaitoksessa. Voimalaitoksilla oli jokaisella hieman eroa edelliseen. Oli alkuperäistä kokoonpanoa sekä jo osittain päivitettyä.

Suurimmaksi osaksi kuitenkin lähes kaikkia venttiili malleja oli tarjolla, myös vanhempaa tuotantoa. Tavoite oli kuitenkin löytää korvaavia sekä nykyaikaisia suuntaventtiileitä. Eteen tuli myös isompia ongelmia tosin pienen venttiilin kohdalla, joka vaatii kokonaan uudelleen suunnittelua. Muissa voimaloissa oli kuitenkin lähes vastaavanlaista yksikköä kehitetty jo eteenpäin ja saatu jopa ylimääräisiä vivustoja näin ollen karsittua vähemmäksi.

Voisiko jotain kyseistä menetelmää soveltaa myös tässäkin tapauksessa? Vai tuleeko eteen se, että koko säätöhydrauliikka on rakennettava uusiksi käyttäen nykyaikaisia venttiilejä ja tekniikkaa. Tekniikka on kuitenkin tehnyt valtavan harppauksen niiltä ajoilta kuin Kurkiaskan vesivoimala on rakennettu. Toisaalta, koska kaksi alueen vesivoimalaitosta uusitaan tekniikaltaan muutenkin, pitäisikö sama tehdä myös Kurkiaskan kohdalle.

Voisiko vivustoista päästä kokonaan eroon? Kurittukosken tapauksessa asiaa oli sovellettu pneumaattisesti erilaisin ilmasylinterein. Riski tämän järjestelmän toimivuudessa on silti erilaiset ilmavuodot ja rikkoutumiset. Anturit siipien asentojen tulkitsemiseksi on hyvä lisä. Voisiko näitä säätöjä tehdä sähkömoottorilla, jota voitaisiin hallita niin manuaalisesti voimalaitoksessa ollessa tai etänä kuten tälläkin hetkellä, mutta toteutus olisi tämän päivän tekniikalla.

Venttiilien elinikää tosin voidaan kenties jatkaa valvontamenetelmiä kehittämällä, joilla nähtäisiin suurimman vaikuttavan tekijän, öljyn tilanne. Öljy itsessään on se suurin syy, jonka mukana eri epäpuhtaudet ym. siirtyvät paikasta toiseen, kertyvät ajan saatossa eri koloihin ym. ja saavat ajan kanssa esiintymään mm. erilaisia venttiileiden jumiintumisia.

Tähän rinnalle voisi kenties jokaisen voimalaitoksen kohdalla myös kehittää suodatinjärjestelmää kehittämällä, joka voisi myös helpottaa öljyn puhtaana pitoa ja jatkaa öljyn käyttöikää sekä pidentää huoltovälejä mutta myös valvontajärjestelmää kehittelemällä, nopeuttaa reagointia ennakoiviin huoltoihin.

Kokonaisuutena vesivoima ja sen kehitys on mielenkiintoinen, peruseriaate on ollut olemassa jo vuosisatoja mutta pienin teknisin harppauksin, saadaan kehitettyä vesivoimaasta saatavaa hyötysuhdetta asteittain parempaan suuntaan.

Komponenttien toimitusajat ovat sen verran pitkiä, joten suositus olisi, että näitä venttiileitä pidettäisiin asianmukaisesti varastoituna vähintään yksi heti saatavilla.

Opinnäytteen aineistona käytettiin alan kirjallisuutta, jälleenmyyjien verkkosivuja ja valmistajien haastatteluja.

LÄHTEET

Abrahamsson, C. 2020. Thesis hydroelectric power plants. Sähköposti ca@turb.com. 27.3.2020.

Argo-hytos. N.D. Cleanliness and Wear Monitoring by Modern Particle Measurement Tehchnology. Viitattu 19.5.2020. <https://www.argo-hytos.com/products/sensors-measurement/portable-particle-counters/opcom-portable-oil-lab.html>

Castrén, P. 2020. Parker suuntaventtiili. Sähköposti petteri@Kailatec.fi. 26.3.2020.

Caverion Oy 2020. Tietoa Caverionista. Viitattu 15.3.2020. <https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti>

CINK hydro-energy 2020. Viitattu 20.3.2020. <https://cink-hydro-energy.com/en/2-cell-crossflow-turbine/>

Ekström, K. 2005. Hydraulikomponenttien käyttö- ja elinikä teollisuuskäytössä. Teollisuushydrauliikan vianetsintä, Ramada Hotel Tampere, 6. — 7.4.2005. Rajamäki, Kunnossapitoyhdistys. 5 s.

Fluid Finland. 2014. Fluid Klinikat. Viitattu 20.4.2020. <https://www.fluidfinland.fi/7>

Fluid Intelligence 2017. Öljyn puhtauden merkitys käyttövarmuuteen ja tuottavuuteen. Viitattu 6.5.2020. <https://fi.fluidintelligence.fi/news/2017/11/6/lijyn-puhtauden-merkitys-kyttvarmuuteen-ja-tuottavuuteen>

Francis-turbiinin rakenne. Chalmers. 2014. Saatavissa: <http://www.tfd.chalmers.se/~hani/phdproject/francispicture.gif>

Heikkinen, K. 2015 Kunnonvalvonta ja käyttövarmuus. Promaint. Kunnossapidon ja tuotannon erikoislehti. Viitattu 25.4.2020. <https://promaintlehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Seuraa-turbiinilijyn-kuntoa>

Hietala, J-P. 2020. Tietoja säätöyksiköstä. Sähköposti Jukka-Pekka.hietala@andritz.com. 5.5.2020.

Hydac. 2005. Hydrauliiikka- ja voitelujärjestelmien kunnonvalvonta. Viitattu 19.5.2020. http://www.hydac.fi/pdf/uutiset/Hydrauliiikka_ ja_ voitelujarjestelmien_kunnonvalvonta_OP.pdf

Immonen A. Hydraulikomponenttien käyttöiän tarkastelu. Diplomityö. 18.4.2007. Tampereen Teknillinen Yliopisto. <https://docplayer.fi/4878634-Aarno-immonen-hydraulikomponenttien-kayttoian-tarkastelu-diplomityo.html>

Kangasluoma, M. 2020. Tarjouspyyntö suuntaventtiileistä. Sähköposti mauri.kangasluoma@etra.fi. 12.5.2020.

Kauppinen, J. 2018. Turbiinitekniikka. Käyttö, huolto ja kunnossapito. Tampere: Tammertekniikka.

Keinänen, T & Kärkkäinen, P. 2005. Automaatiojärjestelmien hydrauliiikka ja pneumatiikka. 1. painos. Helsinki: WSOY

Kunnossapitoyhdistys Ry. 2004. Kunnossapito. KP-Media Oy. Oy Kotkan Kirjapaino Ab. Hamina.

Lamminpohja, J. 2020. Korvaava suuntaventtiili Parker... Sähköposti jarkko.lamminpohja@kraftmek.com. 3.4.2020.

Lehto, M. 2020. Turbiiniöljy. Sähköposti marko.lehto@oljycenter.fi. 27.3.2020.

Luomala, V., Jortikka, V-M., Anttonen, P., Holmila, A., Julku, M., Jåfs, R., Kakko, J., Kallio, P., Lahtinen, J., Luotamo, J-P., Nurmi, T., Näivä, J., Rinkinen, J., Vainio, K., Ylönen, V., Lehtosaari, M., Törmänen, R. & Vesala, M. 2018. Öljyn kunnossapito. Öljyn kunnossapidon uudet menetelmät ja haasteet sekä koneiden ja laitteiden ennakoiva kunnossapito öljyn avulla. 1.painos. Helsinki: KPMedia Oy.

Manninen, L. 2020. Tarjouspyyntö suuntaventtiileistä. Sähköposti lasse.manninen@hydraspecma.com. 8.5.2020.

MAVEL 2015. Pelton turbines. Viitattu 15.4.2020. <https://mavel.cz/turbines/pelton/>

Niemelä, H. 2016. Vesivoimaturbiinin öljyjen valvonta. Lapin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

Oy Vesirakentaja. 2007. Voimaa vedestä.65 Kemijoen vesistöalue. Viitattu 14.3.2020. <https://docplayer.fi/4092764-65-kemijoen-vesistoalue.html>

Pamas. Particle counters. Viitattu 14.5.2020. <https://www.pamas.de/particle-counters/products-by-name/pamas-s50.html>

Pamas. 2020. S50 Viitattu 28.4.2020. <https://www.pamas.de/particle-counters/products-by-name/pamas-s50.html>

Parker Finland. 2020. Suuntaventtiilin saatavuus. Sähköposti Parker.Finland@Parker.com. 20.3.2020.

Perttula, J. 2000. Energiatekniikka. Helsinki: WSOY

Pinola, I. 2020. Tarjouspyyntö korvaavista venttiileistä. Sähköposti ilpo.pinola@Kraftmek.com. 13.5.2020.

Polovko, A.M. 1963. Fundamentals of Reliability Theory. London, Academic Press Ltd. 459 p.

Pyy, M. 2020. Korvaava venttiili. Sähköposti Matti.Pyy@boschrexroth.fi. 7.4.2020.

Salhydro. 2004. Anturit ja mittalaitteet öljyjen kunnonvalvonnassa. Viitattu 19.5.2020. https://www.salhydro.fi/files/PDF/1._Anturit_ja_mittauslaitteet_oljyjen_kunnonvalvonnassa_FLUID_Finland

Sarkkinen, M. 2020. Venttiilien saatavuus. Sähköposti Mika.Sarkkinen@ahl-sell.fi. 4.5.2020.

Sasaki, A. 2001. Hydraulic Valve Problems Caused by Oil Oxidation Products. Hydraulic Failure Analysis: Fluids, Components, and System Effects, ASTM STP 1339, Totten, G. E., Wills, D. K., and Feldman, D. (eds.). West Conshohocken, PA, ASTM.

SaVRee. 2019. Pelton Turbine. Viitattu 17.3.2020. <https://savree.com/en/product/pelton-turbine/>

Seppälä, S. 2019. Kevitsan kaivoksen rikastamon kunnonvalvontasovellusten laajentaminen. Lapin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

SKLOE. 2018. Cavitation Tunnel. Viitattu 21.3.2020. <http://oe.sjtu.edu.cn/EN/list.php?id=46&t=3>

Teknoma Oy. 2003. Puhtaan öljyn opas. Tanska. Svendborg: C, C, Jensen Viitattu 14.5.2020. http://www.teknoma.fi/dev/wp-content/uploads/Clean_Oil_Guide_FIN.pdf

Vaisala. 2020. MMT162. Viitattu 20.4.2020. <https://www.vaisala.com/en/products/instruments-sensors-and-other-measurement-devices/instruments-industrial-measurements/mmt162>

Vikiö, A. 2020. Öljyn kunnon tarkkailu. Sähköposti arto@vikiodyac.fi. 13.5.2020.

Vuotila, T. 2010. Hydraulisten venttiilien testausjärjestelmä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 15.4.2020. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201005129078>

LIITTEET

- Liite 1. Parker Pilot Proportional DC Valve, Malli D1FVE02BCVXW25
- Liite 2. Proportional spool valve, WDPFA06-ACB-S-...-G24
- Liite 3. Proportional directional valve, VWS4D61-10-TF-G24
- Liite 4. Mobil SHC™ Hydraulic EAL
- Liite 5. 0 811 404 802
- Liite 6. 0 811 404 060
- Liite 7. 0 811 404 034
- Liite 8. Hinnasto
- Liite 9. ETRA tarjous
- Liite 10. Hydraspecma tarjous
- Liite 11. Hydac anturit ja tunnistimet
- Liite 12. IcountPD tiedot
- Liite 13. Wandfluf WDRFA06-ADB-V-16-24A2

Catalog HY14-255/US

Technical Information

**Proportional Pressure Reducing Valves
Series D1FV**

General Description

Series D1FV proportional pressure reducing valves are available with and without onboard electronics (OBE).

D1FV OBE

The digital onboard electronics is situated in a robust metal housing, which allows the usage under rough environmental conditions.

The nominal values are factory set. The cable for connection to a serial RS-232 interface is available as accessory.

D1FV for External Electronics

The parameters can be saved, changed and duplicated in combination with the digital power amplifier PWD00A-400. The value parameters can be edited with the common ProPxD software for both versions.

The D1FV valves control the pressure in the A- or B-ports using the barometric feedback principle.

Features

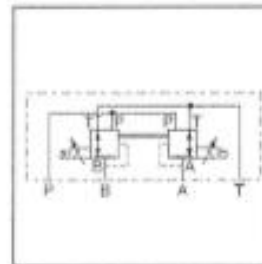
- Barometric feedback.
- 3 command options for D1FV OBE: $\pm 10V$, 4...20mA, $\pm 20mA$.
- High repeatability from valve to valve.
- Low hysteresis.
- Manual override.
- Pressure ranges 25 Bar (363 PSI) and 45 Bar (653 PSI).



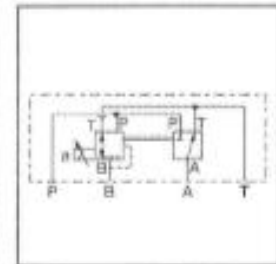
D1FV



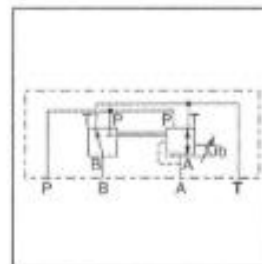
D1FV OBE



Function C

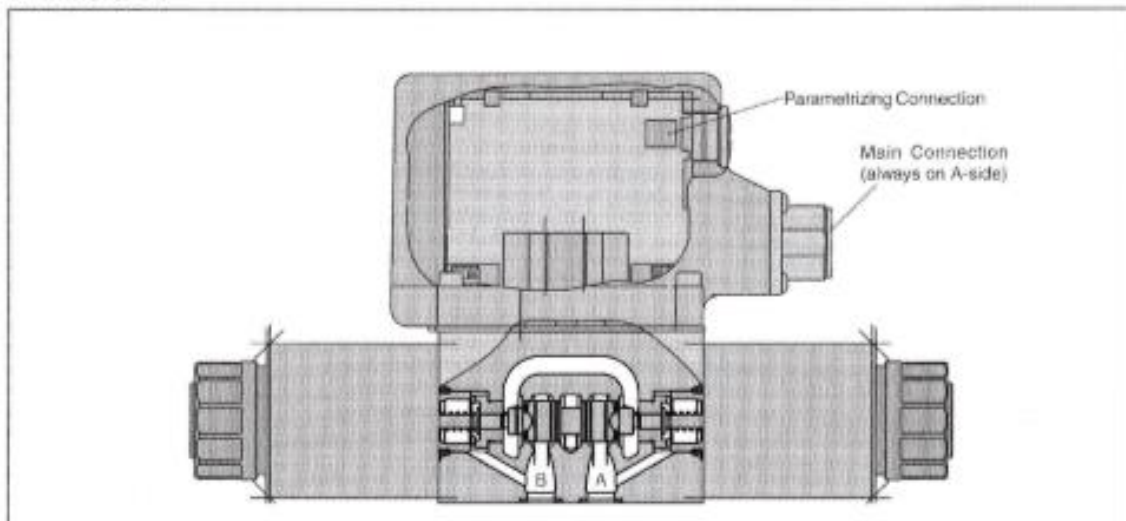


Function E



Function K

D1FV*3 OBE



D1FV.ind.dwg



Catalog HY14-2550/US
Ordering Information

**Proportional Pressure Reducing Valves
 Series D1FV**

D1FV Offboard Electronics

D	1	F	V	E02			0		K		3	
Proportional Pressure Reducing Valve	Size: DIN NG6 CETOP 3 NFPA D03	Proportional Control	Spool Type	Pressure Range	Spool Position		Seal		Solenoid Voltage: 12V 2.2A	Connector	Spool / Body Design	Design Series NOTE: Not required when ordering.

Code	Description
C	25 Bar (363 PSI)
D	45 Bar (653 PSI)

Code	Style
C	
E	
K	

Code	Description
W*	Connector as per DIN 185301-803 without plug
J*	Connector DT04-2P "Deutsch"

* Please order plugs separately. See Accessories.

Code	Description
N	Nitrile
V	Fluorocarbon

Weight: Offboard
 D1FV 2.2 kg (4.9 lbs.)



D1FV Onboard Electronics

D	1	F	V	E02			0				3	
Proportional Pressure Reducing Valve	Size: DIN NG6 CETOP 3 NFPA D03	Proportional Control	Spool Type	Pressure Range	Spool Position		Seal		Input Signal	Options	Spool / Body Design	Design Series NOTE: Not required when ordering.

Code	Description
C	25 Bar (363 PSI)
D	45 Bar (653 PSI)

Code	Style
C	
E	
K	

Code	Description
N	Nitrile
V	Fluorocarbon

Code	Input Signal ¹⁾	Function	Port	Options
F0	0...+/-10V	0...+10V > P-A	5 + PE	Potentiometer supply
G0	0...+/-20mA	0...+20mA > P-A	6 + PE	—
M0	0...+/-10V	0...+10V > P-B	6 + PE	Potentiometer supply
S0	4...20mA	12...20mA > P-A	6 + PE	—
W5 ²⁾	0...+/-10V 4...20mA 0...+/-20mA	0...+10V > P-A 12...20mA > P-A 0...20mA > P-A	11 + PE	Potentiometer supply & command preset channel

Bolt Kit:
 BK209 (4) 10-24x1.25
 BK375 (4) M5x30
Weight: Onboard
 D1FV 2.9 kg (6.4 lbs.)

Please order plugs separately. See Accessories.

¹⁾ Single solenoid always 0...+/-10V respectively 4...20mA.
²⁾ Factory set ± 10V on delivery.

Parametrizing cable OBE => RS-232
 Item no. 40982923



Catalog HY14-2550/US
Specifications

**Proportional Pressure Reducing Valves
 Series D1FV (Offboard Electronics)**

B

General	
Design	Direct operated proportional pressure reducing valve
Actuation	Proportional solenoid
Size	N06 / CETOP 3 / NFPA D03
Mounting Interface	DIN 24340 / ISO 4401 / CETOP RP121 / NFPA
Mounting Position	Unrestricted
Ambient Temperature	[°C] -20...+40; (-4°F...+104°F)
MTTF ₀ Value	[years] 150 (75)
Vibration Resistance	[g] 10 Sinus 5...2000 Hz acc. IEC 68-2-6 30 Random noise 20...2000 Hz acc. IEC 68-2-36 15 Shock acc. IEC 68-2-27
Hydraulic	
Maximum Operating Pressure	Ports P, A, B 350 Bar (5075 PSI) Port T 165 Bar (2385 PSI)
Maximum Pressure Drop PABT / PBAT	350 Bar (5075 PSI)
Fluid	Hydraulic oil as per DIN 51524...51535, other on request
Fluid Temperature	[°C] -20...+40 (-4°F...+104°F)
Viscosity	
Permitted	[cSt] / [mm ² /s] 20...300 (93...1761 SSU)
Recommended	[cSt] / [mm ² /s] 30...80 (139...371 SSU)
Filtration	ISO 4406 (1999) 18/16/13 (acc. NAS 1638: 7)
Maximum Flow	10 LPM (2.6 GPM)
Minimum Primary Pressure	30 Bar (435 PSI)
Static / Dynamic	
Hysteresis	[%] <4
Temperature Drift Solenoid Current	[%/K] <0.02
Electrical	
Duty Ratio	[%] 100 ED; CAUTION: Coil temperature up to 150°C (302°F) possible
Protection Class	Standard (as per EN175301-803) IP65 in accordance with EN60529 (with correctly mounted plug-in connector); DT04-2P "Deutsch" IP69K (with correctly mounted plug-in connector)
Supply Voltage	[V] 12
Current Consumption	[A] 2.2
Resistance	[Ohm] 4.4
Coil Insulation Class	F (155 °C) (311 °F)
Solenoid Connection	Connector as per EN 175301-803 (code W), DT04-2P "Deutsch" connector (code J), Solenoid identification as per ISO 9461.
Wiring Minimum	[mm ²] 3x1.5 (AWG 16) overall braid shield (Code W), "Deutsch" connector DP4 2-Pin (Code J)
Wiring Length Maximum	[m] 50 (164 ft.) recommended

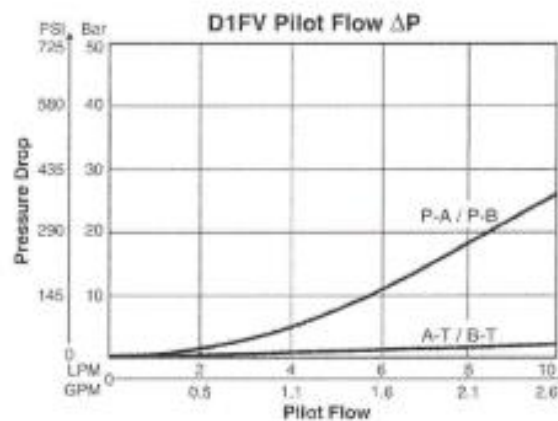
With electrical connections the protective conductor (PE ↗) must be connected according to the relevant regulations.

Electrical Specifications

Electrical		
Duty Ratio	[%]	100 ED; CAUTION: Coil temperature up to 150°C (302°F) possible
Protection Class		IP65 in accordance with EN 60529 (plugged and mounted)
Supply Voltage/ripple DC	[V]	18...30, ripple < 5% eff., surge free
Current Consumption Maximum	[A]	2.0
Pre-fusing Medium Lag	[A]	2.5
Input Signal		
Codes F0 & W5 Voltage	[V]	+10...0...-10, ripple < 0.01 % eff., surge free, Ri = 100kOhm, 0...+10V => P -> A
Code M0 Voltage	[V]	+10...0...-10, ripple < 0.01 % eff., surge free, Ri = 100kOhm, 0...+10V => P -> B
Codes S0 & W5 Current	[mA]	4...12...20, ripple < 0.01 % eff., surge free, Ri = 200Ohm, 12...20mA => P -> A < 3.6 mA = enable off, > 3.6 mA = enable on (acc. to NAMUR NE43)
Code G0	[mA]	+20...0...-20, ripple < 0.01 % eff., surge free, Ri = 200Ohm, 0...+20mA => P -> A
Differential Input max.		
Codes F0, G0, M0 & S0	[V]	30 for terminal D and E against PE (terminal G) 11 for terminal D and E against 0V (terminal B)
Code W5	[V]	30 for terminal 4 and 5 against PE (terminal PE) 11 for terminal 4 and 5 against 0V (terminal Z)
Channel Recall Signal	[V]	0...2.5: off / 5...30: on / Ri = 100 kOhm
Adjustment Ranges:		
Min	[%]	0...50
Max	[%]	50...100
Ramp	[s]	0...32.5
Interface		RS-232, parametrizing connection 5 pins
EMC		EN 61000-6-2, EN 61000-6-4
Central Connection		
Codes F0, G0 M0 & S0		6 + PE acc. to EN 175201-804
Code W5		11 + PE acc. to EN 175201-804
Wiring Minimum		
Codes F0, G0 M0 & S0	[mm²]	7 x 1.0 (AWG16) overall braid shield
Code W5	[mm²]	11 x 1.0 (AWG16) overall braid shield
Wiring Length Maximum	[m]	50 (164 ft.)



Performance Curves



All performance curves measured with HLP46 at 50°C (122°F).

D1FVind.dwg



Catalog HY14-2550US

Block Diagrams — Wiring

**Proportional Pressure Reducing Valves
Series D1FV**

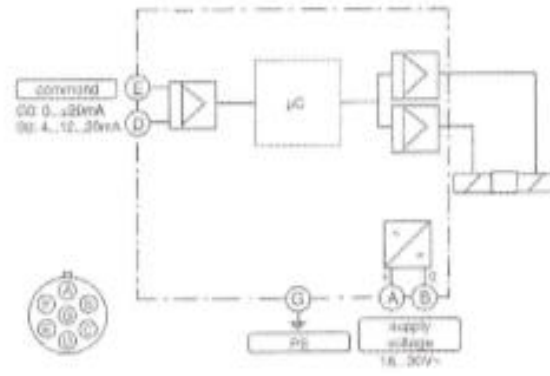
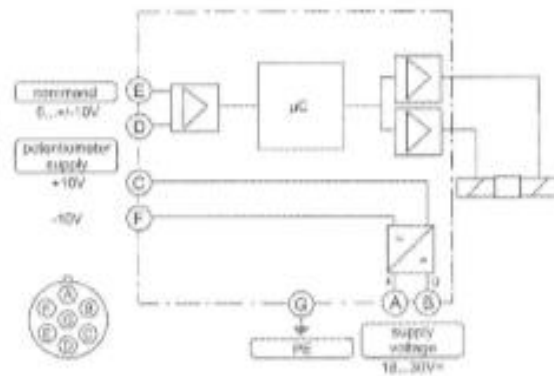
Code F0, M0

6 + PE acc. to EN 175201-804

Code G0, S0

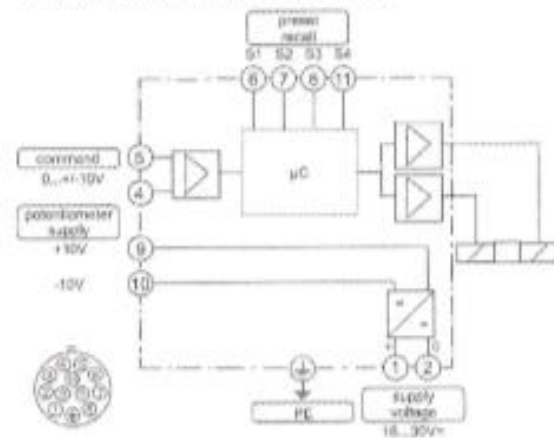
6 + PE acc. to EN 175201-804

B



Code W5

11 + PE acc. to EN 175201-804



D1FV.indt, etc



ProPxD Interface Program

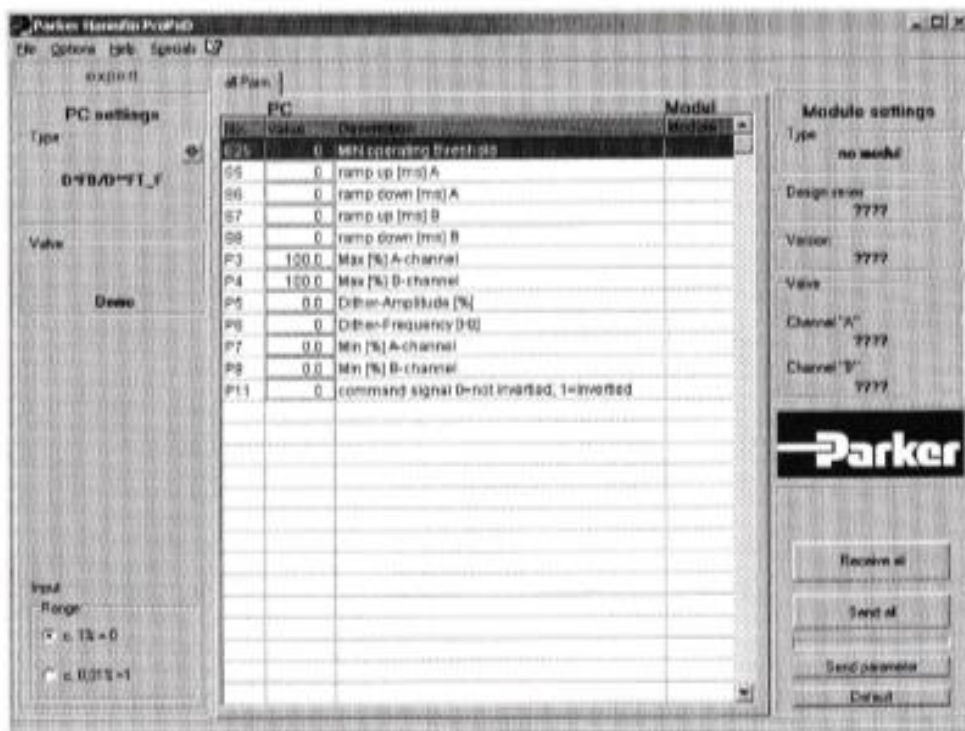
The ProPxD software allows quick and easy setting of the digital valve electronics. Individual parameters as well as complete settings can be viewed, changed and saved via the comfortable user interface. Parameter sets saved in the non-volatile memory can be loaded to other valves of the same type or printed out for documentation purposes.

Features

- Simple editing of all parameters.
- Storage and loading of optimized parameter adjustments.
- Executable with all Windows® operating systems from Windows® 95 upwards.
- Communication between PC and electronics via serial interface RS-232.

The valve electronics cannot be connected to a PC with a standard USB cable – this can result in damages of PC and/or valve electronics.

Simple to use interface program. Download free of charge www.parker.com/euro_hcd → Services → downloads



The parametrizing cable may be ordered under item no. 40982923.

Catalog HY14-2550/US
Dimensions

Proportional Pressure Reducing Valves
Series D1FV (Offboard Electronics)

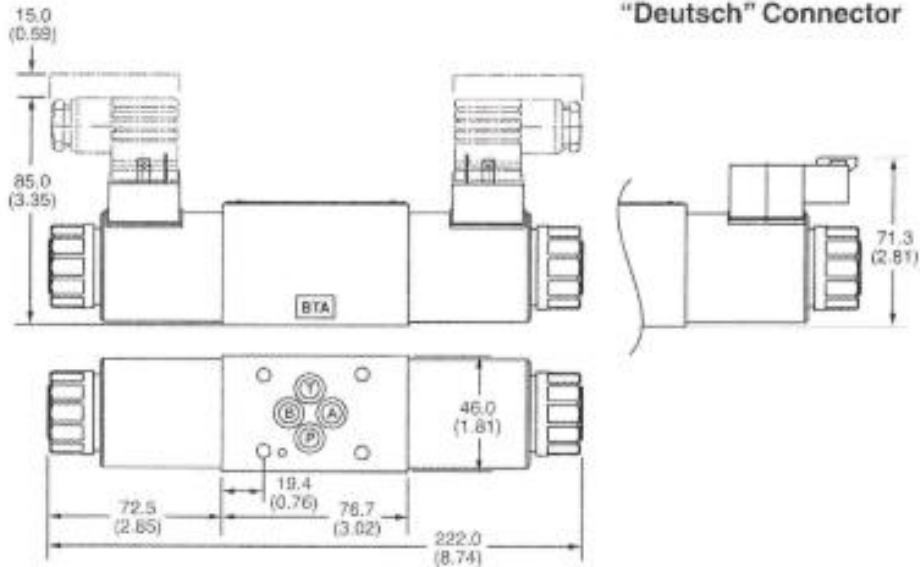
Inch equivalents for millimeter dimensions are shown in (**)

D1FV*C

with DT04-2P
 "Deutsch" Connector

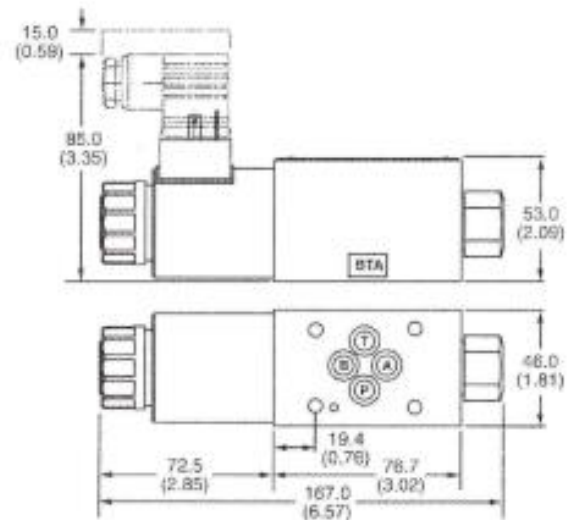
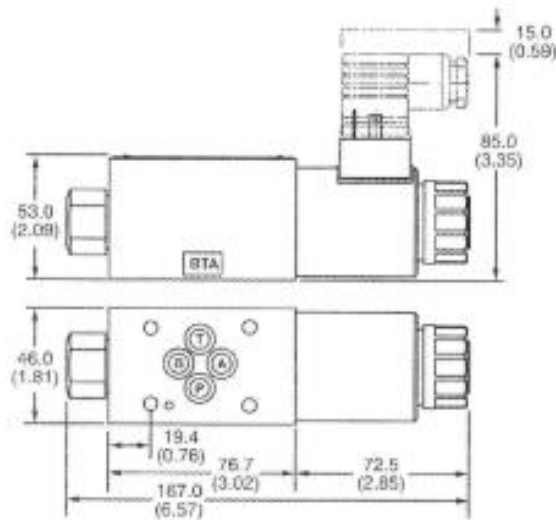


B



D1FV*E

D1FV*K



Surface Finish	☐ KR	⚙️	⚙️	Seal ○ KR
	BK375	4x M5x30 DIN 912 12.9	7.6 Nm (5.6 lb.-ft.) ±15 %	Nitrile: SK-D1FB-N Fluorocarbon: SK-D1FBV

D1FV.indd_009



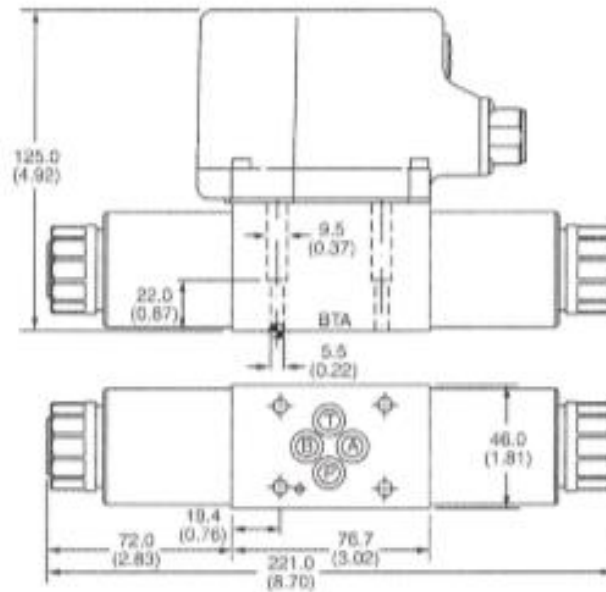
B70

Parker Hannifin Corporation
 Hydraulic Valve Division
 Elyria, Ohio, USA

Dimensions

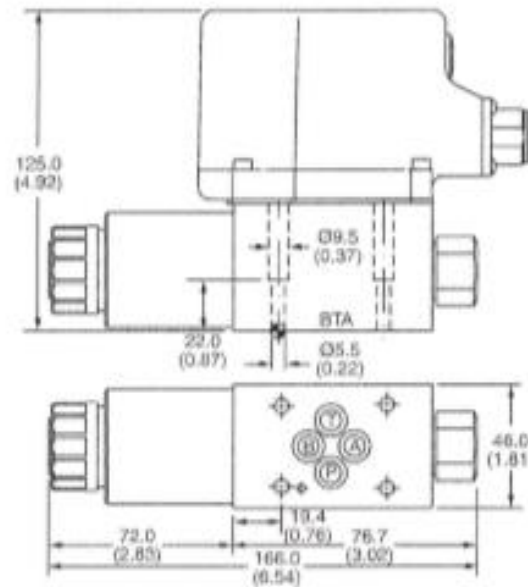
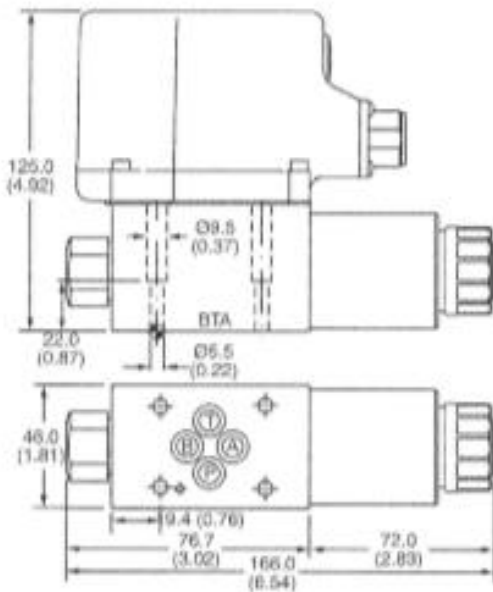
Inch equivalents for millimeter dimensions are shown in (")

D1FV*C OBE



D1FV*E OBE

D1FV*K OBE



Surface Finish	Kit	Key	Torque	Seal Kit
	BK375	4x M5x30 DIN 912 12.9	7.6 Nm (5.6 lb.-ft.) ±15 %	Nitrile: SK-D1FB-N Fluorocarbon: SK-D1FBV

D1FVval.eb



Proportional spool valve

Flange construction

- ◆ $Q_{max} = 42$ l/min
- ◆ 4 volume flow levels
- ◆ $Q_{Nmax} = 32$ l/min
- ◆ $p_{max} = 350$ bar

NG6
ISO 4401-03



DESCRIPTION

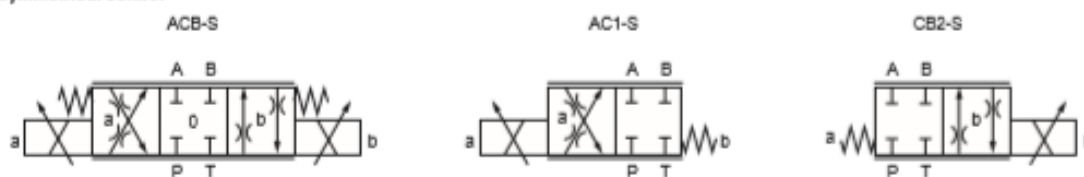
Direct operated proportional spool valve with 4 connections in 5-chamber system. Precise spool fit, low leakage, long service life time. The volume flow adjustment takes place by a Wandfluh proportional solenoid. Proportional to the solenoid current, the spool stroke, the spool opening and the valve volume flow increase. For the control, Wandfluh proportional amplifiers are available (see register 1.13).

APPLICATION

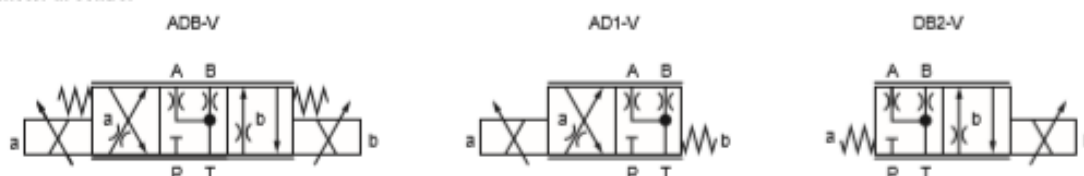
Proportional spool valves are perfectly suitable for demanding tasks due to the high resolution, large volume flow and low hysteresis. The applications are in the industry as well as in the mobile hydraulics for the smooth control of hydraulic actuators. Some examples: rotor blades control of wind generators, forestry and earth moving machines, machine tools and paper production machines with simple position control, robotics and fan control.

SYMBOL

Symmetrical control



Meter-in control



GENERAL SPECIFICATIONS

Designation	Proportional spool valve
Construction	Direct operated
Mounting	Flange construction
Nominal size	NG6 according to ISO 4401-03
Actuation	Proportional solenoid
Ambient temperature	-25...+70 °C (NBR) -20...+70 °C (FKM) if >50 °C, I_0 is only conditionally achievable
Weight	1,5 kg (1 solenoid) 2,0 kg (2 solenoids)

ACTUATION

Actuation	Proportional solenoid, wet pin push type, pressure tight
Execution	W.E45 / 23 x 50 (Data sheet 1.1-182) M.S45 / 23 x 50 (Data sheet 1.1-181)
Connection	Connector socket EN 175301 – 803 Connector socket AMP Junior-Timer Connector Deutsch DT04 - 2P

TYPE CODE

		W D P F A06 - <input type="text"/> - <input type="text"/> - <input type="text"/> - <input type="text"/> / <input type="text"/> - <input type="text"/> <input type="text"/> # <input type="text"/>									
Spool valve											
Directly operated											
Proportional											
Flange construction											
International standard interface ISO, NG6											
Designation of symbols acc. to table											
Nominal volume flow rate Q_N	5 l/min	<input type="text" value="5"/>									
	10 l/min	<input type="text" value="10"/>									
	16 l/min	<input type="text" value="16"/>									
	32 l/min	<input type="text" value="32"/>									
Nominal voltage U_N	12 VDC	<input type="text" value="G12"/>									
	24 VDC	<input type="text" value="G24"/>									
	without coil	<input type="text" value="X5"/>									
Slip-on coil	Metal housing, round	<input type="text" value="W"/>									
	Metal housing, square	<input type="text" value="M"/>									
Connection execution	Connector socket EN 175301-803 / ISO 4400	<input type="text" value="D"/>									
	Connector socket AMP Junior-Timer	<input type="text" value="J"/>									
	Connector Deutsch DT04-2P	<input type="text" value="G"/>									
Sealing material	NBR	<input type="text"/>									
	FKM (Viton)	<input type="text" value="DT"/>									
Manual override	Integrated	<input type="text"/>									
	Push-button	<input type="text" value="HE1"/>									
	Spindle	<input type="text" value="HS1"/>									
Design index (subject to change)											

1.18-27

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Protection class	Connection execution D: IP65 Connection execution J: IP66 Connection execution G: IP67 and IP69K
Relative duty factor	100 % DF
Standard nominal power	12 VDC, 24 VDC
Limiting current at 50 °C	$I_c = 930 \text{ mA}$ ($U_N = 24 \text{ VDC}$) $I_c = 1690 \text{ mA}$ ($U_N = 12 \text{ VDC}$)

Note! Other electrical specifications see data sheet 1.1-182 (slip-on coil W) and 1.1-181 (slip-on coil M)

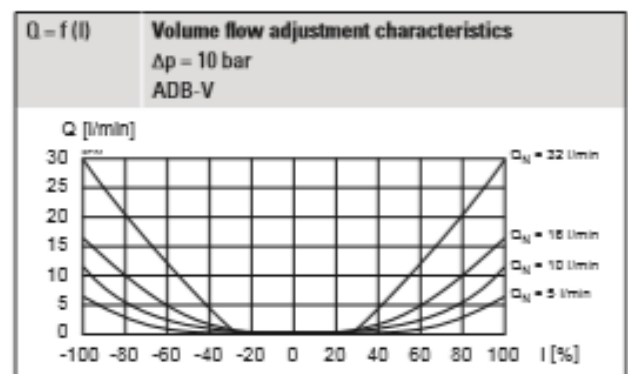
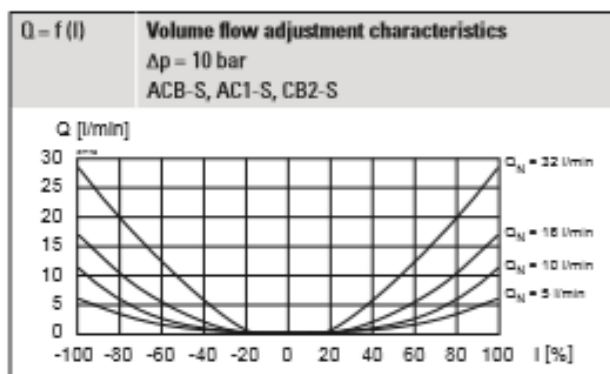
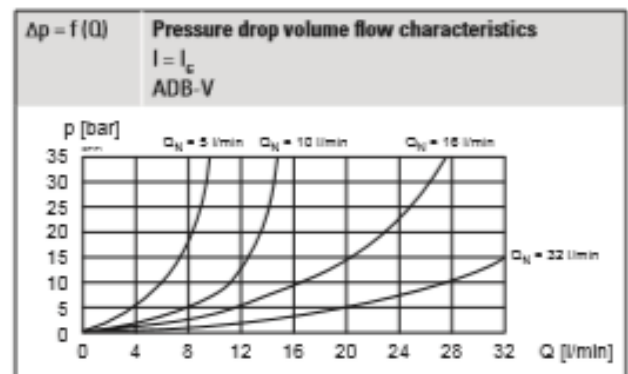
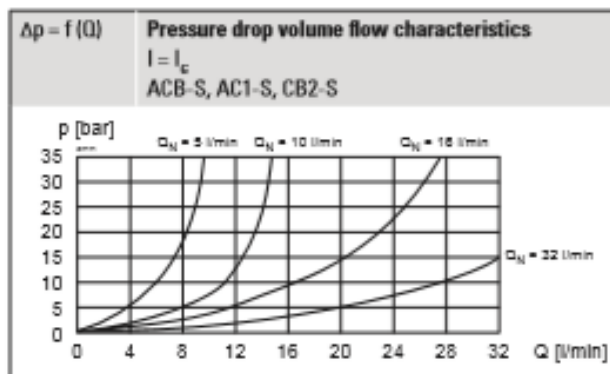
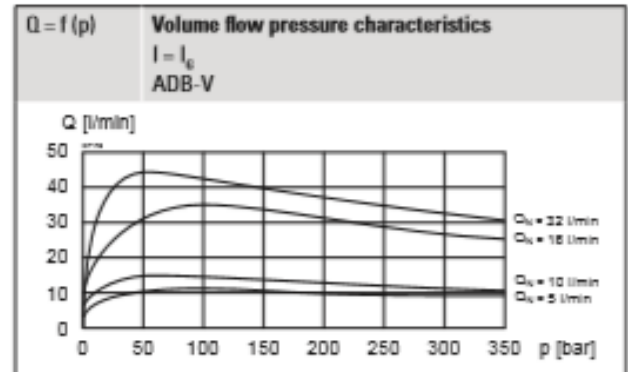
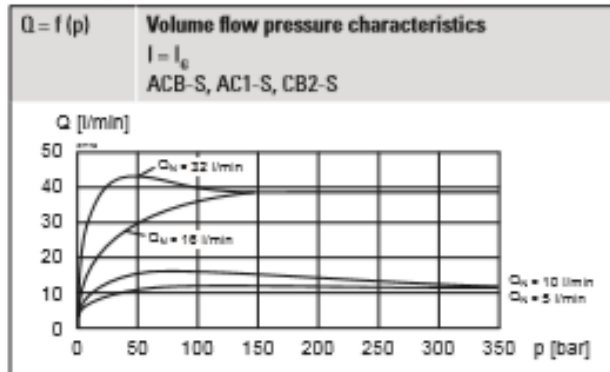


HYDRAULIC SPECIFICATIONS

Working pressure	$p_{max} = 350 \text{ bar}$
Tank pressure	$p_{Tmax} = 250 \text{ bar}$
Maximum volume flow	$Q_{max} = 42 \text{ l/min}$, see characteristics
Nominal volume flow	$Q_N = 5 \text{ l/min}$, 10 l/min, 16 l/min, 32 l/min
Leakage volume flow	On demand
Hysteresis	$\leq 5 \%$ at optimal dither signal
Fluid	Mineral oil, other fluid on request
Viscosity range	12 mm ² /s...320 mm ² /s
Temperature range fluid	-20...+70 °C
Contamination efficiency	Class 18 / 16 / 13
Filtration	Required filtration grade B 6...10 ≥ 75 , see data sheet 1.0-50

PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Oil viscosity $\nu = 30 \text{ mm}^2/\text{s}$

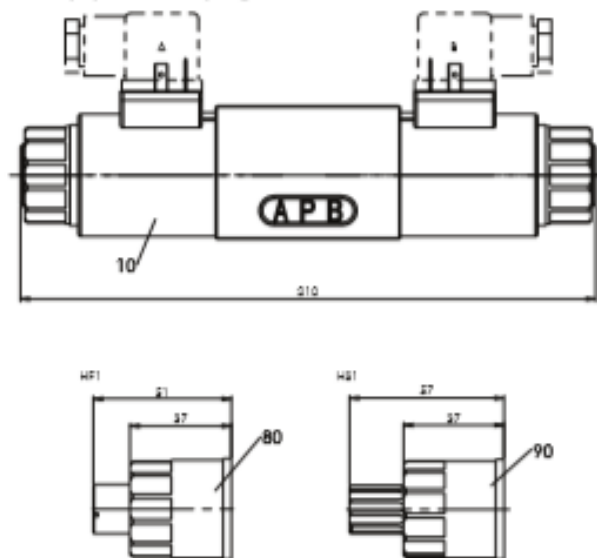


Note! All values were measured over two control edges. The connections A and B were short-circuited

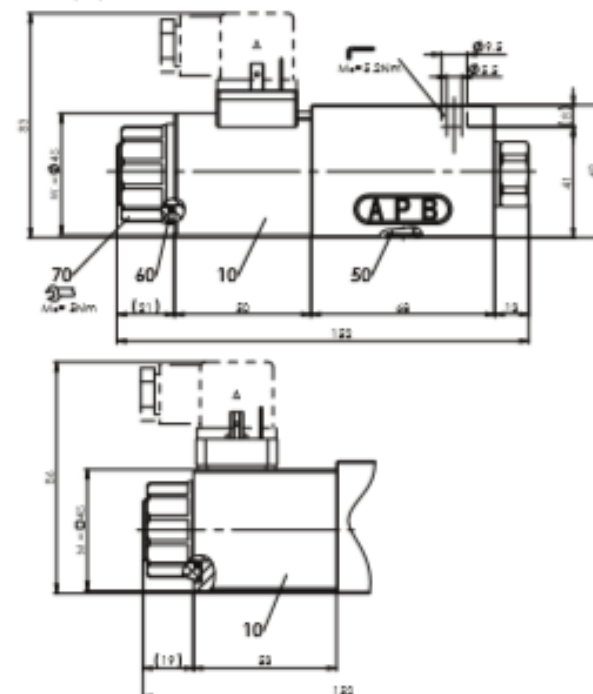


DIMENSIONS

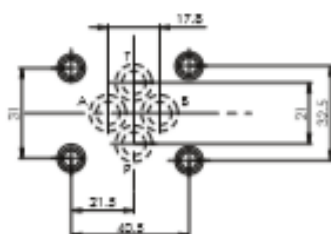
4/3-way spool valve (spring centred)



4/2-way spool valve



HYDRAULIC CONNECTION



MANUAL OVERRIDE

- ◆ Integrated (-) Actuation pin integrated in the armature tube. Actuation by pressing the pin
- ◆ Push-button (HF1) Integrated in the knurled nut. Actuation by pressing the push-button
- ◆ Spindle (HS1) Integrated in the knurled nut. Actuation by turning the spindle (continuously variable valve actuation)

Attention! The actuation of the manual override is possible up to a tank pressure of:

- 160 bar Integrated (-)
- 160 bar Push-button (HF1)
- 250 bar Spindle (HS1)

PARTS LIST

Position	Article	Description
10	206.1...	W.E45 / 23 x 50 M.S45 / 23 x 50
50	160.2093	O-ring ID 9,25 x 1,78 (NBR)
	160.6092	O-ring ID 9,25 x 1,78 (FKM)
60	160.2222	O-ring ID 22.22 x 2.62 (NBR)
70	154.2701	Knurled nut
80	253.7004	Push-button
90	253.7002	Spindle

ACCESSORIES

Mating connector grey (A)	Article no. 219.2001
Mating connector black (B)	Article no. 219.2002
Threaded subplates	Data sheet 2.9-30
Multi-station subplates	Data sheet 2.9-60
Horizontal mounting blocks	Data sheet 2.9-100
Technical explanations	Data sheet 1.0-100
Hydraulic fluids	Data sheet 1.0-50
Filtration	Data sheet 1.0-50
Relative duty factor	Data sheet 1.1-430
Proportional amplifier	Register 1.13

SURFACE TREATMENT

- ◆ The valve body is painted with a two component paint
- ◆ The armature tube and the plug screw are zinc coated
- ◆ The slip-on coil is zinc-nickel coated

SEALING MATERIAL

NBR or FKM (Viton) as standard, choice in the type code

INSTALLATION NOTES

Mounting type	Flange mounting 4 fixing holes for socket head screws M5 x 50
Mounting position	Any, preferably horizontal
Tightening torque	$M_0 = 5,2 \text{ Nm}$ (screw quality 8.8, zinc coated) Fixing screws $M_0 = 5 \text{ Nm}$ knurled nut

Note!



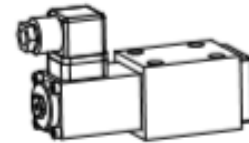
The length of the fixing screw depends on the base material of the connection element.

STANDARDS

Mounting interface	Wandfluh standard
Solenoids	DIN VDE 0580
Connection execution D	EN 175301 – 803
Protection class	EN 60 529
Contamination efficiency	ISO 4406

Proportional directional valve

- pressure compensated
- $Q_{max} = 20 \text{ l/min}$
- $p_{max} = 250 \text{ bar}$

NG6
 ISO 4401-03
**DISCRIPTION**

Directly controlled spool valve, actuated by a Wandfluh proportional solenoid (VDE standard 0580), in five chamber design. Wet solenoid in oil. Spools with precision machined oil passages control the oil volume wich is proportional to the solenoid current. Reduced pressure drop achieved by optimised flow channels. Precise spool fit, long life. Spool made of hardened steel, valve body made of high quality cast iron suitable for hydraulic valves. Flange type, threaded connection by means of a connecting plate.

FUNCTION

Spool stroke, aperture and volume flow increase proportionally to the increase in the electric current at the proportional solenoid. This special design senses and compensates load induced flow changes. Flow remains constant with varying pressure. The optimised shape of the spool results in a good resolution of flow important for sensitive motion control. To control the valve Wandfluh proportional amplifiers are available (see register 1.13).

APPLICATION

Because of the high resolution and low hysteresis, these valves are particularly suitable for demanding tasks. Applications: handling operations, robots, actuators, radar controlled vehicles, tool making and paper production machines, in other words anywhere where precise control systems are needed.

TYPE CODE

Control valve, proportional	VVS	4	-	-	TF	*
Number of control ports						
Description of symbols acc. to table						
Nominal volume flow Q_N	2,5 l/min		10 l/min			
	5 l/min		15 l/min			
	20 l/min					
Normally closed						
Nominal voltage U_N	12 VDC		24 VDC			
Design-Index (Subject to change)			G12		G24	

GENERAL SPECIFICATIONS

Nominal size	NG6 acc. to ISO 4401-03
Designation	4/2-, 4/3-way proportional control valve
Construction	Direct operated spool valve
Mounting	Flange, 4 holes for socket cap screws M5 x 45
Fastening torque	$M_0 = 5,5 \text{ Nm}$ (screw quality 8.8)
Pipe connection	Connection plates, Multi-station flange subplate, Longitudinal stacking system
Mounting position	any
Ambient temperature	-20...+50 °C
Weight: 4/2-way	m = 1,85 kg
4/3-way	m = 2,85 kg

HYDRAULIC SPECIFICATIONS

Fluid	Mineral oil, other fluid on request	
Contamination	ISO 4406:1999, class 18/16/13	
efficiency	(Required filtration grade 66...10z75) refer to data sheet 1.0-50/2	
Viscosity range	12 mm ² /s...320 mm ² /s	
Fluid temperature	-20...+70 °C	
Working pressure	$p_{max} = 250 \text{ bar}$ (Ports P, A, B)	
Tank pressure	max tank pressure in T	
	$p_{max} = 160 \text{ bar}$	
Nominal volume flows	$Q_N = 2,5 \text{ l/min}$	$Q_N = 10 \text{ l/min}$
	$Q_N = 5 \text{ l/min}$	$Q_N = 15 \text{ l/min}$
	$Q_N = 20 \text{ l/min}$	
MIn. volume flow	$Q_{min} = 0,02 \text{ l/min}$	
Leakage volume flow	see characteristic	
Resolution	1 mA *	
Repeatability	≤ 1% *	
Hysteresis	≤ 2% *	
	* by optimal dithersignal	

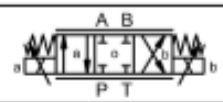
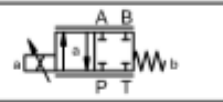
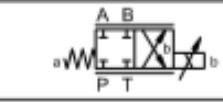



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Construction Proportional solenoid, wet pin push type, pressure tight.

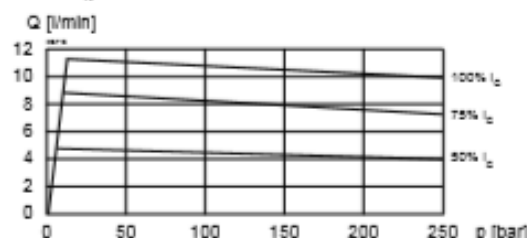
Standard-Nominal voltage	U = 12 VDC	U = 24 VDC	
Limiting current: PI35V	$I_a = 1250$ mA	$I_a = 680$ mA	for VWS4.61 Q_N 2,5...10 l/min for VWS4.62 Q_N 2,5...10 l/min
	PI45V	$I_a = 1780$ mA	$I_a = 810$ mA

Relative duty factor 100 % DF (see data sheet 1.1-430)
 Protection class IP 65 to EN 60529
 Connection/Power Over device plug connection to supply
 ISO 4400/DIN 43650 (2P+E)
 Other electrical specifications see data sheet: 1.1-115 (PI35V)
 1.1-130 (PI45V)

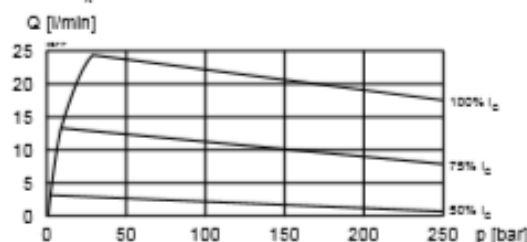
TYPE CHARTS/DESIGNATIONS OF SYMBOLS

	D61
	Z61a
	Z61b
	D62
	Z62a
	Z62b

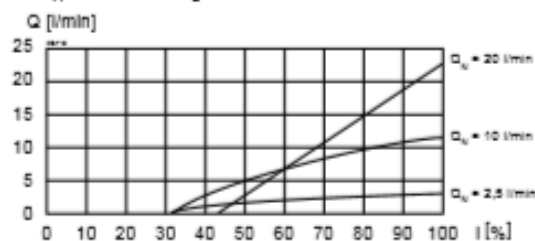
Q = f (p) Volume flow-pressure-characteristics
 $Q_N = 10$ l/min



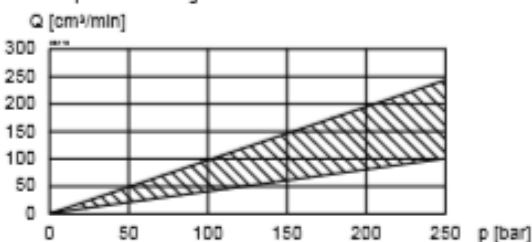
Q = f (p) Volume flow-pressure-characteristics
 $Q_N = 20$ l/min



Q = f (i) Volume flow-signal-characteristics

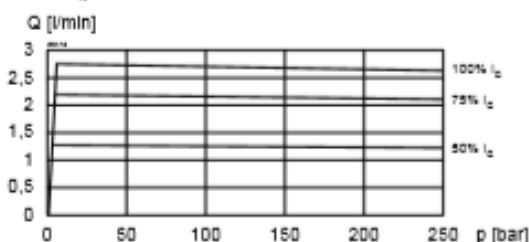


$Q_L = f (p)$ Leakage volume flow characteristics per control edge



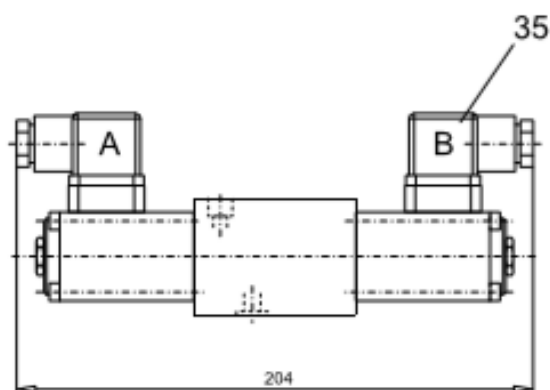
CHARACTERISTICS oil viscosity $\nu = 30$ mm²/s

Q = f (p) Volume flow-pressure-characteristics
 $Q_N = 2,5$ l/min

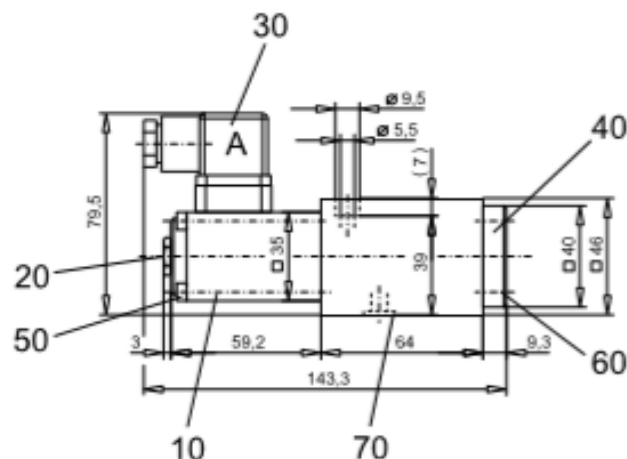


DIMENSIONS

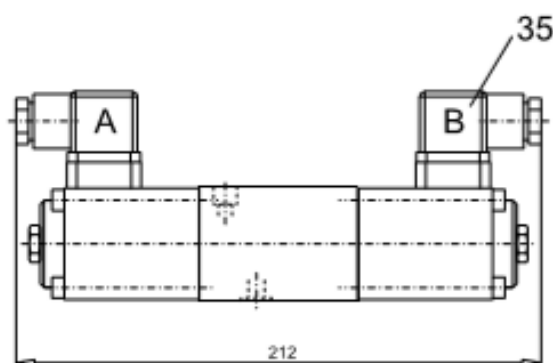
4/3-way valve VWS4.61 for Q_N 2,5... 10 l/min
4/3-way valve VWS4.62 for Q_N 2,5... 10 l/min



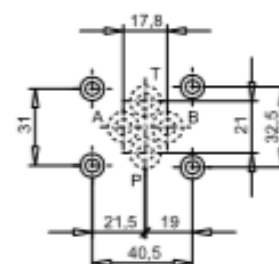
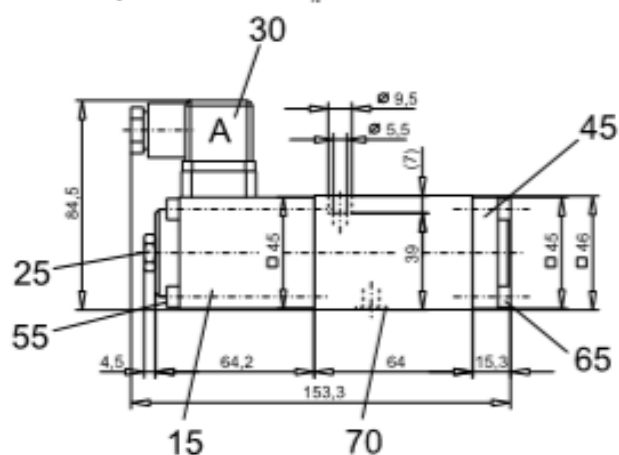
4/2-way valve VWS4.61 for Q_N 2,5... 10 l/min
4/2-way valve VWS4.62 for Q_N 2,5... 10 l/min



4/3-way valve VWS4.61 for Q_N 15... 20 l/min
4/3-way valve VWS4.62 for Q_N 15... 20 l/min



4/2-way valve VWS4.61 for Q_N 15... 20 l/min
4/2-way valve VWS4.62 for Q_N 15... 20 l/min



PARTS LIST

Position	Article	Description
10	256.3454	Proportional solenoid PI35V-G24
	256.3426	Proportional solenoid PI35V-G12
15	256.4454	Proportional solenoid PI45V-G24
	256.4418	Proportional solenoid PI45V-G12
20	253.8000	Plug with integrated manual override HB4,5
25	253.8001	Plug with integrated manual override HB6
30	219.2001	Plug A (grey)
35	219.2002	Plug B (black)
40	060.2200	Cover
45	058.4100	Cover
50	246.1161	Socket head cap screw M4 x 60 DIN 912
55	246.2160	Socket head cap screw M5 x 60 DIN 912
60	246.1111	Socket head cap screw M4 x 10 DIN 912
65	246.2117	Socket head cap screw M5 x 16 DIN 912
70	160.2093	O-ring ID 9,25 x 1,78

ACCESSORIES

Sub-plates	register 2.9
Proportional-amplifier	register 1.13

Explications techniques voir feuille 1.0-100



Mobil SHC™ Hydraulic EAL

Mobil Industrial, United States

High Performance Synthetic Hydraulic Oil

Product Description

Mobil SHC™ Hydraulic EAL fluids are high performance biodegradable synthetic hydraulic oils for modern hydraulic systems. The fluids are designed to meet the demand for environmentally acceptable hydraulic lubricants. Mobil SHC Hydraulic EAL fluids are exceptionally high quality, wide-temperature, shear-stable hydraulic oils with controlled low-temperature pumpability properties and maximised anti-wear protection for hydraulic systems operating under high load and high pressures.



*Energy efficiency relates solely to the fluid performance when compared to ExxonMobil's standard hydraulic fluids. The technology used provides up to 3.6 % efficiency compared to Mobil DTE 25 when tested in a Eaton 25VMQ vane pump under controlled conditions in accordance with applicable industry standards and protocols. Efficiency improvements will vary based on operating conditions and application.

Features and Benefits

- Meets requirements for EU Ecolabel, Blue Angel, SS 155434 and USDA BioPreferred®.
- Outstanding load-carrying and anti-wear properties which protect system components against wear and scuffing and help provide long equipment life.
- Shear stable high viscosity index helps sustain component protection over a wide temperature range.
- Excellent thermal and oxidation stability that can help reduce maintenance downtime and costs by contributing to system cleanliness and deposit reduction, enabling long oil and filter life.
- Excellent demulsibility ensures ease of water removal in below waterline applications.
- Good elastomer compatibility; works well with same elastomers used with conventional mineral hydraulic oils.

Applications

- In systems where readily biodegradable and minimally toxic fluids may be required.
- Hydraulic applications where a reduction in energy consumption is desired.
- Circulation systems containing gears and bearings where mild extreme-pressure characteristics are desired.
- Systems containing servo-valves, where cleanliness is essential.
- Hydraulic systems operating with oil temperatures in the range of -17 °C (1.4° F) to +93 °C (199° F).
- Mobile, marine and forestry equipment operating in environmentally sensitive areas.
- Circulation systems operating under mild to moderate service conditions.
- Industrial hydraulic systems where leaked or spilled fluids could get into plant effluent.

Specifications and Approvals

This product has the following approvals:	32	46	68
Blue Angel RAL-UZ 178	X	X	X
DENISON HF-1	X	X	X
DENISON HF-2	X	X	X

DENISON HF-6	X	X	X
Eaton Corporation Brochure No. 03-401-2010, Rev 1		X	X
HOCNF Norway-NEMS, Black	X	X	X
USDA Certified BioBased Product	X	X	X

This product meets or exceeds the requirements of:	32	46	68
UK Competent Body EU Ecolabel	X	X	X
ISO L-HEES (ISO 15380:2011)	X	X	X
JCMAS HKB VG32L	X	X	
SWEDISH STANDARD 15 54 34 AAV 32 Environmentally Acceptable (2015)	X	X	X
WGK NON WATER HAZARDOUS	X	X	X

Properties and Specifications

Property	32	46	68
Grade	ISO 32	ISO 46	ISO 68
Density @ 15 C, kg/l, ASTM D4052	0.936	0.930	0.923
FZG Scuffing, Fail Load Stage, A/8.3/90, ISO 14635-1	10	11	11
Flash Point, Cleveland Open Cup, °C, ASTM D92	282	282	292
Kinematic Viscosity @ 100 C, mm ² /s, ASTM D445	6.2	7.7	11
Kinematic Viscosity @ 40 C, mm ² /s, ASTM D445	31.1	43.3	71
Pour Point, °C, ASTM D97	-33	-33	-27
Viscosity Index, ASTM D2270	152	149	144

Health and Safety

Health and Safety recommendations for this product can be found on the Material Safety Data Sheet (MSDS) @

<http://www.msds.exxonmobil.com/psims/psims.aspx>

All trademarks used herein are trademarks or registered trademarks of Exxon Mobil Corporation or one of its subsidiaries unless indicated otherwise.

03-2020

Exxon Mobil Corporation

22777 Springwoods Village Parkway
Spring TX 77389

1-800-ASK MOBIL (275-6624)

Typical Properties are typical of those obtained with normal production tolerance and do not constitute a specification. Variations that do not affect product performance are to be expected during normal manufacture and at different blending locations. The information contained herein is subject to change without notice. All products may not be available locally. For more information, contact your local ExxonMobil contact or visit www.exxonmobil.com

04/2020

Mobil SHC™ Hydraulic EAL

ExxonMobil is comprised of numerous affiliates and subsidiaries, many with names that include Esso, Mobil, or ExxonMobil. Nothing in this document is intended to override or supersede the corporate separateness of local entities. Responsibility for local action and accountability remains with the local ExxonMobil-affiliate entities.

Energy lives here™

[Privacy Policy](#) • [Terms & Conditions](#)

© Copyright 2003-2020 Exxon Mobil Corporation.

All Rights Reserved.

RE 29038

Edition: 2019-12

Replaces: 2019-09

rexroth
A Bosch Company

Directional control valves, direct operated with electrical position feedback and integrated electronics (OBE) Type 4WRPEH



H8160

▶ Size 10

- ▶ Component series 3X
- ▶ Maximum operating pressure 350 bar
- ▶ Rated flow 50 ... 100 ml/min
- ▶ Digital interface, IO link for I4.0

CE

IO-Link

Features

- ▶ Reliable - proven and robust design
- ▶ Safe - fail-safe position of the control spool in switched-off condition
- ▶ Energy-efficient - no pilot oil demand
- ▶ High quality - control spool and sleeve in servo quality
- ▶ Flexible - suitable for position, velocity and pressure control
- ▶ Precise - high response sensitivity and little hysteresis
- ▶ IO-Link interface, optional

Contents

Features	1
Ordering code	2
Symbols	3
Function, section	4
Technical data	5 ... 8
Block diagram/controller function block	9
Electrical connections and assignment	10
Characteristic curves	11 ... 16
Dimensions	17, 18
Accessories (separate order)	18
Further information	19

Liite 5. 2(24) 4WRPEH | Directional control valve

15	Without electronics protection membrane	no code
	With electronics protection membrane	-967

16	Further details in the plain text	
----	-----------------------------------	--

Ordering code

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16

4	WRP	E	H	10		B			—	3X	/		/		24			*
----------	------------	----------	----------	-----------	--	----------	--	--	----------	-----------	----------	--	----------	--	-----------	--	--	----------

01	4 main ports	4
----	--------------	----------

02	Directional control valve, direct operated	WRP
----	--	------------

03	With integrated electronics	E
----	-----------------------------	----------

04	Control spool/sleeve	H
----	----------------------	----------

05	Size 10	10
----	---------	-----------

06	Symbols e.g. C, C1, C5 etc.; for possible design, see page 3	
----	--	--

07	Installation side of the inductive position transducer	B
----	--	----------

Rated flow ($\Delta p = 35$ bar/control edge)

08	50 l/min	50
	100 l/min	100

Flow characteristic

09	Linear	L
----	--------	----------

Liite 5. 4(24) 4WRPEH | Directional control valve

	Inflected characteristic curve, linear
--	--

10	Component series 30 ... 39 (30 ... 39: unchanged installation and connection dimensions)
----	--

Seal material(observe compatibility of seals with hydraulic fluid used, see page 6)

11	NBR seals
	FKM seals

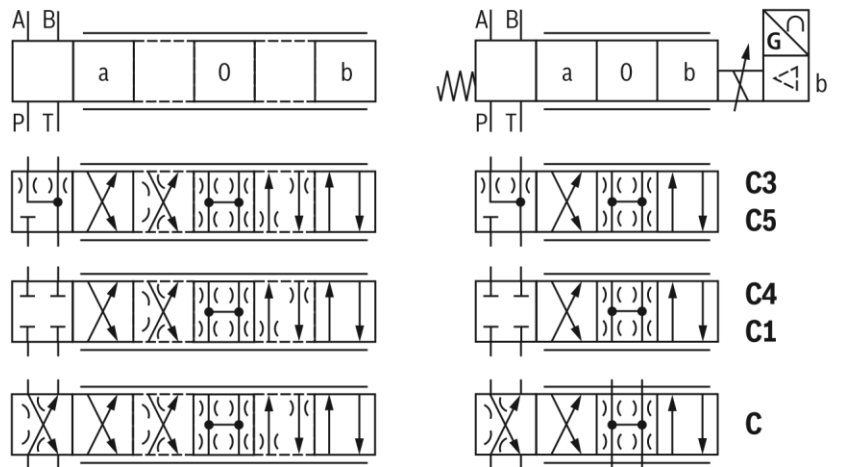
12	Without damping plate
	With damping plate

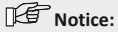
13	Supply voltage of the integrated electronics 24 VDC
----	---

Interfaces of the control electronics

14	Command value input ± 10 V
	Command value input 4 ... 20 mA
	IO-Link interface
	Command value ± 10 mA, actual value 4 ... 20 mA, release (connector 6+PE)

Symbols





Notice:

Representation according to DIN ISO 1219-1.
Hydraulic interim positions are shown by dashes.

Flow characteristic

Symbol	Linear characteristic curve (model "L")	Inflected characteristic curve (version "P") Inflection 40%
C3, C5		
C4, C1		
C		

Function, section

Valves of type 4WRPEH are direct operated directional control valves with electrical position feedback and integrated electronics (OBE).

Set-up

The 4WRPEH high-response valve mainly consists of:

- Valve housing with control spool and sleeve in servo quality (1)
- Control solenoid with position transducer (2)
(optionally with electronics protection membrane (6))
- On-board electronics (OBE) (3) with analog or IO-Link interface (4)
(optionally with damping plate (5))

Function

The integrated electronics (OBE) compares the specified command value to the position actual value. In case of control deviations, the stroke solenoid will be activated. Due to the changed solenoid force, the control spool is adjusted against the spring. Stroke/control spool cross-section is controlled proportionally to the command value. In case of a command value presetting of 0, the electronics adjusts the

control spool against the spring to central position. In deactivated condition, the spring is untensioned to a maximum and the valve is in fail-safe position.

Control solenoid shut-off

In case of the following errors, the control solenoids are de-energized by the integrated electronics (OBE) and the control spool is set to fail-safe position:

- Falling below the minimum supply voltage Only at interface "F1":
 - Falling below the minimum current command value of 2 mA (includes cable break of the command value line (current loop))
- Only at interface "L1":
 - Enable inactive, communication interruption (watchdog)
 - In case of internal IO-Link error Only at interface "C6":
 - Additionally, release inactive

Damping plate "D"

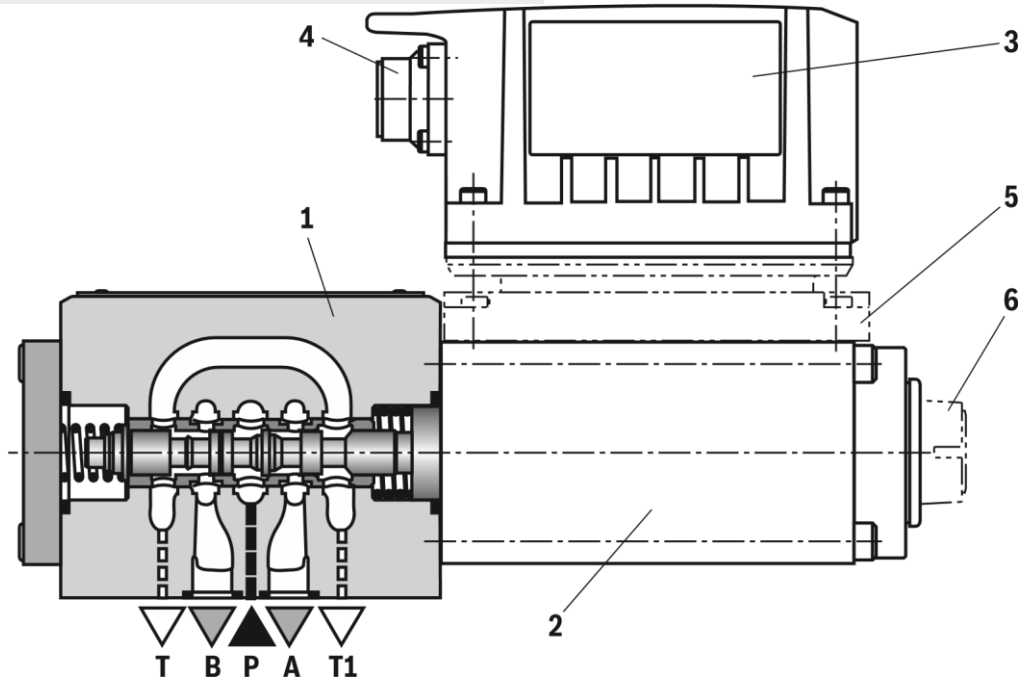
The damping plate (5) reduces the acceleration amplitudes on the on-board electronics (frequencies >300 Hz).

Notice:

Using the damping plate is not recommended for applications with mainly low-frequency excitation <300 Hz.

Electronics protection membrane "-967"

– To prevent condensate formation in the housing of the integrated electronics (OBE), an electronics protection membrane (6) can be used. Recommended for use outside industry-standard conditions with high ambient air humidity and significant cyclic temperature changes (e.g. outdoors).



Type 4WRPEH 10 CB...3X...

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

General	
Type of connection	Subplate mounting, porting pattern according to ISO 4401-0504-0-05
Installation position	Any
Ambient temperature range	°C -20 ... +60
Transport temperature	°C -30 ... +80
Maximum storage time	years 1 (if the storage conditions are observed; refer to the operating instructions 07600-B)
Sine test according to DIN EN 60068-2-6	10 ... 2000 Hz / maximum of 10 g / 10 cycles / 3 axes
Noise test according to DIN EN 60068-2-64	20 ... 2000 Hz / 10 g _{RMS} / 30 g peak / 30 min. / 3 axes
Transport shock according to DIN EN 60068-2-27	15 g / 11 ms / 3 shocks / 3 axes
Shock according to DIN EN 60068-2-27	35 g / 6 ms / 1000 shocks / 3 axes
Weight	kg 7.1

Maximum relative humidity (no condensation)	%	95		
Maximum solenoid surface temperature	°C	150		
MTTF _d value according to EN ISO 13849	years	150 (for further details see data sheet 08012)		
Conformity		<input type="checkbox"/> CE according to EMC directive 2014/30/EU, tested according to EN 61000-6-2 and EN 61000-6-3 <input type="checkbox"/> RoHS directive 2011/65/EU <input type="checkbox"/> REACH ordinance (EC) no. 1907/2006		
Hydraulic				
Maximum operating pressure <input type="checkbox"/> Ports A, B, P	bar	350		
<input type="checkbox"/> Port T	bar	250		
Rated flow at $\Delta p = 35$ bar/control edge ¹⁾	l/min	50	100	
Hydraulic fluid		See table page 6		
Viscosity range <input type="checkbox"/> Recommended	mm ² /s	20 ... 100		
<input type="checkbox"/> Maximum	mm ² /s	10 ... 800		
Hydraulic fluid temperature range (flown-through)	°C	-20 ... +70		
Maximum admissible degree of contamination of the hydraulic fluid; cleanliness class according to ISO 4406 (c)		Class 18/16/13 ²⁾		
Limitation of use (Δp) with regard to the transition to failsafe (values apply to summated edge)	<input type="checkbox"/> Symbols C3, C5, C	bar	350	140
	<input type="checkbox"/> Symbols C1, C4	bar	250	100
Leakage flow at 100 bar	<input type="checkbox"/> Linear characteristic curve "L"	cm ³ /min	< 1200	< 1500 (1:1) < 1000 (2:1)
	<input type="checkbox"/> Inflected characteristic curve "P"	cm ³ /min	< 600 (1:1) < 500 (2:1)	< 600

¹⁾ Flow for deviating Δp (control edge):

$$q_x = q_{Vnom} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_x}{35}}$$

²⁾ The cleanliness classes specified for the components must be adhered to in hydraulic systems. Effective filtration prevents faults and simultaneously increases the life cycle of the components.

Available filters can be found at www.boschrexroth.com/filter.

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

Hydraulic fluid	Classification	Suitable sealing materials	Standards	Data sheet
Mineral oils	HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLPD	NBR, FKM	DIN 51524	90220
Bio-degradable <input type="checkbox"/> Insoluble in water	HETG	FKM	ISO 15380	90221
	HEES	FKM		
<input type="checkbox"/> Soluble in water	HEPG	FKM	ISO 15380	
Flame-resistant <input type="checkbox"/> Water-free	HFDU (glycol base)	FKM	ISO 12922	90222
	HFDU (ester base)	FKM		
	HFDR	FKM		
<input type="checkbox"/> Containing water	HFC (Fuchs: Hydrotherm 46M, Renosafe 500; Petrofer: Ultra Safe 620; Houghton: Safe 620; Union: Carbide HP5046)	NBR	ISO 12922	90223

Liite 5. 8(24) 4WRPEH | Directional control valve

- ▶ For further information and data on the use of other hydraulic fluids, please refer to the data sheets above or contact us.
- ▶ There may be limitations regarding the technical valve data (temperature, pressure range, life cycle, maintenance intervals, etc.).
- ▶ The ignition temperature of the hydraulic fluid used must be 50 K higher than the maximum surface temperature.
- ▶ **Bio-degradable and flame-resistant – containing water:** If components with galvanic zinc coating (e.g. version "J3" or "J5") or parts containing zinc are used, small amounts of dissolved zinc may get into the hydraulic system and cause accelerated aging of the hydraulic fluid. Zinc soap may form as a chemical reaction product, which may clog filters, nozzles and solenoid valves – particularly in connection with local heat input.
- ▶ **Flame-resistant – containing water:**

- Due to increased cavitation tendency with HFC hydraulic fluids, the life cycle of the component may be reduced by up to 30% as compared to the use with mineral oil HLP. In order to reduce the cavitation effect, it is recommended –

- if possible specific to the installation – to back up the return flow pressure in ports T to approx. 20% of the pressure differential at the component.
- Dependent on the hydraulic fluid used, the maximum ambient and hydraulic fluid temperature must not exceed 50 °C. In order to reduce the heat input into the component, the command value profile is to be adjusted for proportional and high-response valves.

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

Static/dynamic		
Hysteresis	%	≤ 0.2
Manufacturing tolerance q_{Vmax}	%	< 10
Temperature drift (temperature range 20 °C ... 80 °C)		Zero shift < 1% with $\Delta\theta = 40^\circ\text{C}$
Command value step	ms	see characteristic curves page 15
Zero compensation		ex plant ±1%
electrical, integrated electronics (OBE) – Interface "A1" and "F1"		
Relative duty cycle	%	100 (continuous operation)
Protection class according to EN 60529		IP65 (if suitable and correctly mounted mating connectors are used)
Supply voltage	VDC	24
▶ Terminal A	VDC	min. 19 / max. 36
▶ Terminal B	VDC	0
Maximum admissible residual ripple	Vpp	2.5
Maximum power consumption	VA	60
Fuse protection, external	A _T	3.15 (time-lag)
Input, version "A1"		Differential amplifier, $R_i = 100\text{ k}\Omega$
▶ Terminal D (U_E)	VDC	0 ... ±10
▶ Terminal E	VDC	0
Input, version "F1"		Load, $R_{sh} = 200\ \Omega$
▶ Terminal D (I_{D-E})	mA	4 ... 20
▶ Terminal E (I_{D-E})		Current loop I_{D-E} feedback
Maximum voltage of the differential inputs against 0 V		D → B; E → B (max. 18 V)
Test signal, version "A1"		LVDT
▶ Terminal F (U_{rest})	VDC	0 ... ±10

<input type="checkbox"/> Terminal C		Reference 0 V
Test signal, version "F1"	mA	LVDT signal 4 ... 20 at external load 200 ... 500 Ω maximum
<input type="checkbox"/> Terminal F (I_{F-C})	mA	4 ... 20 output
<input type="checkbox"/> Terminal C (I_{F-C})		Current loop I_{F-C} feedback
Functional ground and screening		see pin assignment on page 10 (CE-compliant installation)
Adjustment		Calibrated in the plant, see valve characteristic curves page 11 ... 16
electrical, integrated electronics (OBE) – Interface "L1"		
Relative duty cycle	%	100 (continuous operation)
Protection class according to EN 60529		IP65 (If suitable and correctly mounted mating connectors are used)
Supply voltage	<input type="checkbox"/> Valve amplifier	VDC 24
	– Pin 2	VDC min. 18 / max. 30
	– Pin 5	VDC 0
	<input type="checkbox"/> IO-Link interface	VDC 24
	– Pin 1	VDC min. 18 / max. 30
	– Pin 3	VDC 0
Maximum current	<input type="checkbox"/> Valve amplifier	A 3
consumption	<input type="checkbox"/> IO-Link interface	mA 50
Maximum residual ripple		V _{pp} 1.3
Maximum current consumption		mA 50
Minimum process cycle time		ms 0.6
Bit rate COM3	kBaud (kbit/s)	230.4
Required master port class		Class B
Resolution	<input type="checkbox"/> A/D transformer	bit 12 (110% valve opening)
	<input type="checkbox"/> D/A transformer	bit 12 (110% valve opening)
Functional ground		Provide via valve block
Adjustment		Calibrated in the plant
Directive		IO-Link Interface and System Specification Version 1.1.2, July 2013

Technical data

(For applications outside these values, please consult us!)

Electrical, integrated control electronics (OBE) – Interface "C6"		
Relative duty cycle	%	100 (continuous operation)
Protection class according to EN 60529		IP65 (If suitable and correctly mounted mating connectors are used)
Supply voltage	VDC	24
<input type="checkbox"/> Terminal A	VDC	min. 19 / max. 36
<input type="checkbox"/> Terminal B	VDC	0
Maximum admissible residual ripple	V _{pp}	2.5
Maximum power consumption	VA	60
Fuse protection, external	A _T	3.15 (time-lag)
Input		Load, $R_{sh} = 200 \Omega$
<input type="checkbox"/> Terminal D (I_{D-E})	mA	0 ... ±10

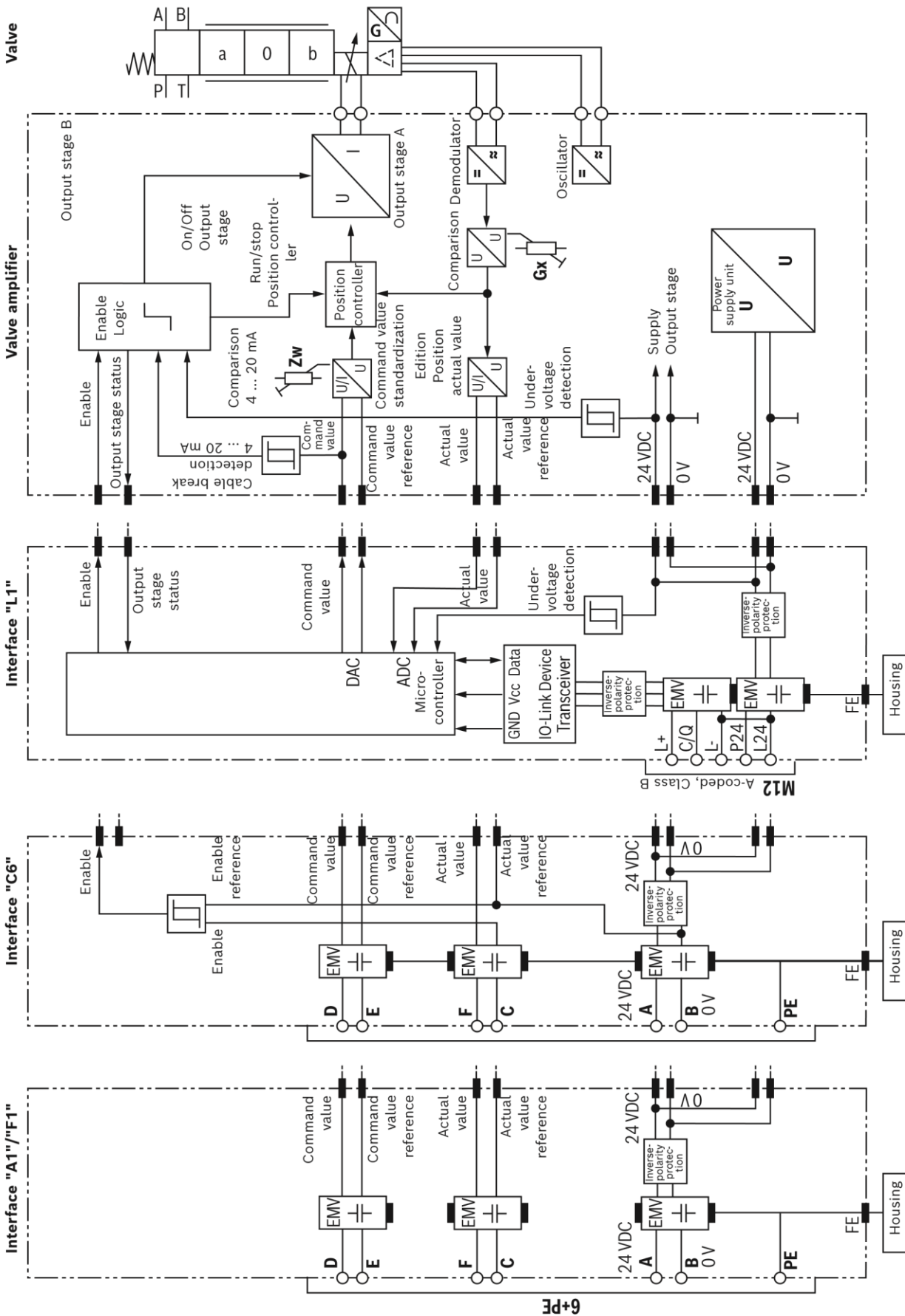
Liite 5. 10(24)4WRPEH | Directional control valve

<input type="checkbox"/> Terminal E (I_{D-E})	Current loop I_{D-E} feedback
Test signal	LVDT signal 4 ... 20 mA on external load 200 ... 500 Ω maximum
<input type="checkbox"/> Terminal F (I_{F-C})	mA 4 ... 20
<input type="checkbox"/> Terminal B (I_{F-C})	Current loop I_{F-C} feedback
Functional ground and screening	See page 10 (EMC-compliant installation)
Adjustment	Calibrated in the plant, see characteristic curves page 11 ... 16

Fail-safe position: Flow/leakage flow

		Rated flow at $\Delta p = 35$ bar/control edge		l/min	50	100	
C		Flow at $\Delta p = 35$ bar/control edge		l/min	50	100	
C3, C5		Leakage flow at 100 bar	P→A	cm ³ /min	50		
			P→B	cm ³ /min	70		
C4, C1		Flow at $\Delta p = 35$ bar	A→T	l/min	10 ... 100		
			B→T	l/min	10 ... 25		
			Leakage flow at 100 bar	P→A	cm ³ /min	50	
				P→B	cm ³ /min	70	
			A→T	cm ³ /min	70		
			B→T	cm ³ /min	50		
	<p>Fail-safe</p> <p>$p = 0$ bar \Rightarrow 13 ms</p> <p>$p = 100$ bar \Rightarrow 17 ms</p>	Internal shut-off in case of the following errors: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drop of supply voltage $U_B \leq 15$ V and restarting at $U_B \geq 17.5$ V. ▶ Only at interface "F1": <ul style="list-style-type: none"> - Falling below the minimum current command value of 2 mA (includes cable break of the command value line (current loop)) ▶ Only at interface "L1": <ul style="list-style-type: none"> - Enable inactive, communication interruption (watchdog) - In case of internal IO-Link error 					

Block diagram/controller function block

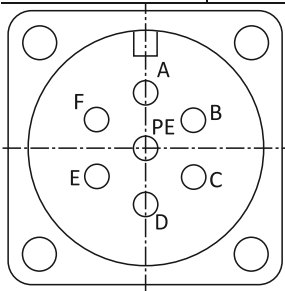


Notice:

- ▶ Electrical signals provided via control electronics (e.g. actual value) must not be used for switching off safety-relevant machine functions.
- ▶ The setting of the potentiometer at the factory must not be changed.

Electrical connections and assignment

Contact	Interface assignment		
	"A1" (6 + PE)	"F1" (6 + PE)	"C6" (6 + PE)
A	24 VDC supply voltage		
B	GND		GND, reference potential
C	Reference potential actual value	Reference potential actual value	Enable input 24 VDC
D	Command value ± 10 V ($R_e > 100$ k Ω)	Command value 4 ... 20 mA ($R_e = 200$ Ω)	Command value ± 10 V ($R_i \approx 1$ k Ω)
E	Reference potential command value	Reference potential command value	Reference potential command value
F	Actual value ± 10 V ($R_i \approx 1$ k Ω)	Actual value 4 ... 20 mA (Load max. 500 Ω)	Actual value 4 ... 20 mA (Load max. 500 Ω)
FE	Functional ground (directly connected to the valve housing)		



Command value:	▶ Positive command value (0 ... 10 V or 12 ... 20 mA) at D and reference potential at E cause flow from P → A and B → T.
	▶ Negative command value (0 ... -10 V or 12 ... 4 mA) at D and reference potential at E cause flow from P → B and A → T.
Connection cable:	▶ Up to 20 m cable length type LiYCY 7 x 0.75 mm ²
	▶ Up to 40 m cable length type LiYCY 7 x 1.0 mm ²
	▶ EMC-compliant installation: <ul style="list-style-type: none"> - Apply screening to both line ends - Use metal mating connector (see page 18)
	▶ Alternatively up to 30 m cable length admissible <ul style="list-style-type: none"> - Apply screening on supply side - Plastic mating connector (see page 18) can be used



Notice:

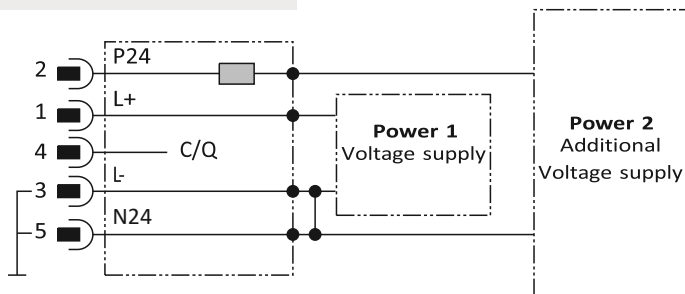
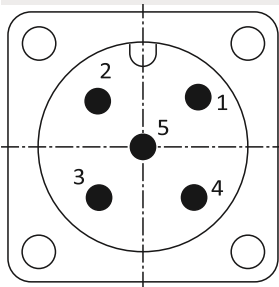
Mating connectors, separate order, see page 18 and data sheet 08006.

Connector pin assignment "L1" (M12-5, A-coded, class B)



Notice:

- ▶ M12 sensor/actuator connection line, 5-pole; M12 connector/ bush, A-coded, without shield, maximum cable length 20 m. Observe the voltage drop over the cable. Wire cross-section at least 0.34 mm².
- ▶ Mating connectors, separate order, see page 18 and data sheet 08006.
- ▶ Communication and parameter description see data sheet 29400-PA
- ▶ With a wire cross-section of 0.34 mm² (standard line), a maximum cable length of 10 m is possible. For a maximum cable length of 20 m, the cross-section must be doubled.



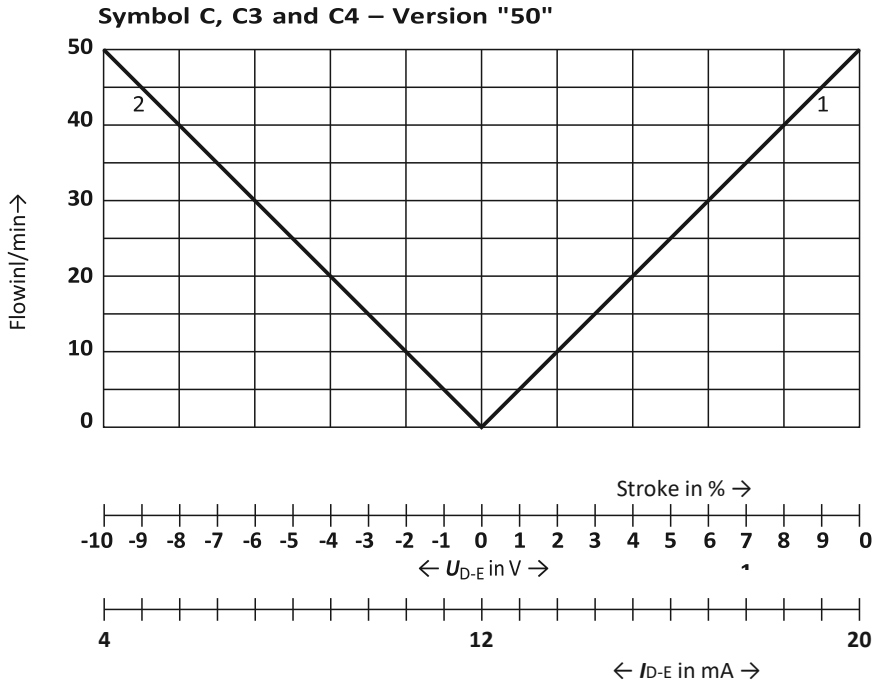
Pin	Signal	Allocation interface L1
1	L+	Voltage supply IO-Link
2	P24	Voltage supply valve electronics and power part (current consumption 3 A)
3	L-	Reference potential pin 1 1)
4	C/Q	Data line IO-Link (SDCI)
5	N24	Reference potential pin 2 1)

1) Pin 3 and 5 are linked with each other in the valve electronics. The reference potentials L- and N24 of the two supply voltages must also be linked with each other on the power supply unit side.

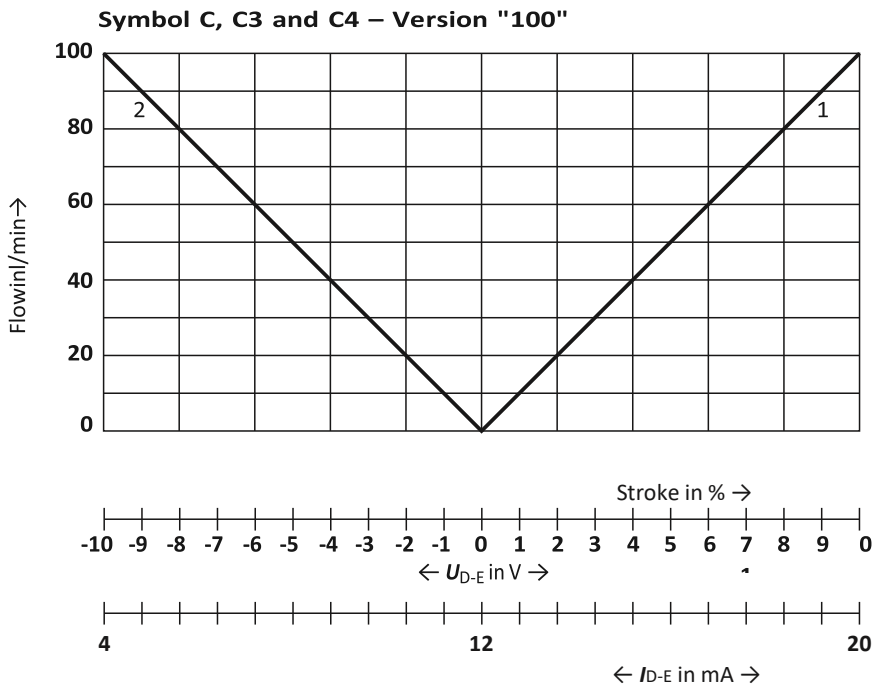
Characteristic curves: Flow characteristic "L"

(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta p = 35 \text{ bar/control edge}$)

Flow/signal function



- 1 P-A; B-T
 - 2 P-B; A-T
- 100 -80 -60 -40 -20 0 20 40 60 80 100

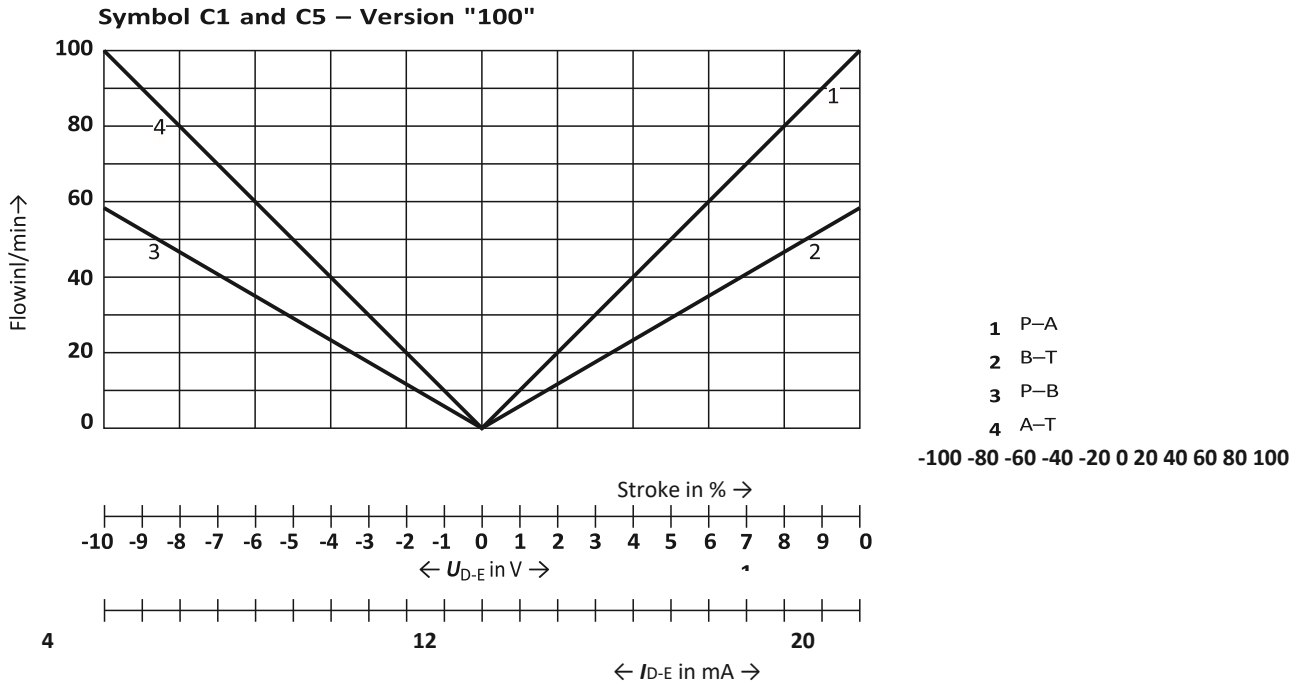
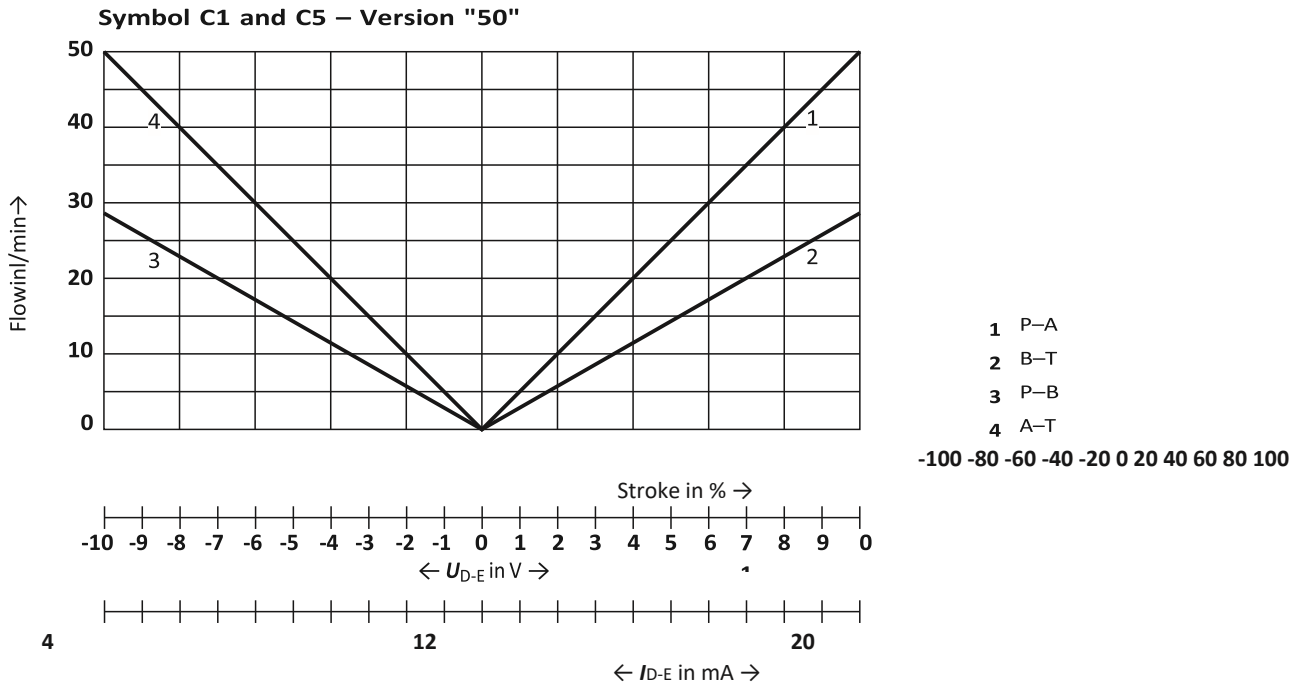


- 1 P-A; B-T
 - 2 P-B; A-T
- 100 -80 -60 -40 -20 0 20 40 60 80 100

Characteristic curves: Flow characteristic "L"

(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta p = 35 \text{ bar/control edge}$)

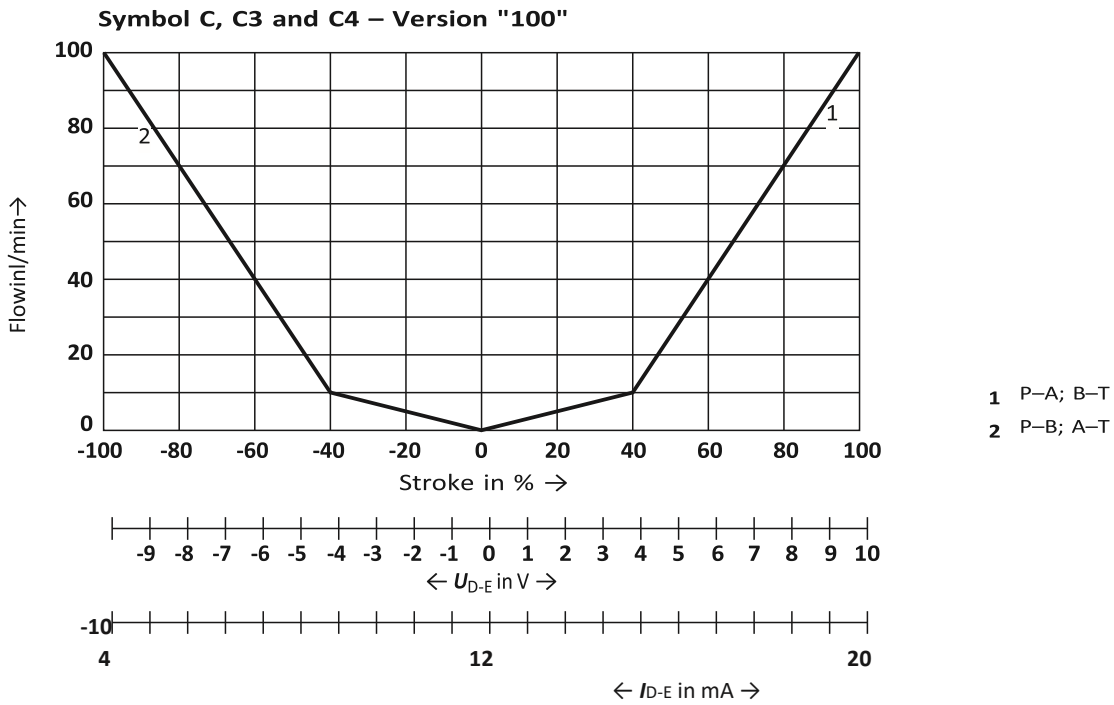
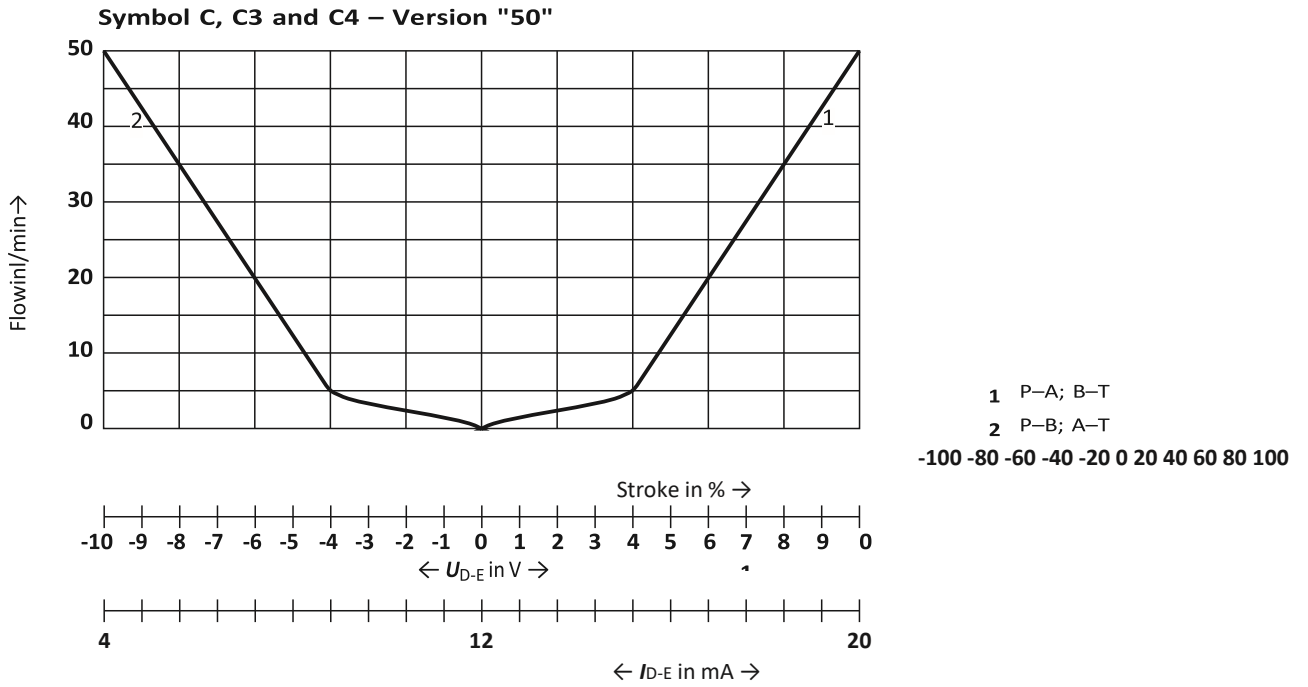
Flow/signal function



Characteristic curves: Flow characteristic "P"

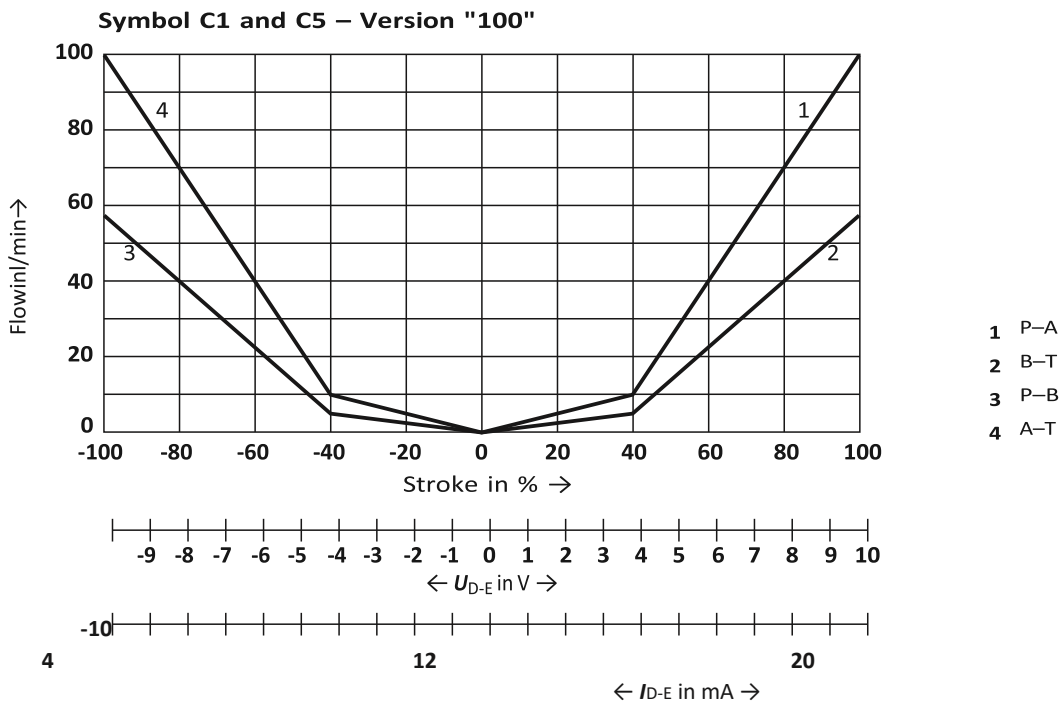
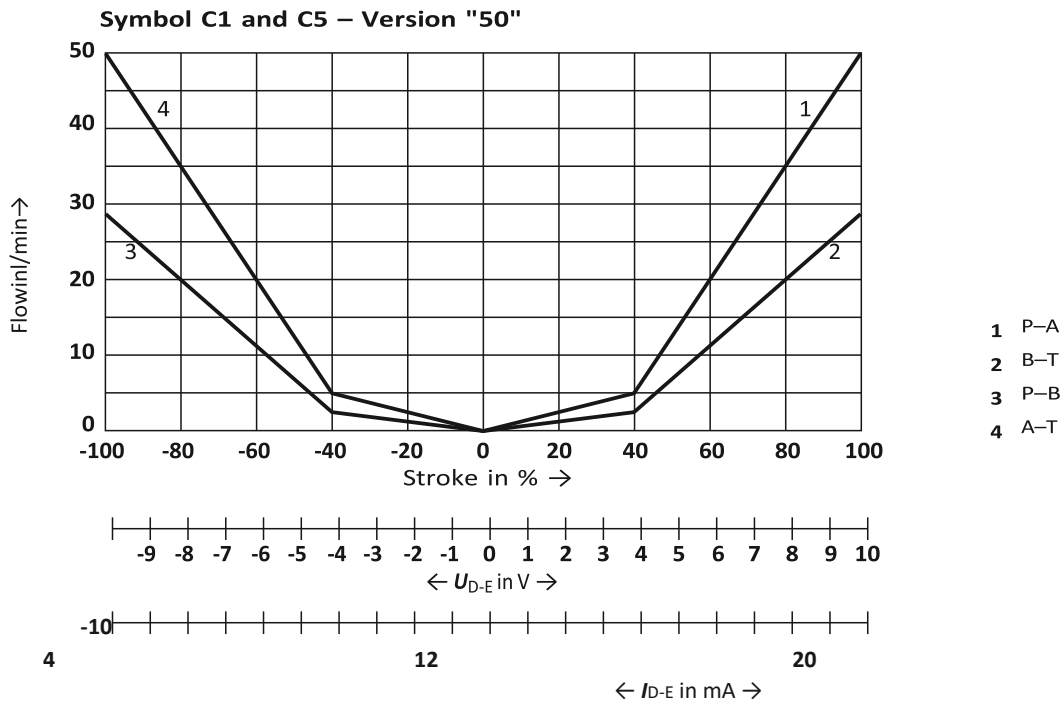
(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta p = 35 \text{ bar/control edge}$)

Flow/signal function



Characteristic curves: Flow characteristic "P"
(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta p = 35 \text{ bar/control edge}$)

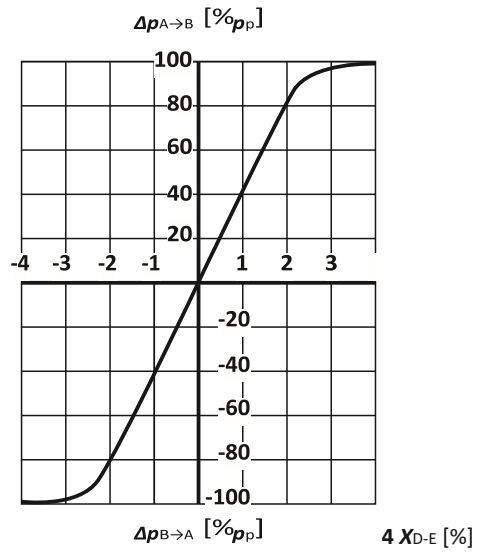
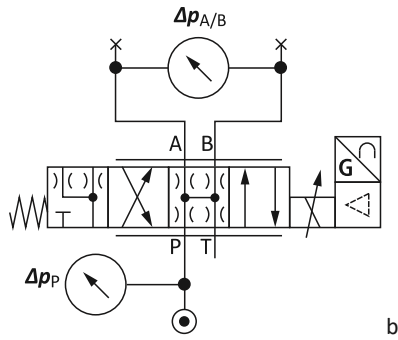
Flow/signal function



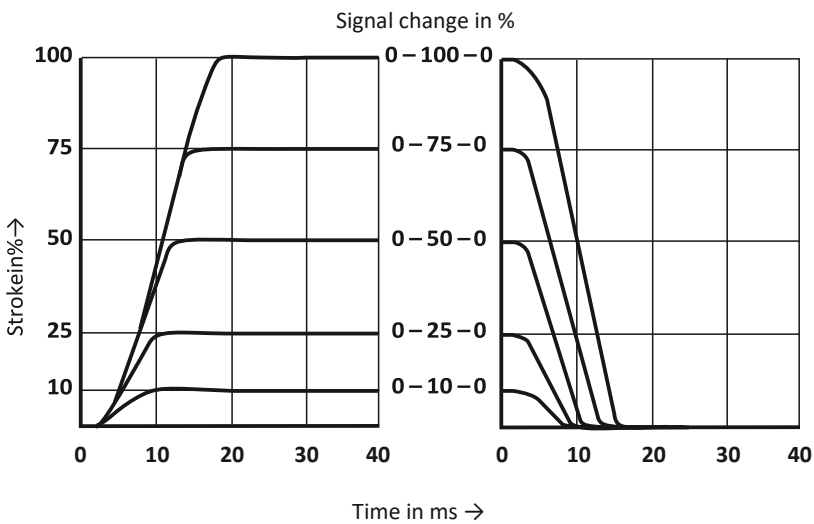
Characteristic curves

(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Pressure/signal characteristic curve

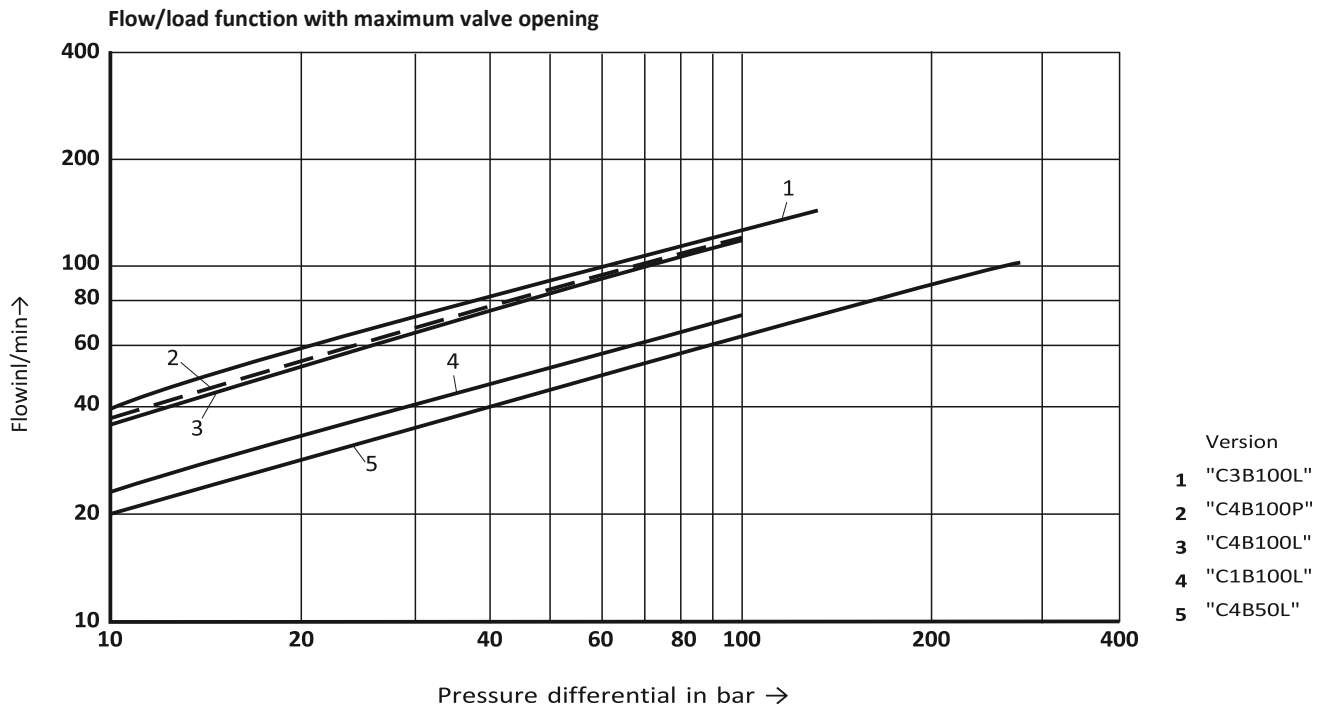
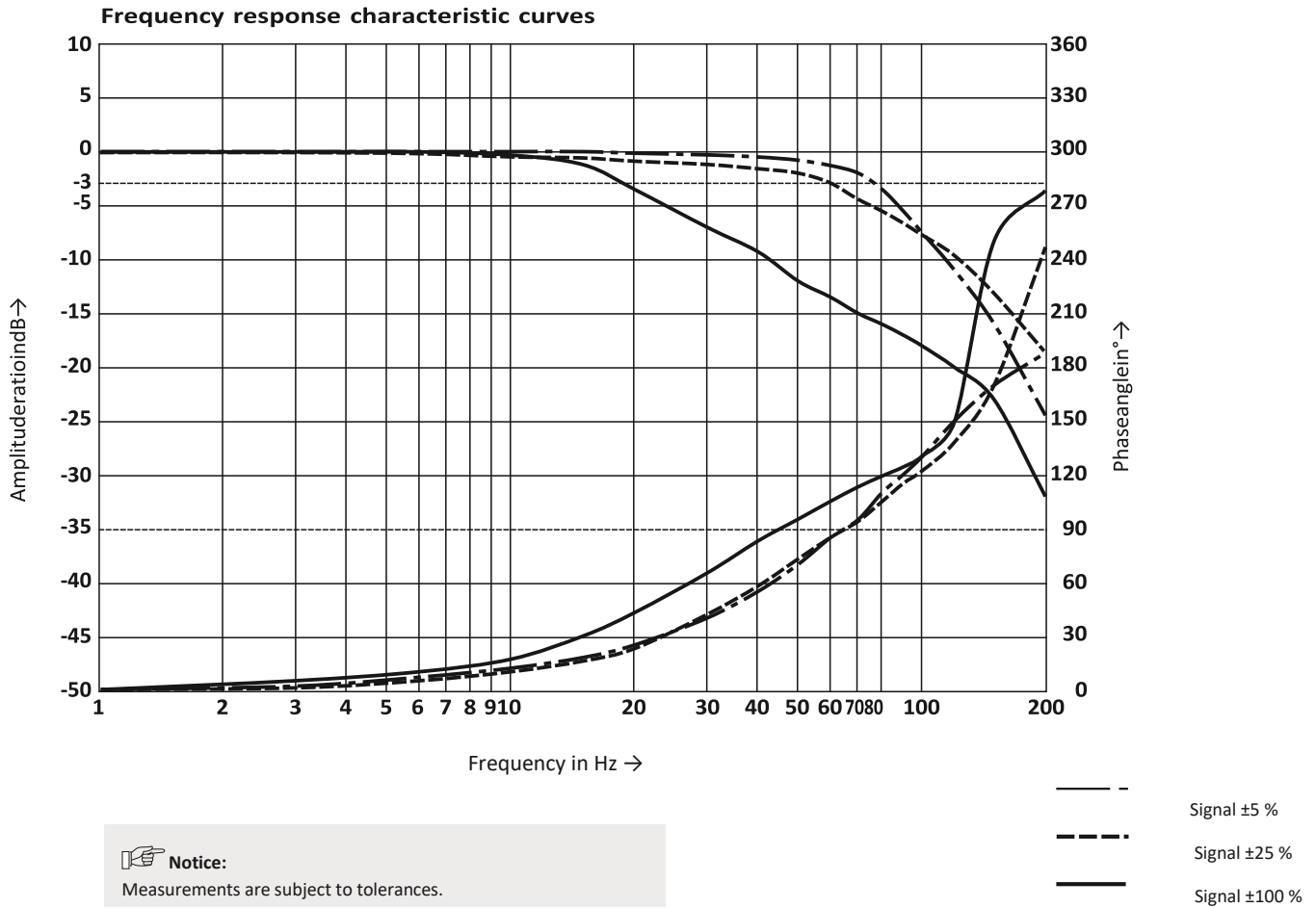


Transition function with stepped electric input signals



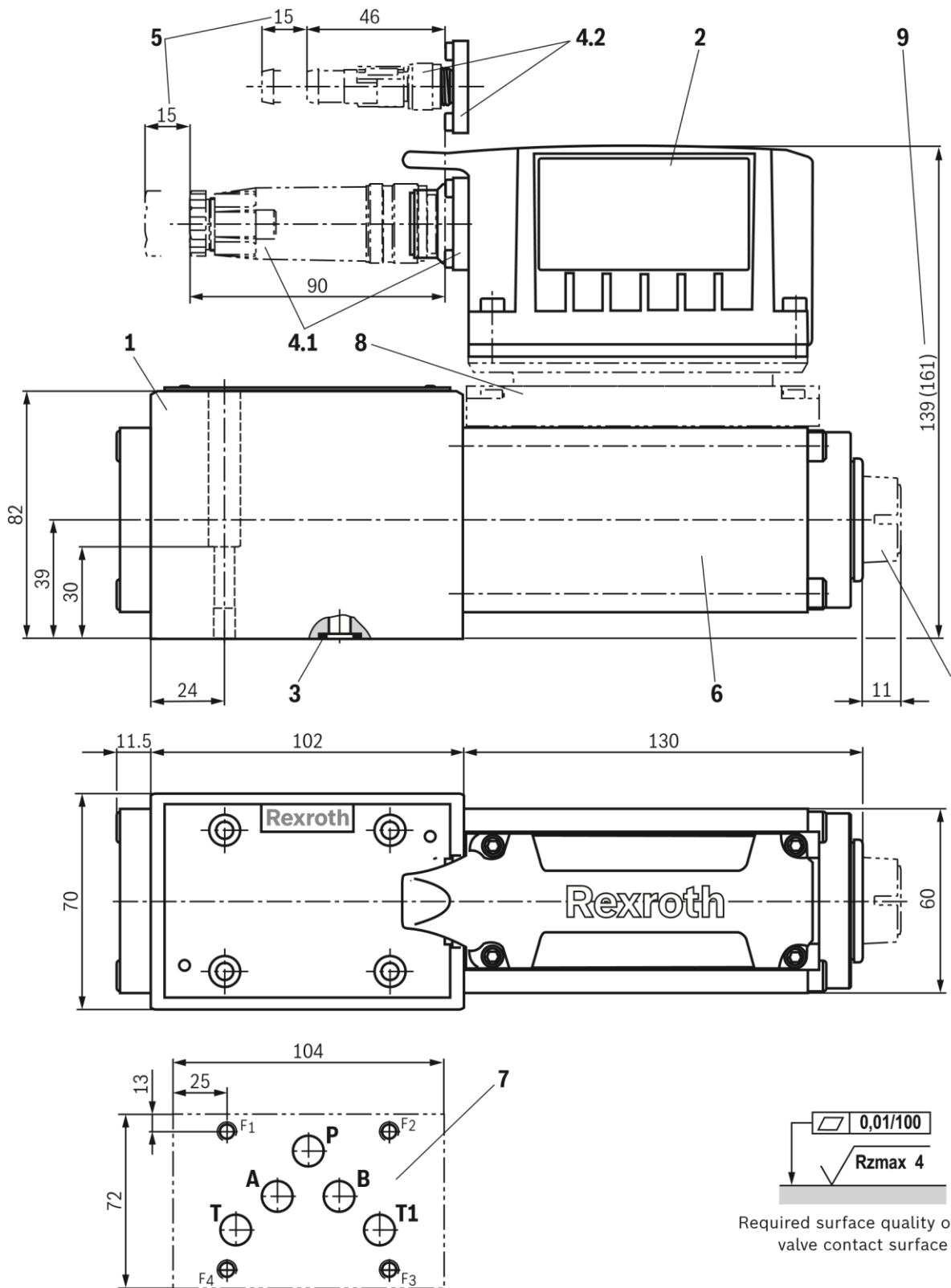
Characteristic curves

(measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$)



Dimensions

(dimensions in mm)



Notice:
The dimensions are nominal dimensions which are subject to tolerances.

For item explanations, valve mounting screws and subplates, see page 18.


Dimensions

- 1 Valve housing
- 2 Integrated electronics
- 3 Identical seal rings for ports P, A, B, T, T1
- 4.1 Mating connectors with version "A1" and "F1", separate order, see page 18 data sheet 08006
- 4.2 Mating connectors with version "L1", separate order, see page 18 data sheet 08006
- 5 Space required to remove the mating connector
- 6 Control solenoid with position transducer

Valve mounting screws (separate order)

- 7 Machined valve contact surface, porting pattern according to ISO 4401-05-04-0-05 Deviating from the standard: Ports P, A, B, T, T1 $\varnothing 10.5$ mm
- 8 Damping plate "D"
- 9 Dimension in () for version with damping plate "D"
- 10 Electronics protection membrane "-967"

Size	Quantity	Hexagon socket head cap screws	Material number
10	4	ISO 4762 - M6 x 40 - 10.9-CM-Fe-ZnNi-5-Cn-T0-H-B (Friction coefficient $\mu_{\text{total}} = 0.09 \dots 0.14$) Tightening torque $M_A = 12.5$ Nm $\pm 10\%$	R913051533
	or		
	4	ISO 4762 - M6 x 40 - 10.9 Tightening torque $M_A = 15.5$ Nm $\pm 10\%$	Not included in the Rexroth delivery range
	or		
	4	ASME B18.3 - 1/4-20 UNC x 1 3/4" - ASTM-A574 Tightening torque $M_A = 15$ Nm [<i>11 ft-lbs</i>] $\pm 10\%$	Not included in the Rexroth delivery range

 **Notice:** The tightening torque of the hexagon socket head cap screws refers to the maximum operating pressure.

Subplates (separate order) with porting pattern according to ISO 4401-05-04-0-05 see data sheet 45100.

Accessories (separate order)

Valves with integrated electronics

Mating connectors 6-pole + PE	Design	Version	Material number	Data sheet
For the connection of valves with integrated electronics, round connector 6+PE, line cross-section 0.5 ... 1.5 mm ²	Straight	Metal	R900223890	08006
	Straight	Plastic	R900021267	08006
	Angled	Plastic	R900217845	–
Cable sets 6-pole + PE	Length in m	Material number	Data sheet	
For the connection of valves with integrated electronics, round connector 6+PE, straight connector, shielded, potted-in mating connector, line cross-section 0.75 mm ²	3.0	R901420483	08006	
	5.0	R901420491	08006	
	10.0	R901420496	08006	
	20.0	R901448068	–	

Test and service devices

	Material number	Data sheet

Liite 5. 22(24)4WRPEH | Directional control valve

Service case with test device for proportional servo valves with integrated electronics (OBE)	R901049737	29685
Measuring adapter (6P+PE)	–	30068

Further information

<input type="checkbox"/> Hydraulic valves for industrial applications	Data sheet 07600-B
<input type="checkbox"/> Subplates	Data sheet 45100
<input type="checkbox"/> Hydraulic fluids on mineral oil basis	Data sheet 90220
<input type="checkbox"/> Environmentally compatible hydraulic fluids	Data sheet 90221
<input type="checkbox"/> Flame-resistant, water-free hydraulic fluids	Data sheet 90222
<input type="checkbox"/> Flame-resistant hydraulic fluids - containing water (HFAE, HFAS, HFB, HFC)	Data sheet 90223
<input type="checkbox"/> Reliability characteristics according to EN ISO 13849	Data sheet 08012
<input type="checkbox"/> Hexagon socket head cap screw, metric/UNC	Data sheet 08936
<input type="checkbox"/> Installation, commissioning and maintenance of servo valves and high-response valves	Data sheet 07700
<input type="checkbox"/> Assembly, commissioning and maintenance of hydraulic systems	Data sheet 07900
<input type="checkbox"/> General product information on hydraulic products	Data sheet 07008
<input type="checkbox"/> Directional control valves, direct operated, with electrical position feedback and IO link interface	Data sheet 29400-PA
<input type="checkbox"/> Selection of filters	www.boschrexroth.com/filter
<input type="checkbox"/> Information on available spare parts	www.boschrexroth.com/spc
<input type="checkbox"/> Link hydraulics via IO-Link	www.boschrexroth.com/io-link

Notes

Liite 5. 24(24)4WRPEH | Directional control valve

Bosch Rexroth AG
Industrial Hydraulics
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main, Germany Phone +49 (0)
93 52 / 40 30 20
my.support@boschrexroth.de
www.boschrexroth.de

© All rights reserved to Bosch Rexroth AG, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.

The data specified above only serve to describe the product. No statements concerning a certain condition or suitability for a certain application can be derived from our information. The information given does not release the user from the obligation of own judgment and verification.

Please note that our products are subject to a natural process of wear and aging.

List of contents

Contents	Page
Features	1
Ordering data and scope of delivery	2
Preferred types	2
Function, sectional diagram	3
Symbols	3
Technical data	4
Valve with external trigger electronics and 6	5
Performance curves 7 and 8	
Unit dimensions	9

Features

- Directly operated servo solenoid valve NG10, with control piston and sleeve in servo quality
- Actuated on one side, 4/4 fail-safe position when switched off
- Control solenoid with integral position feedback and electronics for position transducer (Lvdt DC/DC)
- Suitable for electrohydraulic controllers in production and testing systems
- For subplate attachment, mounting hole configuration to ISO 4401-05-04-0-94

Industrial Hydraulics

Electric Drives and Controls

Linear Motion and Assembly Technologies

Pneumatics

Service Automation

Mobile Hydraulics

- Subplates as per catalogue section RE 45055 (order separately)
- Line sockets to DIN 43560-AM2
Solenoid 2P+PE/M16x1.5, position transducer 4P/Pg7 in scope of delivery, see catalogue section RE 08008 – External trigger electronics (order separately)

Servo solenoid valves with electrical position feedback (LvdT DC/DC $\pm 10V$)

Type 4WRPH10

Size 10

Unit series 2X

Maximum working pressure P, A, B 315 bar, T 250 bar

Nominal flow rate 50...100 l/min (Δp 70 bar)

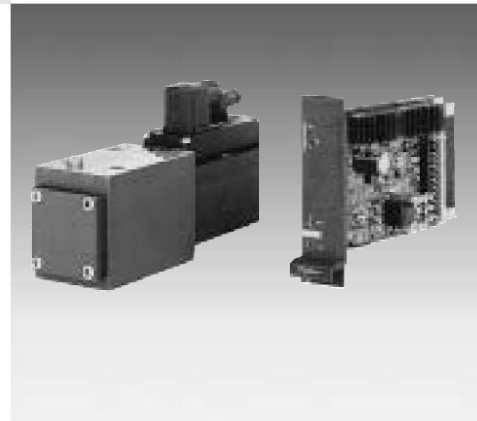
Electric amplifier for standard curve "L" 0 811 405 061, see catalogue section RE

30041 Electric amplifier for non-linear curve "P"

40% – 0 811 405 067, see catalogue section RE 30040

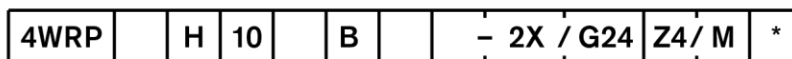
Variants on request

- For standard applications
- Special symbols for plastic injection-moulding machines
- Sturdy "ruggedized" version for applications up to 40g, valve with metal cap and central plug (7P).



Type 4WRPH10	Material No.	Type 4WRPH10	Material No.
C3/C5		C1/C4	
4WRPH 10 C3B50L -2X/G24Z4 /M	811 404 058	4WRPH 10 C4B50L -2X/G24Z4 /M	811 404 060
4WRPH 10 C3B100L -2X/G24Z4 /M	811 404 059	4WRPH 10 C4B100L -2X/G24Z4 /M	811 404 061
4WRPH 10 C5B100L -2X/G24Z4 /M	811 404 077	4WRPH 10 C1B100L -2X/G24Z4 /M	811 404 076
4WRPH 10 C3B50P -2X/G24Z4 /M	811 404 062	4WRPH 10 C4B50P -2X/G24Z4 /M	811 404 064
4WRPH 10 C3B100P -2X/G24Z4 /M	811 404 063	4WRPH 10 C4B100P -2X/G24Z4 /M	811 404 065
4WRPH 10 C5B100P -2X/G24Z4 /M	811 404 079	4WRPH 10 C1B50P -2X/G24Z4 /M	811 404 067
		4WRPH 10 C1B100P -2X/G24Z4 /M	811 404 078

Ordering data and scope of delivery



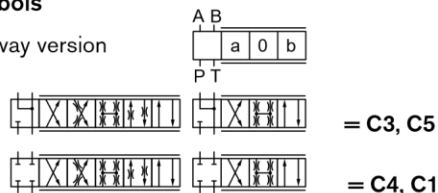
For external trigger electronics = no desig.

Control piston/sleeve = H

Size 10 = 10

Symbols

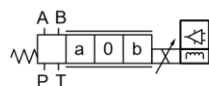
4/4-way version



With symbols C5 and C1:

P → A: q_v B → T: $q_v/2$
 P → B: $q_v/2$ A → T: q_v

Side of inductive position transducer



(Standard) = B

Further information in plain text

M = NBR seals, suitable for mineral oils (HL, HLP) to DIN 51524

Electrical connection

Z4 = with line socket, with plug to DIN 43560-AM2
 Line socket included in scope of delivery

Voltage supply of trigger electronics +24 V DC

G24 = Unit series 20 to 29 (installation and connection dimensions unchanged)

Flow characteristic

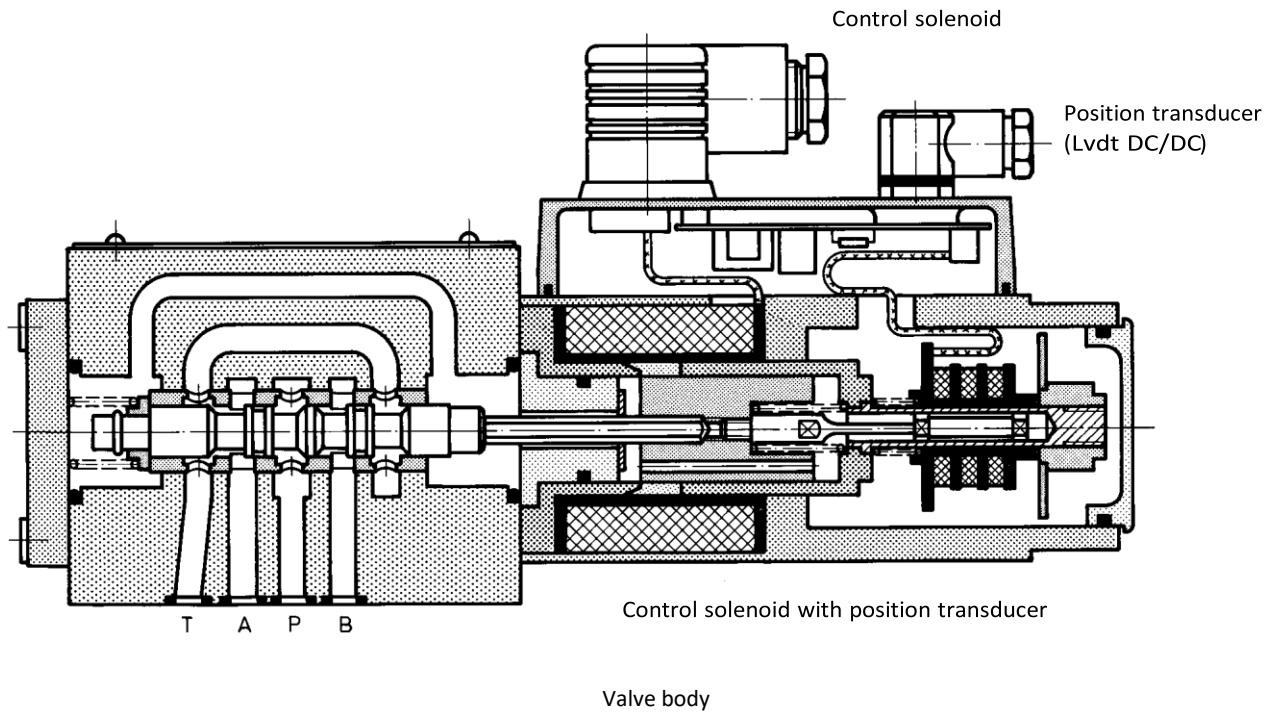
L = Linear
 P = Non-linear curve

Nominal flow rate at 70 bar valve pressure difference (35 bar/metering notch)

Size 10
 50 = 50 l/min
 100 = 100 l/min

Preferred types (available at short notice)
Function, sectional diagram

Servo solenoid valve 4WRPH10



Symbols

	<p>Linear</p>	<p>p: kink 40%</p>
<p>C3, C4, C5, C1</p>		

Accessories, not included in scope of delivery

<p>(4x) f M6x40 DIN 912-10.9</p>	<p>Fastening screws</p>	<p>2910151209</p>
	<p>VT-VRRA1-537-20/V0, see RE 30041</p>	<p>0811405061</p>
	<p>VT-VRRA1-537-20/V0/K40-AGC, see RE 30040</p>	<p>0811405067</p>
	<p>Line sockets 2P+PE (M16x1.5) and 4P (Pg7) included in scope of delivery, see also RE 08008</p>	

Application

– Valve amplifier with pressure compensator (p/Q), see RE 30058.

Testing and service equipment




- Test box type VT-PE-TB2, see RE 30064.
- Test adapter type VT-PA-3, see RE 30070.

Technical data

General

Construction	Spool type valve, operated directly, with steel sleeve		
Actuation	Proportional solenoid with position control, external amplifier		
Type of mounting	Subplate, mounting hole configuration NG10 (ISO 4401-05-04-0-94)		
Installation position	Optional		
Ambient temperature range	°C	–20...+50	
Weight	kg	6.8	
Vibration resistance, test condition	Max. 25 g, shaken in 3 dimensions (24h)		

Hydraulic (measured with HLP 46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Pressure fluid	Hydraulic oil to DIN 51524 ... 535, other fluids after prior consultation				
Viscosity range	recommended	mm ² /s	20...100		
	max. permitted	mm ² /s	10...800		
Pressure fluid temperature range	°C	–20...+80			
Maximum permissible degree of contamination of pressure fluid Purity class to ISO 4406 (c)	Class 18/16/13 ¹⁾				
Flow direction	See symbol				
Nominal flow at $\Delta p = 35$ bar per notch ²⁾	l/min	50 (1:1)	50 (2:1)	100 (1:1)	100 (2:1)
Max. working pressure	bar	Port P, A, B: 315			
Max. pressure	bar	Port T: 250			
Operating limits at Δp	 bar	315	315	160	160
Pressure drop at valve $q_{Vnom} > q_N$ valves	 bar	250	250	100	100
Leakage at 100 bar	 cm ³ /min	<1200	<1200	<1500	<1000
		<600	<500	<600	<600

Electrical

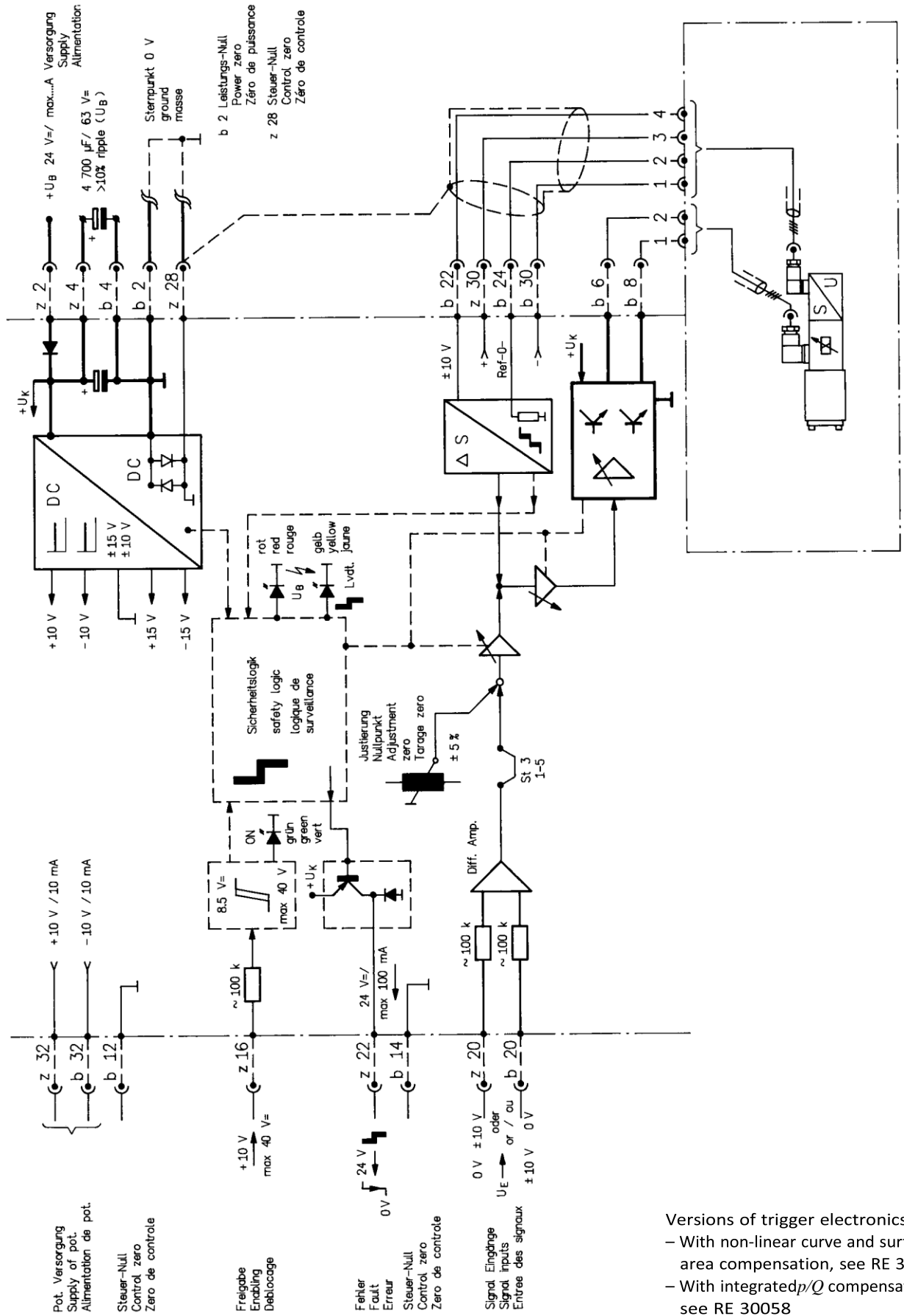
Cyclic duration factor	%	100
Power supply	24 V _{nom} (external amplifier)	
Degree of protection	IP 65 to DIN 40050	
Solenoid connector	Connector DIN 43650/ISO 4400 M16x1.5 (2P+PE)	

Position transducer connector	Connector Pg7 (4P)	
Max. solenoid current	A	3.7
Coil resistance R_{20}	Ω	2.4
Max. power consumption at 100% load and operational temperature	VA	60
Position transducer	Supply: +15 V/35 mA	Signal: 0...±10 V (R_L 10 k Ω)
DC/DC technology	-15 V/25 mA	
Static/Dynamic		
Hysteresis	%	0.2
Manufacturing tolerance for q_{max}	%	10
Response time for signal change 0...100%	ms	25
Thermal drift	Zero point displacement 1% at $\Delta T = 40^\circ\text{C}$	

¹⁾ The purity classes stated for the components must be complied with in hydraulic systems. Effective filtration prevents problems and also extends the service life of components. For a selection of filters, see catalogue sections RE 50070, RE 50076 and RE 50081. ²⁾ Flow rate at a different Δp $q_x = q_{nom} \cdot \Delta p^x$

²⁾

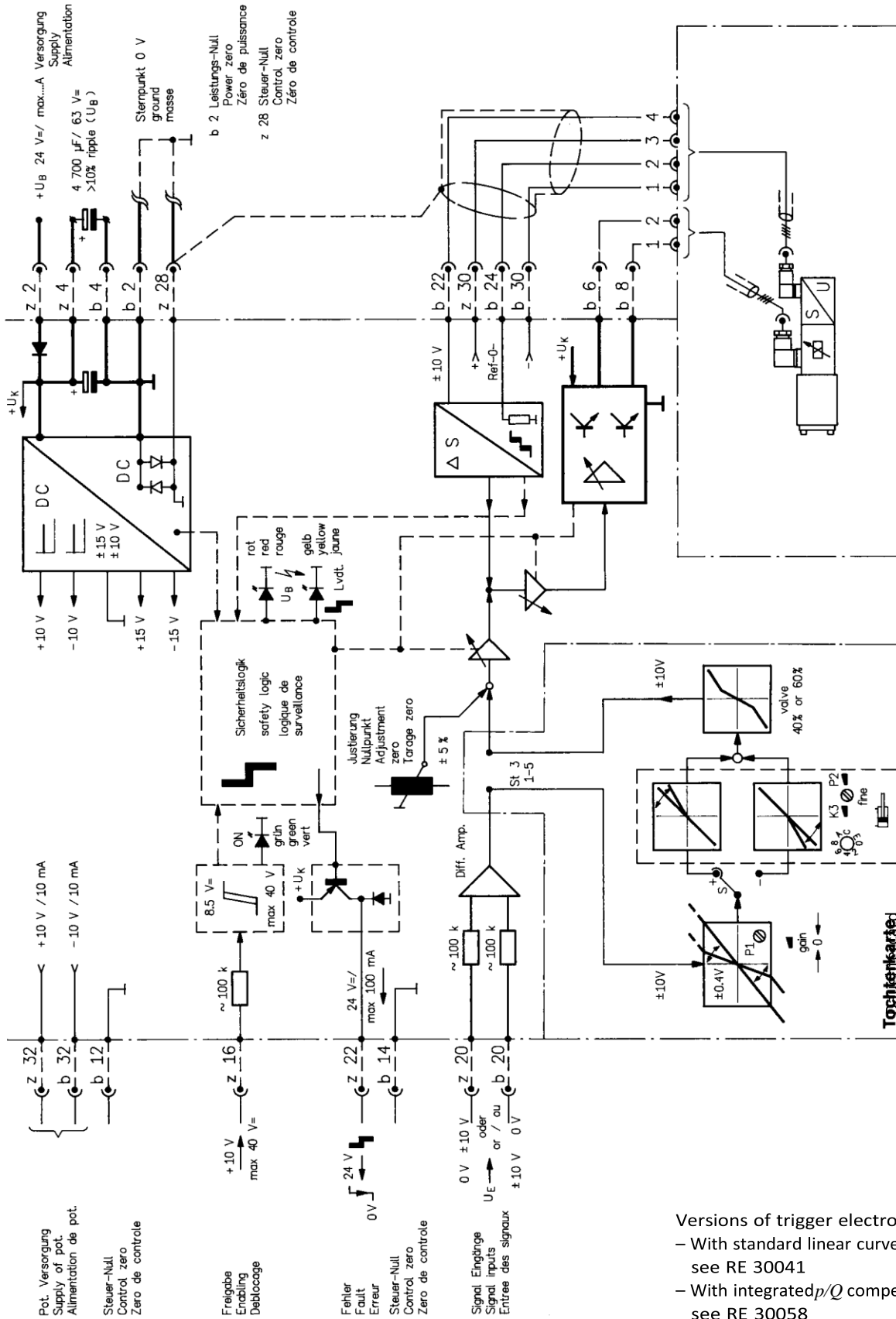
Block diagram/pin assignment



Versions of trigger electronics:
 - With non-linear curve and surface area compensation, see RE 30040
 - With integrated *p/Q* compensator, see RE 30058

Valve with external trigger electronics (standard non-linear curve: P)

Block diagram/pin assignment



- Versions of trigger electronics:
- With standard linear curve, see RE 30041
 - With integrated p/Q compensator, see RE 30058

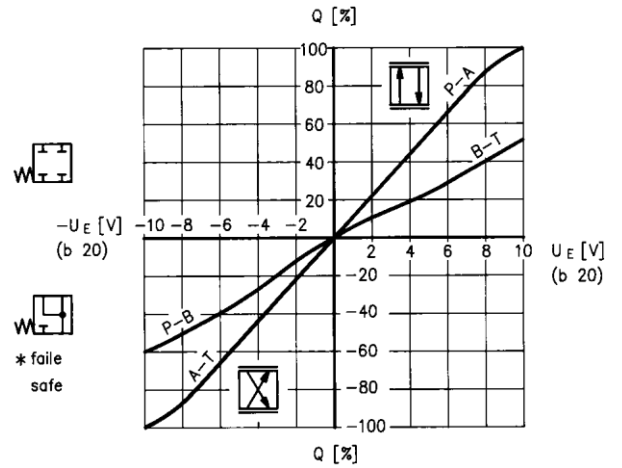
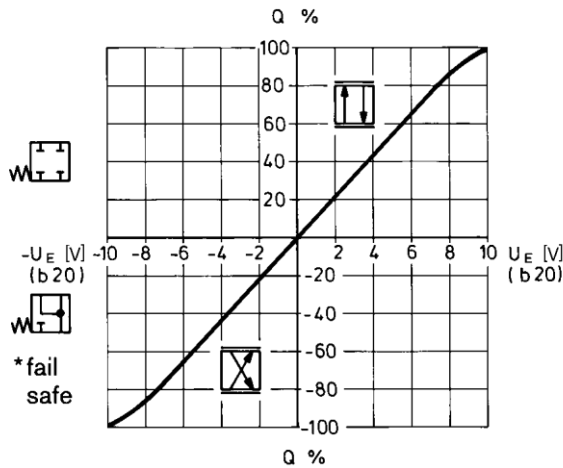
Performance curves (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Flow rate/Signal function

$$Q = f(U_E)$$

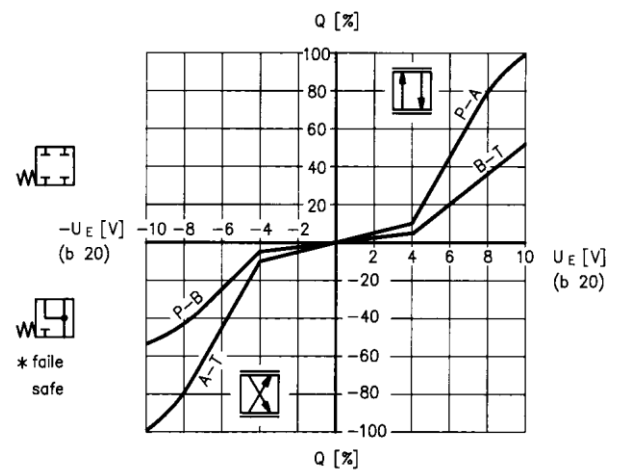
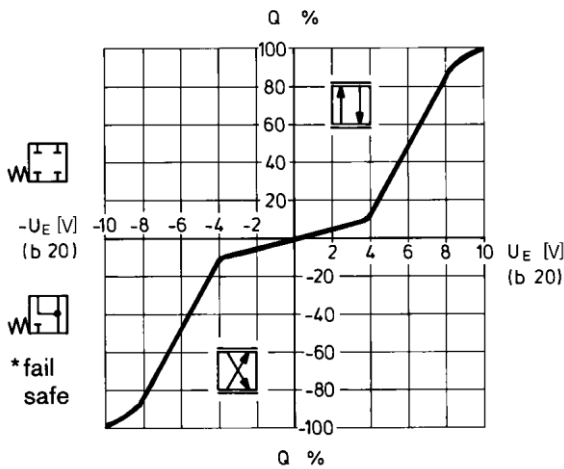
L: Linear

L: (linear) 2:1



P: (kink 40%)**

P: (kink 40%) 2:1**

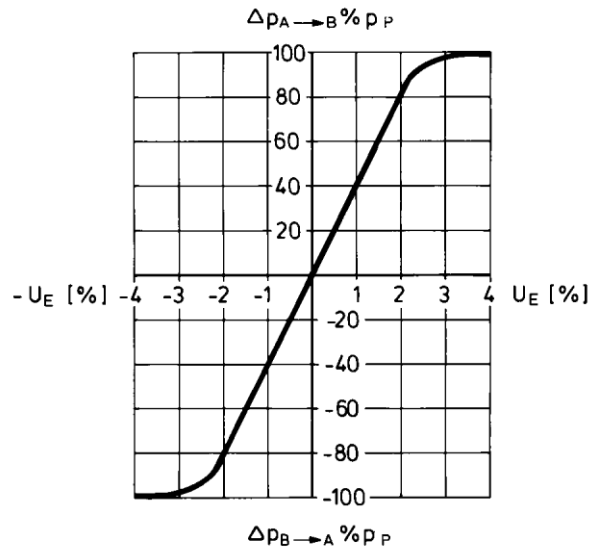
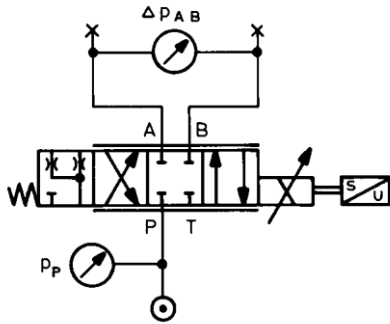


*Fail-safe when enabling is not released. ** $Q_{N-kink} = 10\% Q_N$.

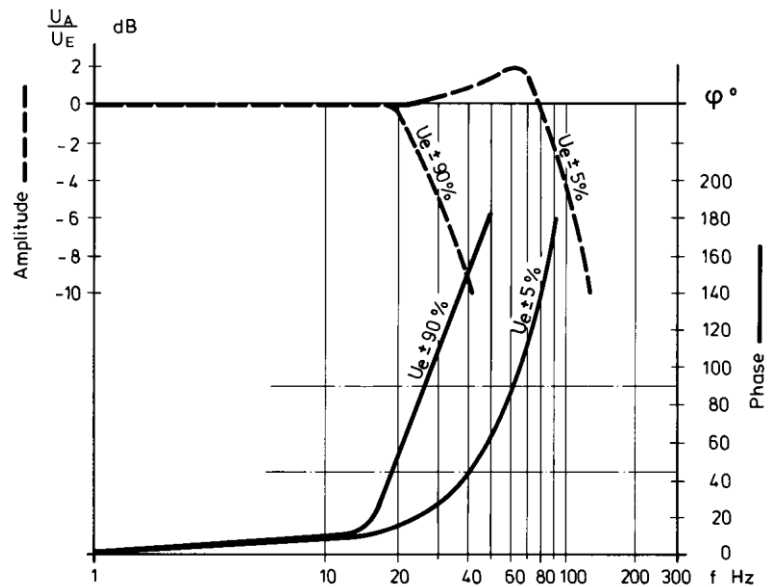
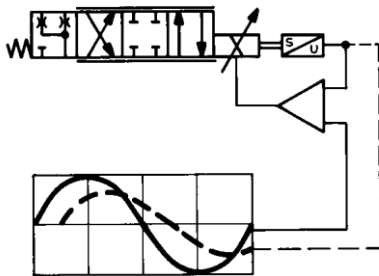
		Fail-safe position	
	Leakage at	100 bar	P-A 50 cm ³ /min P-B 70 cm ³ /min
	Flow at	$\Delta p = 35$ bar q_N 50/100 l/min	A-T 10...100 l/min B-T 10...25 l/min
	Leakage at	100 bar	P-A 50 cm ³ /min P-B 70 cm ³ /min A-T 70 cm ³ /min B-T 50 cm ³ /min
		Fail-safe $p = 0$ bar \rightarrow 12 ms $p = 100$ bar \rightarrow 16 ms	Enable off

Performance curves (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

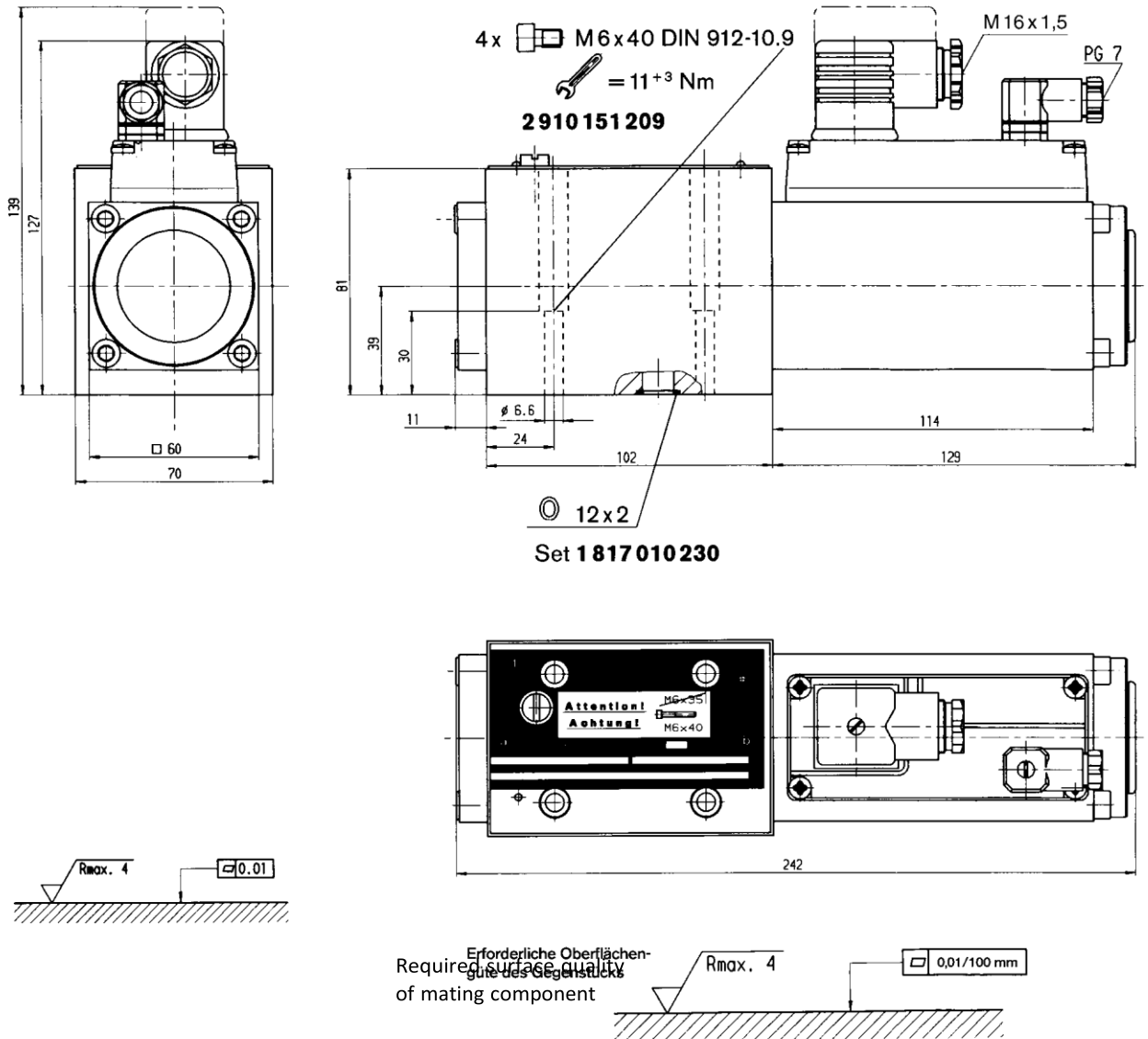
Pressure gain



Bode diagram



Unit dimensions (nominal dimensions in mm)

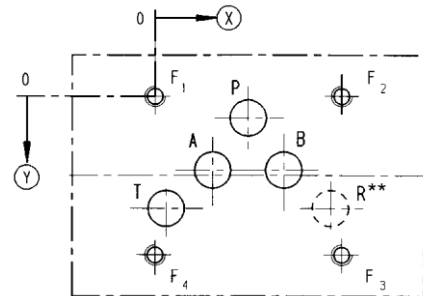


Mounting hole configuration: NG10 (ISO 4401-05-04-0-94)
 For subplates, see catalogue section
 RE 45055

** 5/3 – NG10
 R = P₂

	P	A	T	B	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	R
⊙	27	16.7	3.2	37.3	0	54	54	0	50.8
⊙ ¹⁾	6.3	21.4	32.5	21.4	0	0	46	46	32.5
standard ²⁾	10.5 ¹⁾	10.5 ¹⁾	10.5 ¹⁾	10.5 ¹⁾	M6 ²⁾	M6 ²⁾	M6 ²⁾	M6 ²⁾	10.5 ¹⁾

Thread depth:
 Ferrous metal 1.5x∅*
 Non-ferrous 2 x∅
 * (NG10 min. 10.5 mm)



Notes

Notes

Notes

List of contents

Contents	Page
Features	1
Ordering data and scope of delivery	2
Preferred types	2
Function, sectional diagram	3
Symbols	3
Technical data	4
Valve with external trigger electronics and 6	5
Performance curves 7 and 8	
Unit dimensions	9

Features

- Directly operated servo solenoid valve NG6, with control piston and sleeve in servo quality
- Actuated on one side, 4/4 fail-safe position when switched off
- Control solenoid with integral position feedback and electronics for position transducer (LvdT DC/DC)
- Suitable for electrohydraulic controllers in production and testing systems
- For subplate attachment, mounting hole configuration to ISO 4401-03-02-0-94
- Subplates as per catalogue section RE 45053

Servo solenoid valves with electrical position feedback (LvdT DC/DC ±10V)

Type 4WRPH6

Size 6

Unit series 2X

Maximum working pressure P, A, B 315 bar, T 250 bar

Nominal flow rate 2...40 l/min (Δp 70 bar)

(order separately)

- Line sockets to DIN 43560-AM2 Solenoid

2P+PE/M16x1.5, position transducer 4P/Pg7 in scope of delivery, see catalogue section RE 08008 – External trigger electronics (order separately)

Electric amplifier for standard curve “L” 0

811 405 060, see catalogue section RE 30041

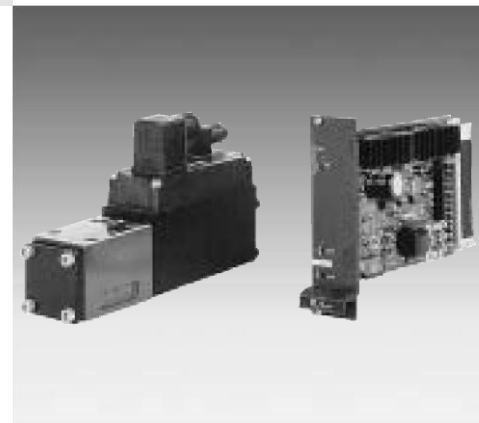
Electric amplifier for non-linear curve “P”

40% – 0 811 405 065 and

60% – 0 811 405 066, see catalogue section RE 30040

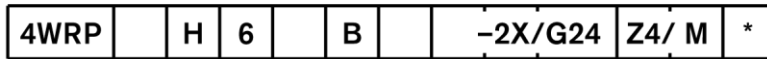
Variants on request

- For standard applications
- Special symbols for plastic machines



- Sturdy “ruggedized” version for applications up to 40 g, valve with metal cap and central plug (7P).

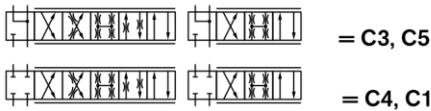
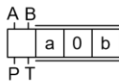
Ordering data and scope of delivery



For external trigger electronics = no desig.
 Control piston/sleeve = H
 Size 6 = 6

Symbols

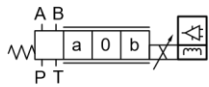
4/4-way version



With symbols C5 and C1:³⁾

P → A: q_v B → T: $q_v/2$
 P → B: $q_v/2$ A → T: q_v

Side of inductive position transducer



(Standard) = B

- ¹⁾ Only in connection with flow characteristic "p"
- ²⁾ Kink 60% for NG6 with nominal flow rate "15" and "25", otherwise kink 40%
- ³⁾ q_v 2:1 only with nominal flow rate = 40 l/min

Further information in plain text

M = NBR seals, suitable for mineral oils (HL, HLP) to DIN 51524

Electronical connection
 Z4 = with line socket, with plug to DIN 43560-AM2
 Line socket in scope of delivery

Voltage supply of trigger electronics
 G24 = +24V DC

2X = Unit series 20 to 29 (installation and connection dimensions unchanged)

Flow characteristic
 L = Linear
 P = Non-linear curve²⁾

Nominal flow rate at 70 bar valve pressure difference (35 bar /metering notch)

Size 6

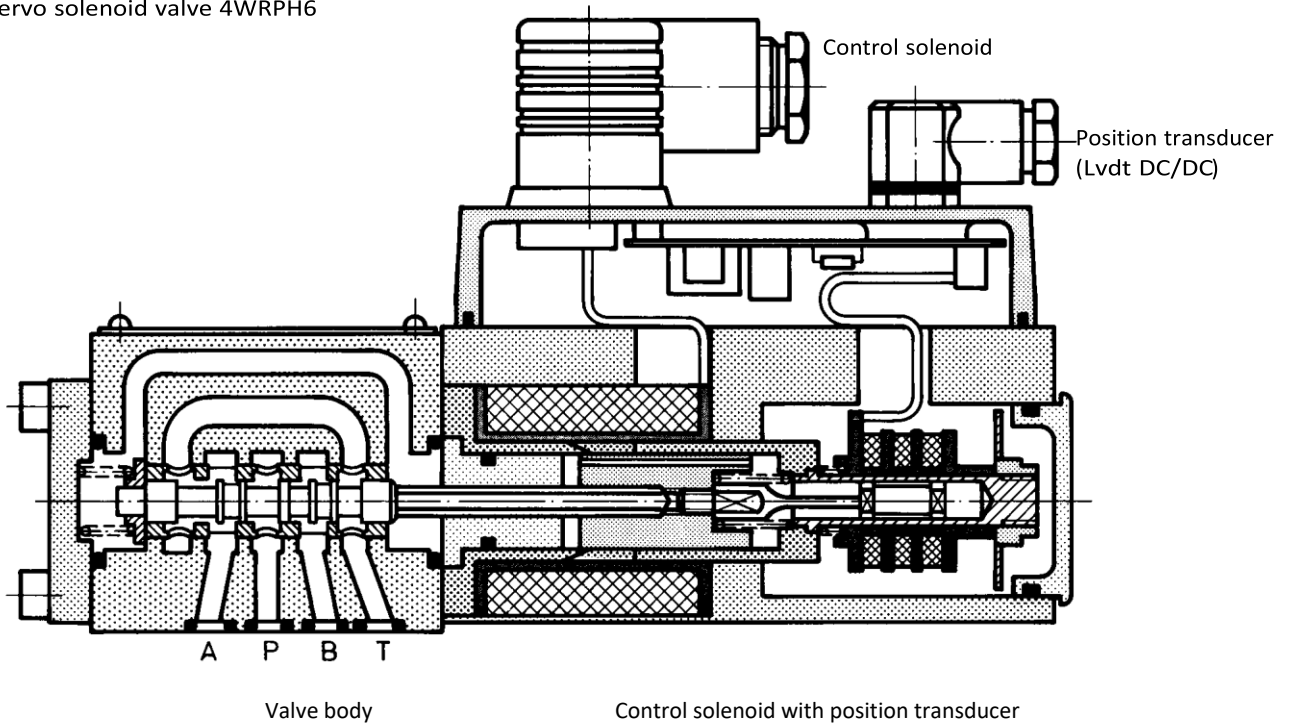
- 02 = 2 l/min
- 04 = 4 l/min
- 12 = 12 l/min
- 15¹⁾ = 15 l/min
- 24 = 24 l/min
- 25¹⁾ = 25 l/min
- 40³⁾ = 40 l/min

Preferred types (available at short notice)

Material no.	Type 4WRPH6
	C1/C4
0 811 404 041	4WRPH 6 C4B02L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 033	4WRPH 6 C4B04L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 034	4WRPH 6 C4B12L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 035	4WRPH 6 C4B24L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 036	4WRPH 6 C4B40L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 510	4WRPH 6 C1B40L -2X/G24Z4 /M
0 811 404 047	4WRPH 6 C4B15P -2X/G24Z4 /M
0 811 404 512 0 811 404 160 0 811 404 037 0 811 404 038 0 811 404 039 0 811 404 513 0 811 404 048 0 811 404 045 0 811 404 046 0 811 404 162	0 811 404 043 4WRPH 6 C4B25P -2X/G24Z4 /M
	0 811 404 044 4WRPH 6 C4B40P -2X/G24Z4 /M
	0 811 404 511 4WRPH 6 C1B40P -2X/G24Z4 /M

Function, sectional diagram

Servo solenoid valve 4WRPH6



Symbols

<p>PT</p>	<p>Linear</p>	<p>p: kink 60% [q_n 15,25 l/min]</p>	<p>p: kink 40% [q_n 40 l/min]</p>
<p>C3, C5 C4, C1</p>	<p>Q Δs</p>	<p>Q Δs</p>	<p>Q Δs</p>
<p>C3, C5, C4, C1</p>			
<p>Standard = 1:1, from q_n 40 l/min also 2:1</p>			

Accessories, not included in scope of delivery

<p>(4x) f M5x30 DIN 912-10.9</p>	<p>Fastening screws</p>	<p>2910151166</p>
	<p>VT-VRRA1-527-20/V0, see RE 30041</p>	<p>0811405060</p>
	<p>VT-VRRA1-527-20/V0/K60-AGC, see RE 30040</p>	<p>0811405066</p>
	<p>VT-VRRA1-527-20/V0/K40-AGC, see RE 30040</p>	<p>0811405065</p>
<p>2P+PE 4P</p>	<p>2P+PE (M16x1.5) and 4P (Pg7) included in scope of delivery, see also RE 08008</p>	

Application

- Valve amplifier with pressure compensator (p/Q), see RE 30058.

Testing and service equipment




- Test box type VT-PE-TB2, see RE 30064.
- Test adapter type VT-PA-3, see RE 30070.

Technical Data

General


Construction	Spool type valve, operated directly, with steel sleeve					
Actuation	Proportional solenoid with position control, external amplifier					
Type of mounting	Subplate, mounting hole configuration NG6 (ISO 4401-03-02-0-94)					
Installation position	Optional					
Ambient temperature range	°C	–20...+50				
Weight	kg	2.3				
Vibration resistance, test condition	Max. 25 g, shaken in 3 dimensions (24h)					

Hydraulic (measured with HLP 46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Pressure fluid	Hydraulic oil to DIN 51524 ... 535, other fluids after prior consultation						
Viscosity range	recommended	mm ² /s	20...100				
	max. permitted	mm ² /s	10...800				
Pressure fluid temperature range	°C	–20...+80					
Maximum permissible degree of contamination of pressure fluid Purity class to ISO 4406 (c)	Class 18/16/13 ¹⁾						
Flow direction	See symbol						
Nominal flow at $\Delta p = 35$ bar per notch ²⁾	l/min	2	4	12	15	24	40
Max. working pressure	bar	Port P, A, B: 315					
Max. pressure	bar	Port T: 250					
Operating limits at Δp	 bar	315	315	315	315	315	160
Pressure drop at valve $q_{Vnom} > q_N$ valves	 bar	315	315	315	280	250	100
Leakage	 cm ³ /min	<150	<180	<300	–	<500	<900

¹⁾ The purity classes stated for the components must be complied with in hydraulic systems. Effective filtration prevents problems and also extends the service life of components. For a selection of filters, see catalogue sections RE 50070, RE 50076 and RE 50081. ²⁾ Flow rate at a different Δp

$$q_x = q_{nom} \cdot \Delta p^x$$

at 100 bar							
 cm ³ /min	-	-	-	<180	<300	<450	

Electrical

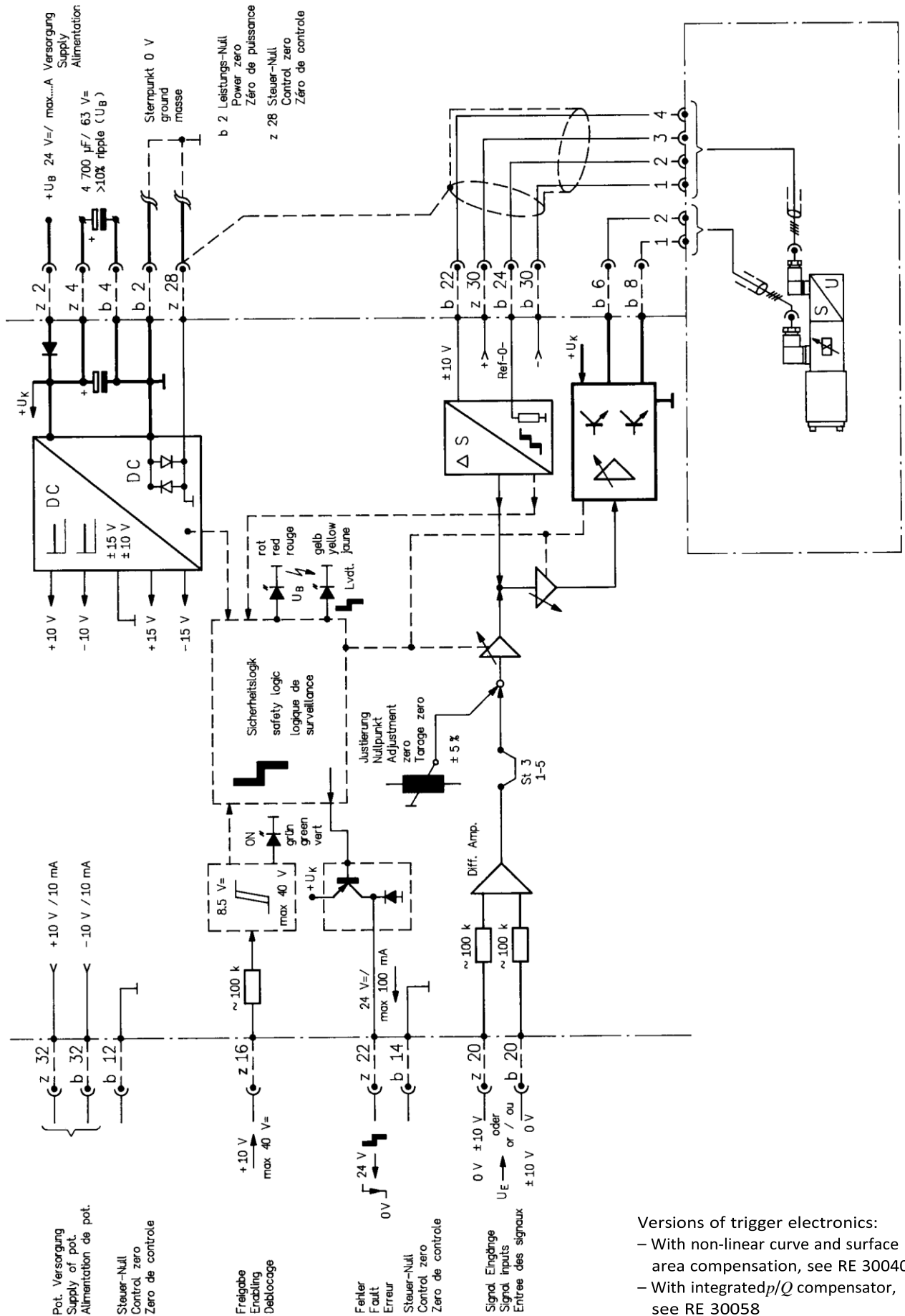
Cyclic duration factor	%	100 ED	
Power supply		24 V _{nom} (external amplifier)	
Degree of protection		IP 65 to DIN 40050	
Solenoid connector		Connector DIN 43650/ISO 4400 M16x1.5 (2P+PE)	
Position transducer connector		Special Connector Pg7 (4P)	
Max. solenoid current	A	2.7	
Coil resistance R_{20}	Ω	2.5	
Max. power consumption at 100% load VA and operational temperature		40	
Position transducer DC/DC technology		Supply: +15 V/35 mA -15 V/35 mA	Signal: 0...±10 V (R_L 10 k Ω)

Static/Dynamic

Hysteresis	%	0.2
Manufacturing tolerance for q_{max}	%	10
Response time for signal change 0...100%	ms	10
Thermal drift		Zero point displacement 1% at $\Delta T = 40^\circ\text{C}$

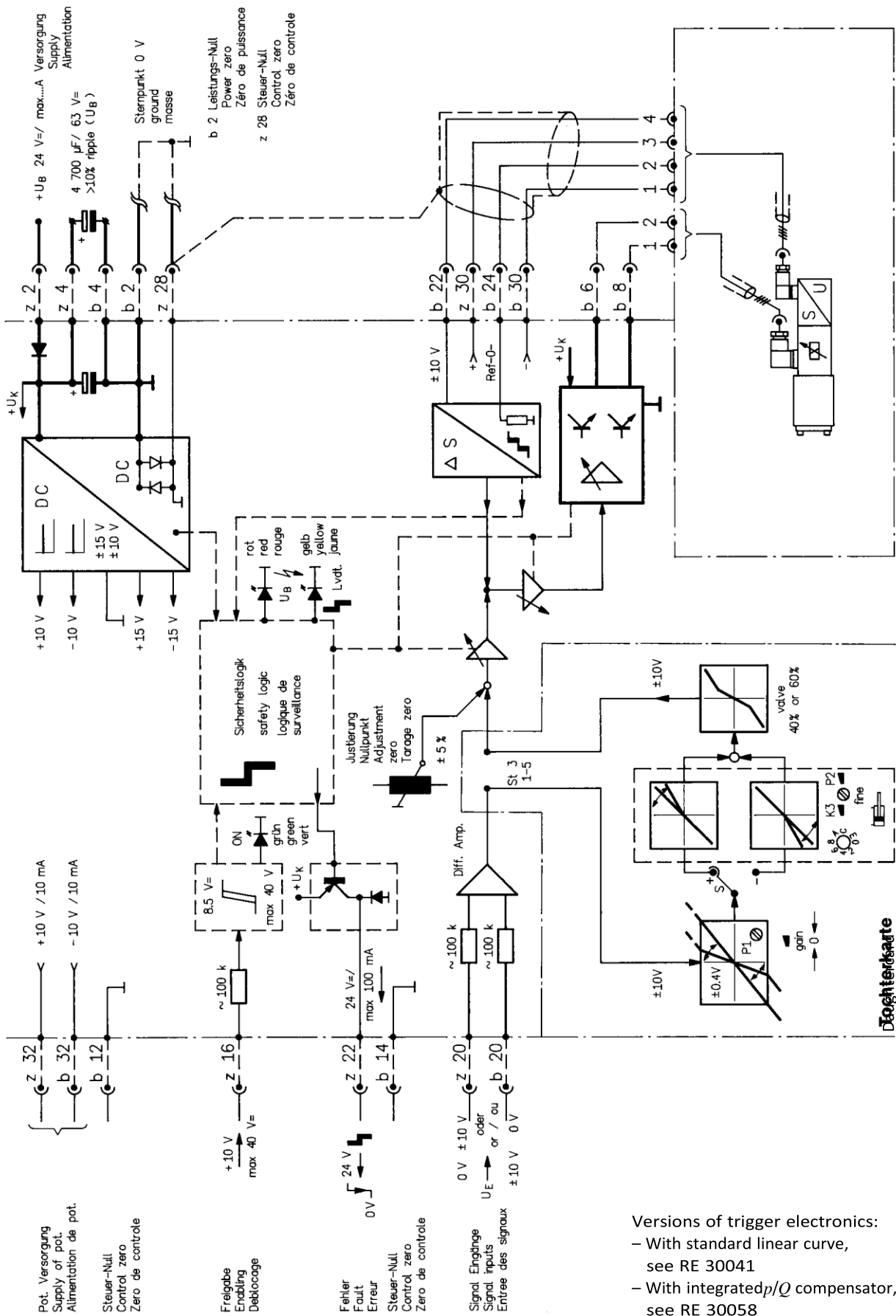
Valve with external trigger electronics (standard linear curve: L)

Block diagram/pin assignment



Valve with external trigger electronics (non-linear curve: P)

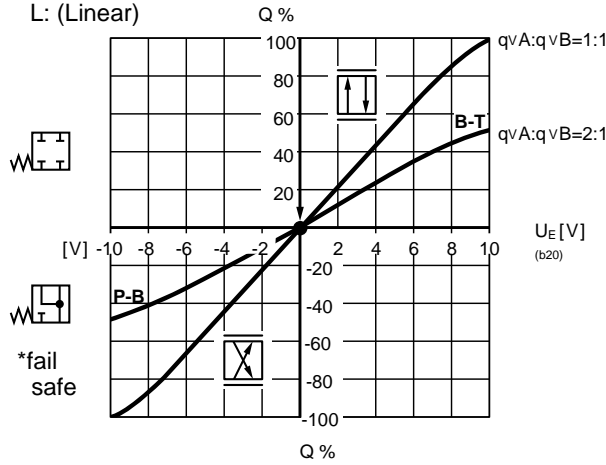
Block diagram/pin assignment



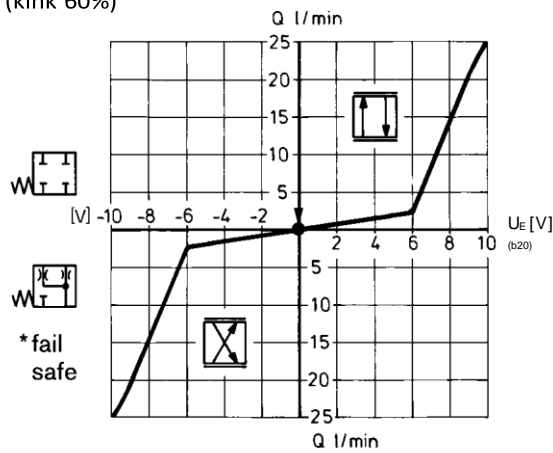
Performance curves (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Flow rate/Signal function $Q = f(U_E)$

L: Linear



P: (kink 60%)

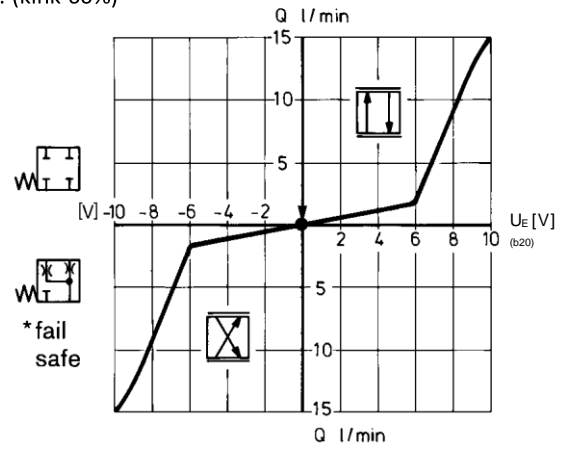


*Fail-safe when enabling is not released.

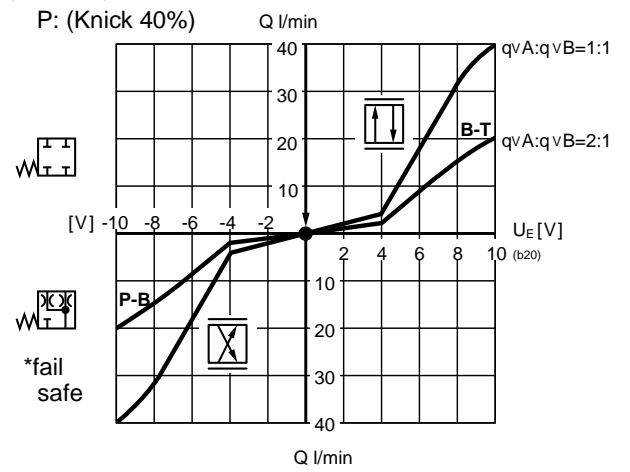
**Q-kink = 10% Q_N.

Fail-safe position					
	Leakage at	100 bar	P-A	50 cm ³ /min	
			P-B	70 cm ³ /min	
	Flow rate at	$\Delta p = 35$ bar	A-T	10...20 l/min	
			B-T	7...20 l/min	
	Leakage at	100 bar	P-A	50 cm ³ /min	
			P-B	70 cm ³ /min	
			A-T	70 cm ³ /min	
			B-T	50 cm ³ /min	
	Fail-safe	$p = 0$ bar → 7 ms	Enable off		
		$p = 100$ bar → 10 ms			

P: (kink 60%)**

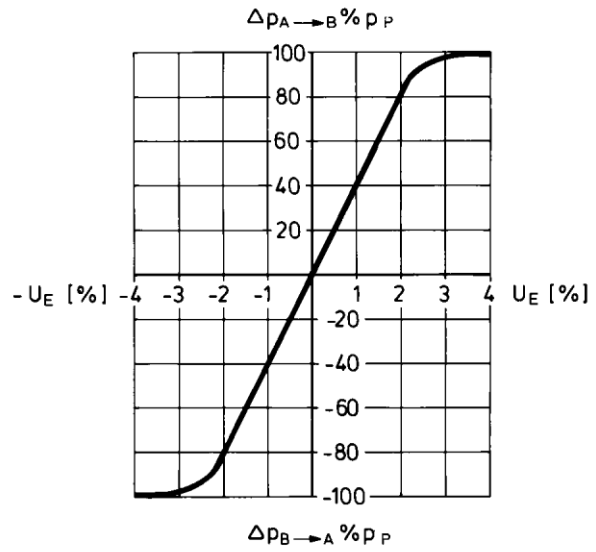
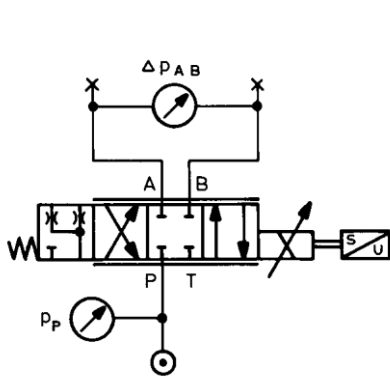


P: (kink 40%)**

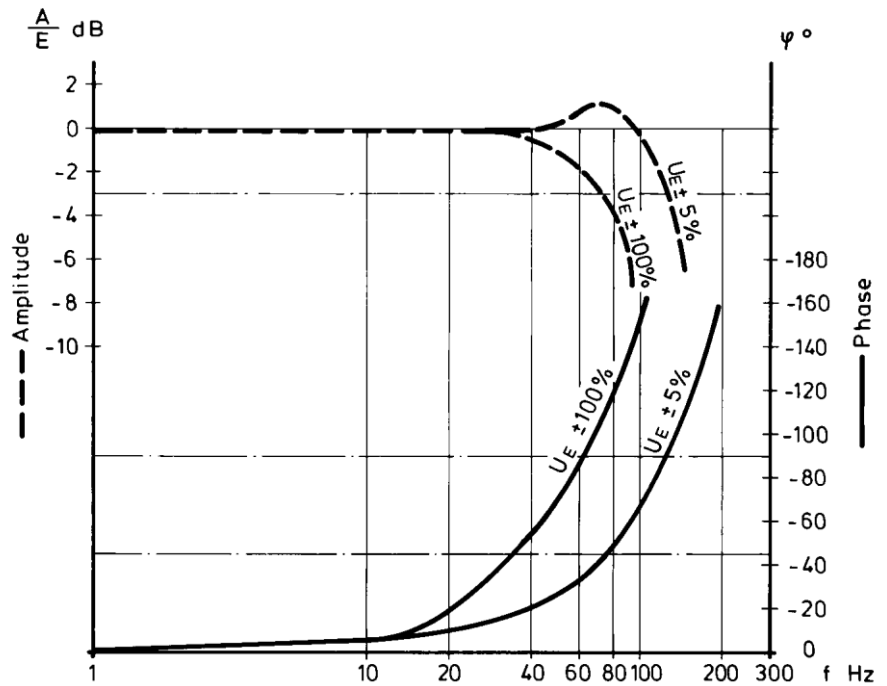
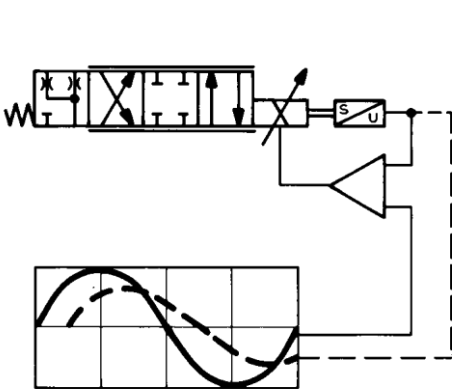


Performance curves (measured with HLP46, $\vartheta_{oil} = 40^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Pressure gain



Bode diagram



¹⁾ Deviates from standard

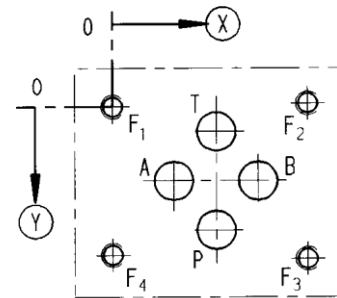
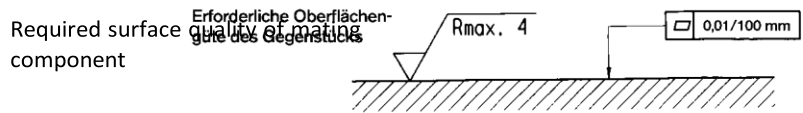
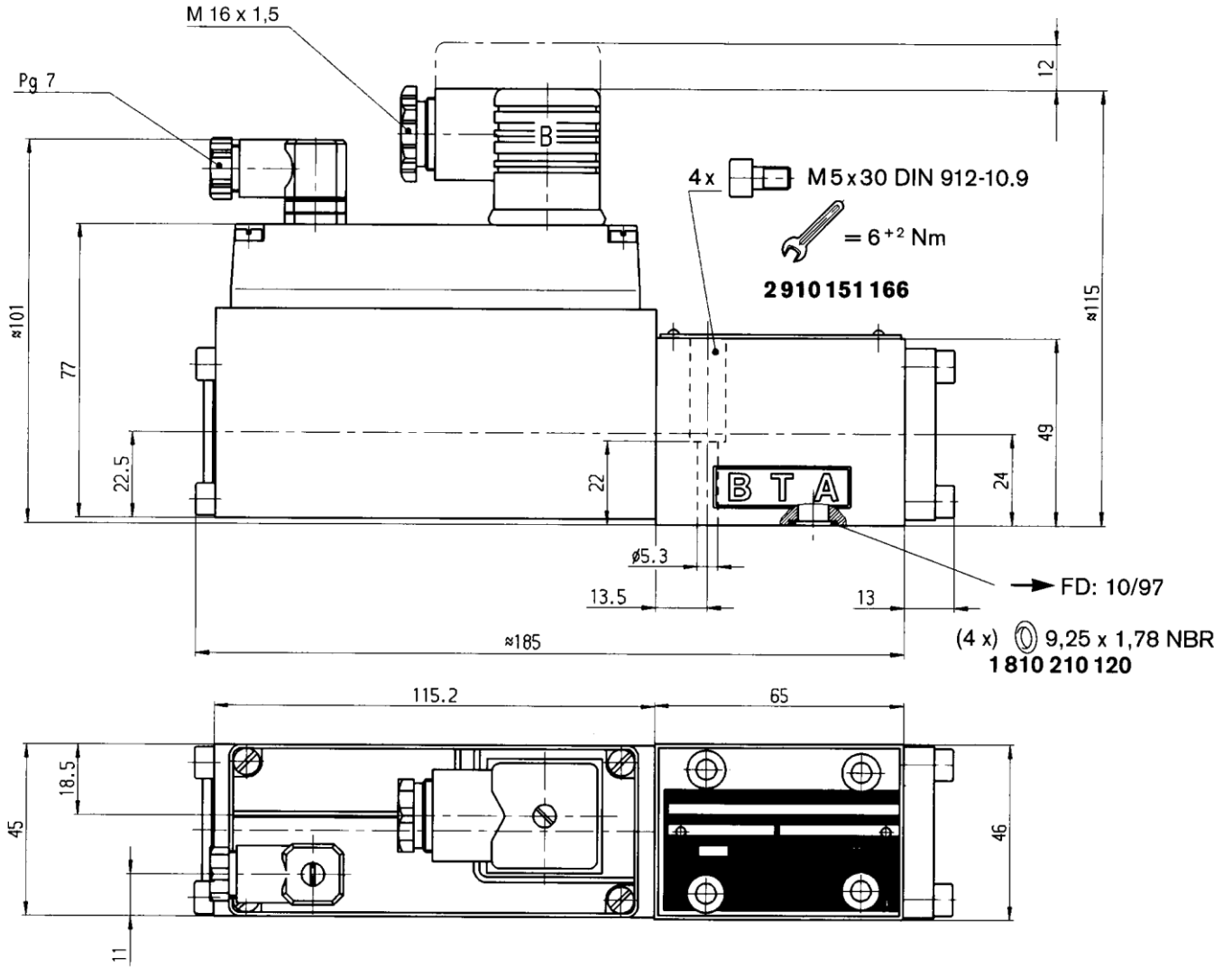
²⁾ Thread depth:

Ferrous metal 1.5xØ

	P	A	T	B	F ¹	F ₂	F ₃	F ₄
⊕	21.5	12.5	21.5	30.2	0	40.5	40.5	0

⊕	25.9	15.5	5.1	15.5	0	-0.75	31.75	31
	1)	1)	1)	1)	M5 2)	M5 2)	M5 2)	M5 2)

Unit dimensions (nominal dimensions in mm)



Non-ferrous 2 x ϕ
 Mounting hole configuration: NG6 (ISO 4401-03-02-0-94)
 For subplates, see catalogue section RE 45053

Notes

Notes

Notes

Komponentti hinnasto 4.5.2020											
Komponentti	Malli	Hinta ALV%0 (€)	Toimittaja	Toimitusaika	Hinta ALV%0 (€)	Toimittaja	Toimitusaika	Vaihtoehtoiset korvaavat saatavissa olevat mallit	Hinta ALV%0 (€)	Toimitusaika	
Suuntaventtiili	Parker Pilot Proportional DC Valve	952	Kailatec Oy	N. 10 arkipäivää							
Vaihtoehtoiset korvaavat Parkerille	Wandfluh Proportional spool valve WDPFA06-ACB-S-...-G24	874									
	Wandfluh VWS4D61-10-TF-G24	734	Kraftmek Oy	n. 4 viikkoa							
	Bosch Rexroth Mat.Nro 0811404034 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B12L-2X/G24Z4/M	1587	Hydraspecma Oy	N. 3 viikkoa	Bosch Rexroth Mat.Nro 0811404034 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B12L-2X/G24Z4/M	1690	ETRA	N. 7 Viikkoa	Wandfluh WDRFA06-ADB-V-16-24A2	1840	N. 4 viikkoa
	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404035 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B24L-2X/G24Z4/M	1587	Hydraspecma Oy	N. 3 viikkoa	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404035 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B24L-2X/G24Z4/M	1690	ETRA	N. 9 viikkoa	Wandfluh WDRFA06-ADB-V-32-24A2	1840	N. 4 Viikkoa
	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404060 tuotekuvaus: 4WRPH 10 C4 B50L-2X/G24Z4/M	1926	Hydraspecma Oy	N. 3 viikkoa	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404060 tuotekuvaus: 4WRPH 10 C4 B50L-2X/G24Z4/M	2540	ETRA	N. 3 viikkoa			
	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404802 tuotekuvaus: 4WRPEH 10 C4 B50L-2X/G24K0/A1M	3422	Hydraspecma Oy	N. 1 viikko	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404802 tuotekuvaus: 4WRPEH 10 C4 B50L-2X/G24K0/A1M	4150	ETRA	N. 1 pv			
	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404206 tuotekuvaus: 4WRL 16 V120M-3X/G24Z4/M	3273	Hydraspecma Oy	N. 8 viikkoa	Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404206 tuotekuvaus: 4WRL 16 V120M-3X/G24Z4/M	4450	ETRA	N. 8 viikkoa			
Hiukkastunnistin/Mineraaliöljy	Parker ICOUNT PD - MTD MINERAL M12 OLED, RS232, 4-20MA, MS	1977,2	Kailatec Oy	N. 10 arkipäivää							

Liite 8.

12.05.2020

Voudintie 1
 90400 Oulu
 Tel. +358 207 65 3610

Tilaja
 CAVERION SUOMI OY
 PAULAHARJUNTIE 20
 90530 OULU

Viitteenne JANI POLOJÄRVI
Lisäviite
Käsittelijä Mauri Kangasluoma /1053
Voimassaolopäivä 30.08.2002
Myyjä 105311
Toimitusehto DAP Incoterms 2010
 Muut ehdot Yleiset myyntiehtomme
Kuljetustapa SOPIMUKSEN MUKAAN
Maksuehto 60 pv netto
Viivästyskorko 8,00 %
Y-tunnus 01465192

	Nimike	Määrä	Yks.	Toim. aikaisintaan	A-hinta	Ale%	Netto
1	10160199999 4WRPH 6 C3 B12L-2X/G24Z4/M	1	kpl		1.690,00		1.690,00
	<i>Arvioitu toimitusaika 7 vkoa tilauksesta</i>						
2	10160199999 4WRPH 6 C3 B24L-2X/G24Z4/M	1	kpl		1.690,00		1.690,00
	<i>Arvioitu toimitusaika 9 vkoa tilauksesta</i>						
3	10160199999 4WRPH 10 C4 B50L-2X/G24Z4/M	1	kpl		2.540,00		2.540,00
	<i>Arvioitu toimitusaika 3 vkoa tilauksesta</i>						
4	10160199999 4WRPEH 10 C4 B50L-2X/G24K0/A1M	1	kpl		4.150,00		4.150,00
	<i>Arvioitu toimitusaika 1 päivä</i>						
5	10160199999 4WRL 16 V120M-3X/G24Z4/M	1	kpl		4.450,00		4.450,00
	<i>Arvioitu toimitusaika 8 vkoa tilauksesta</i>						

Veroton summa EUR
 Alv % 24,00

14.520,00
 3.484,80

Verollinen summa EUR

18.004,80

Tuotteet välimyynnivarauksin, toimitusaika vahvistetaan tilausvahvistuksella.

Muut ehdot:

Noudatamme Suomen Teknisen Kaupan Liiton yleisiä myyntiehtoja.

Myyntiehdot löytyvät kotisivuiltamme www.etra.fi.

5/12/2020

Sähköposti – Polojärvi Jani - KA52K16S – Outlook

Tarjous

Lasse Manninen <Lasse.Manninen@hydraspecma.com>

pe 8.5.2020 14.12

Vastaanottaja: Polojärvi Jani - KA52K16S <Jani.Polojarvi@edu.lapinamk.fi>

terve Jani

Tässä hintaa ja aikaa.

Bosch Rexroth MAAt.Nro: 0811404034 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B12L-2X/G24Z4/M

hinta 1587,- / nto / kpl / n. 3 viikkoa aikaa

Bosch Rexroth MAAt.Nro: 0811404035 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B24L-2X/G24Z4/M

hinta 1587,- / nto / kpl / n. 3 viikkoa aikaa

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404060 tuotekuvaus: 4WRPH 10 C4 B50L-2X/G24Z4/M

hinta 1926,- / nto / kpl / n. 3 viikkoa aikaa

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404802 tuotekuvaus: 4WRPEH 10 C4 B50L-2X/G24K0/A1M

hinta 3422,- / nto / kpl / n. 1 viikkoa aikaa

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404206 tuotekuvaus: 4WRL 16 V120M-3X/G24Z4/M

3273,- / nto / kpl / n. 8 viikkoa aikaa

hinta

alv0%, Fca Orimattila, NI01

Kiitti

Terveisin

Lasse Manninen

HydraSpecma Oy, Messinkitie 12, 16300 Orimattila, Finland

Mob. +358400879342

Fax +35837778005

E-Mail lasse.manninen@hydraspecma.com

-----Alkuperäinen viesti-----

Lähetty: WordPress <yhteystiedot@htr-hydraulics.fi>

Lähetetty: perjantai 8. toukokuuta 2020 10.44

Vastaanottaja: info@htr-hydraulics.fi

Aihe: Yhteystiedot-lomake

Nimi: Jani Polojärvi

Email: Jani.Polojarvi@edu.lapinamk.fi
Yritys: Caverion Oy/ Lapin AMK
Puhelinnumero: 04578776219

Viesti:
Hei.

<https://outlook.office.com/mail/deeplink?version=2020050302.03&popoutv2=1&leanbootstrap=1>
Jani - KA52K16S – Outlook

1/2 5/12/2020 Sähköposti – Polojärvi

Teen opinnäytetyönä selvitystä Caverion Oy:n puolesta Hydraulikomponenttien saatavuudesta ja Pyytäisin tarjousta ja toimitusaikaa seuraaville tuotteille tai vastaaville:

Bosch Rexroth MAAt.Nro: 0811404034 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B12L-2X/G24Z4/M

Bosch Rexroth MAAt.Nro: 0811404035 tuotekuvaus: 4WRPH 6 C3 B24L-2X/G24Z4/M

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404060 tuotekuvaus: 4WRPH 10 C4 B50L-2X/G24Z4/M

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404802 tuotekuvaus: 4WRPEH 10 C4 B50L-2X/G24K0/A1M

Bosch Rexroth Mat.Nro: 0811404206 tuotekuvaus: 4WRL 16 V120M-3X/G24Z4/M

Ystävällisin terveisin Jani Polojärvi
Lapin AMK
Oulu

<https://outlook.office.com/mail/deeplink?version=2020050302.03&popoutv2=1&leanbootstrap=1>



Öljyjärjestelmien kunnonvalvonta

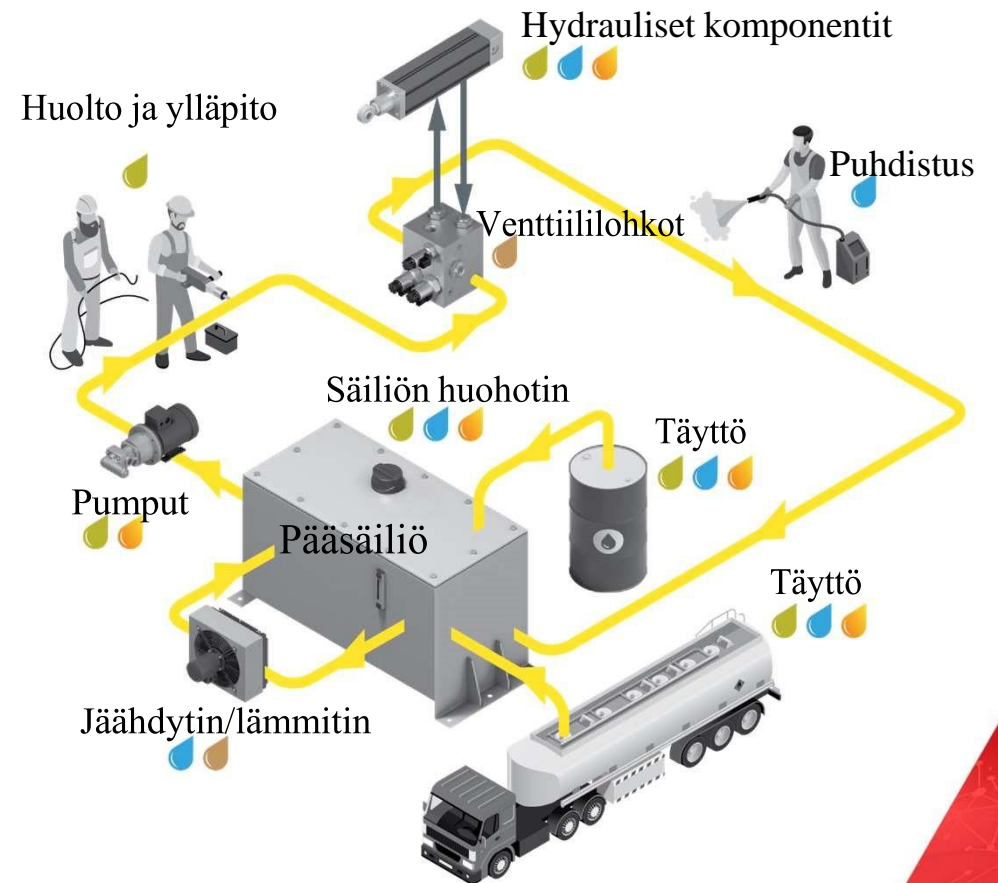
Arto Vikiö

Myynti-insinööri, MRO

Hydac Oy



Ölkyjen kunnossapito



Kiinteät epäpuhtaudet

Alkuperä

- Asennuksen epäpuhtaudet
- Ympäristön epäpuhtaudet
- Nesteiden täyttö
- Komponenttien sisäiset kulumiset

Vaikutukset

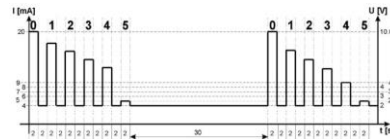
- Hiova kuluminen
- Kasvavat vuodot
- Komponenttien vikaantuminen
- Ohjauksien epätarkkuus
- Ohjauskarojen tukkeutuminen
- Nesteen käyttöiän lyheneminen

Kiinteät epäpuhtaudet



Hiukkaslaskuri CS 1000

- Optinen mittaustapa
- Optiona kuusinumeroinen näyttö
- ISO/SAE tai ISO/NAS luokittelut
- Mittausalue ISO 9/8/7 .. 25/24/23
- Kalibroitu mittausalue ISO 13/11/10 .. 23/21/18 (tarkkuus. $\pm 1/2$ ISO-luokkaa)
- Partikkelikoot 4, 6, 14, (21) μm
- Standardimalli
- Analogialähtö sekvenssinä
- RS485 (HSI-protokolla)
- Kytinlähtö konfiguroitavissa
- J1939-malli
- CAN-väyläkommunikaatio
- Vaatimukset ja rajoitteet
- 30..500 ml/min virtaus
- Maksimipaine 350 bar
- 1..1000 mm^2/s viskositeettialue
- 0..85°C nesteen lämpötila



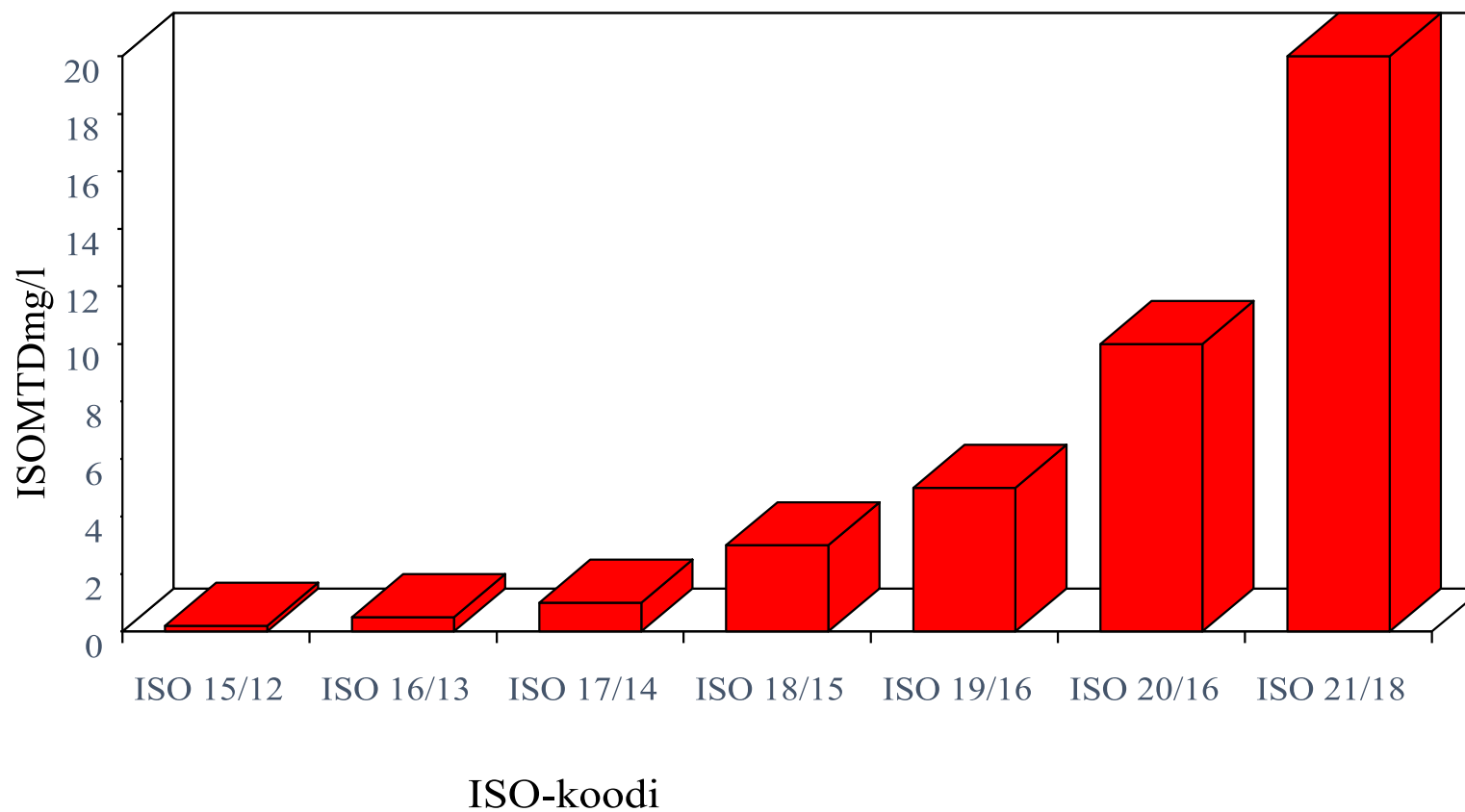
ISO-koodin rakenne

ISO-luokka (ISO 4406)	partikkelimäärä / 100 ml	
	>	<
5	16	32
6	32	64
7	64	128
8	130	250
9	250	500
10	500	1 000
11	1 000	2 000
12	2 000	4 000
13	4 000	8 000
14	8 000	16 000
15	16 000	32 000
16	32 000	64 000
17	64 000	130 000
18	130 000	260 000
19	260 000	500 000
20	500 000	1 000 000
21	1 000 000	2 000 000
22	2 000 000	4 000 000
23	4 000 000	8 000 000
24	8 000 000	16 000 000
25	16 000 000	32 000 000
26	32 000 000	64 000 000
27	64 000 000	130 000 000
28	130 000 000	250 000 000

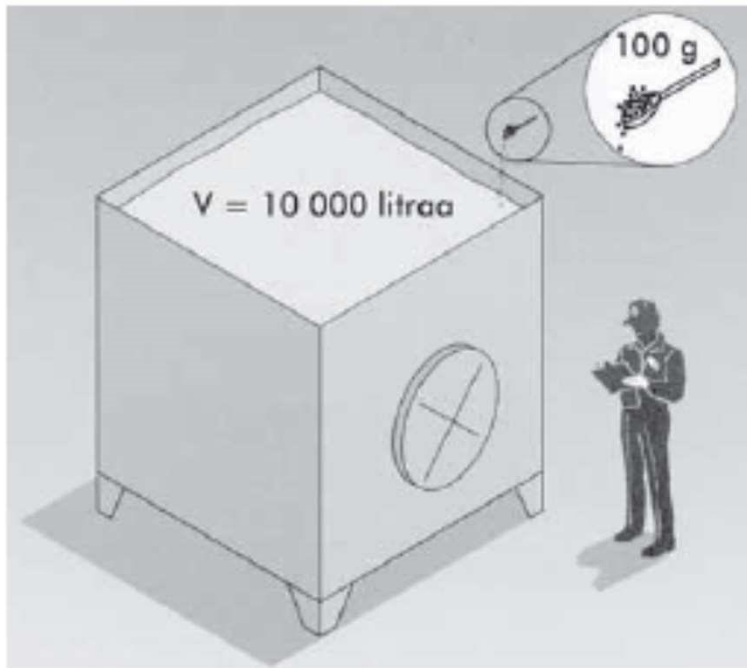
21 / 18 / 15
 $>4\mu\text{m}_{(c)}$ $>6\mu\text{m}_{(c)}$ $>14\mu\text{m}_{(c)}$



Puhtausluokka vs. likamäärä grammoina

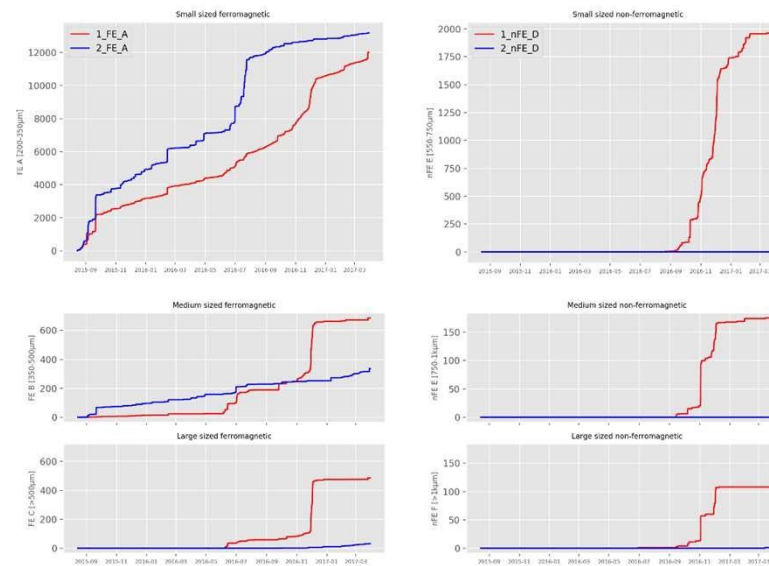


Likamäärän havainnollistaminen



ISO 4406:1999, 24/20/16:n mukainen likamäärä

Kiinteät epäpuhtaudet



mittauksia kahden hydraulimoottorin vuotolinjoista (mittauksen pituus noin 19 kuukautta)

- Virtausnopeus 0,4..8; 2..40 ja 10..200 l/min
- Nesteen lämpötila -40..85°C
- Lähtötyypit (mallista riippuen)
- RS485 (HSI protokolla tai Modbus RTU)
- Ethernet (Modbus TCP)
- 2x kytkinlähtöä
- Ferromagneettiset + ei-ferromagneettiset
- Fe,nFe + status-tieto
- Hälytys (n partikkelia tietyssä ajassa) + status-tieto

Ferromagneettiset (kobalti, rauta, nikkeli..)
Esim. hammasratas- tai sylinterivaurio

Ei-ferromagneettiset (alumiini, messinki,
kupari..) esimerkiksi laakerivauriot

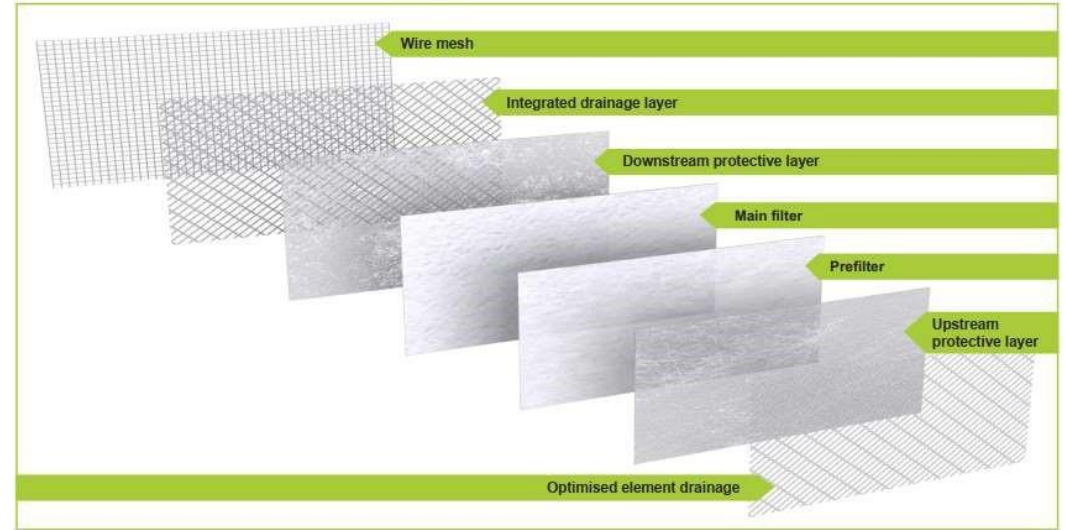




Kiinteäasenteiset suodatinyksiköt (OLF)



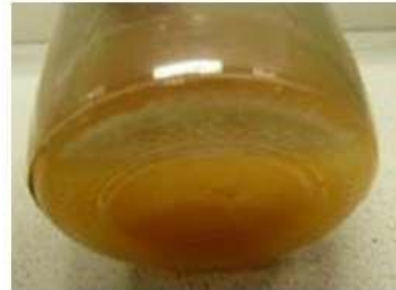
Liikuteltavat suodatinyksiköt MFU ja OF5 Dimicron[®] suodatinelementit



 Nestemäiset epäpuhtaudet

Alkuperä

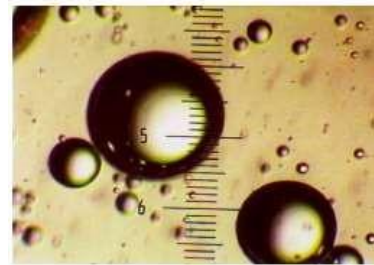
- Ilmankosteus
- Vuodot jäähdytysjärjestelmissä
- Prosessivesi tai -höyry
- Tiivisteiden vuodot
- Korkeapainepesurit
- Kemikaaliset prosessit (palaminen, hapettuminen, neutraloituminen)



Corrosion / cavitation

Vaikutukset

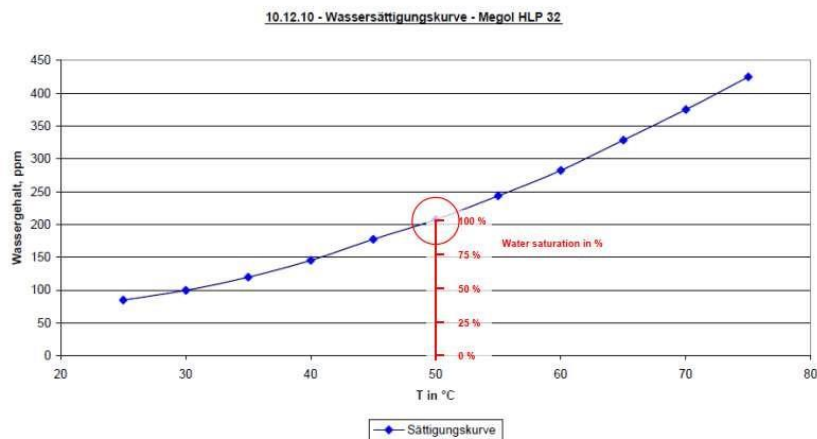
- Korrosio
- Dynaamisen viskositeetin lasku
- Voitelukalvojen oheneminen
- Kontakti pintojen välillä
- Kuluminen
- Öljyn ominaisuuksien muuttuminen
- Happamien öljynhajoamistuotteiden muodostuminen
- Lietteen muodostuminen
- Öljyn ikääntymisen nopeutuminen
- Kavitaatiovauriot



Sludge formation

Nestemäiset epäpuhtaudet

- Alle saturaatiopisteen
- vesi on öljyssä liuenneessa muodossa (kuten vesi kosteassa ilmassa)
- Suhteellinen kosteus (relative humidity, RH)
- Tyypillisessä hydraulijärjestelmässä suhteellinen kosteus on noin 30-70% öljyn lämpötilasta riippuen
- Nyrkkisääntönä vesipitoisuus tulisi pitää niin matalalla tasolla kuin mahdollista



alle saturaatiopisteen



yli saturaatiopisteen

• Yli saturaatiopisteen

- Vesi on öljyssä emulsiona (kuin pienten vesipisaroiden sumua)
- Öljy näyttää samealta
- Vesi on vapaassa muodossa, joka normaalisti asettuu säiliöiden pohjalle

Nestemäiset epäpuhtaudet

Suhteellisen kosteuden mittaaminen (RH)

- Vesisensori AS 1000
- Kolme varianttia
 1. 2x analogialähtöä 4..20 mA (saturaatiotaso + lämpötila)
 2. 2x konfiguroitavaa kytkinlähtöä
- Oletuksena varoitus 60% RH, hälytys 80% RH
- Liian korkea lämpötila ilmoitetaan asettamalla hälytys ilman varoitusta
 3. IO-link vaihtoehtona

- Vesisensori AS 3000
- Kääntyvä paikallisnäyttö
 - Asetukset ja raja-arvot konfiguroitavissa näppäimillä
 - Lähdöt
 - 1x analogialähtö (saturaatiotaso TAI lämpötila)
 - 2x konfiguroitavaa kytkinlähtöä
 - IO-link vaihtoehtona





Tyhjiöprosessi voimalaitoksissa (ylä)
ja lukkohydrauliikassa (ala) FAM



Yhdistämisprosessi (OLS)



Super-absorboivat suodattimet
(Aquamicron®)

Alipaine prosessi (alipainehöyrystin)

Alipaine prosessi toimii massansiirron periaatteen mukaisesti, jolloin sekä vapaa että liuenneet vesi ja vapaita että liuenneet kaasut siirtyvät öljystä jatkuvasti virtaavaan ilmavirtaan, joka suodatetaan ja kuivataan tyhjiössä.

Pisaroitumisprosessi (Coalescer)






Yhdistämis-/pisaroitumisprosessissa pienet vesipisarat (vapaa vesi) yhdistyvät elementtien kuiduissa muodostaen suuria pisaroita. Nämä voidaan poistaa helposti gravimetrisillä menetelmillä.

Superabsorbointi

Vapaan veden poisto tällä menetelmällä perustuu fysikaalis-kemialliseen reaktioon. Vesi sitoutuu geeliin jopa kovissa painevaihteluissa.

Nestemäiset epäpuhtaudet - tuotevertailu



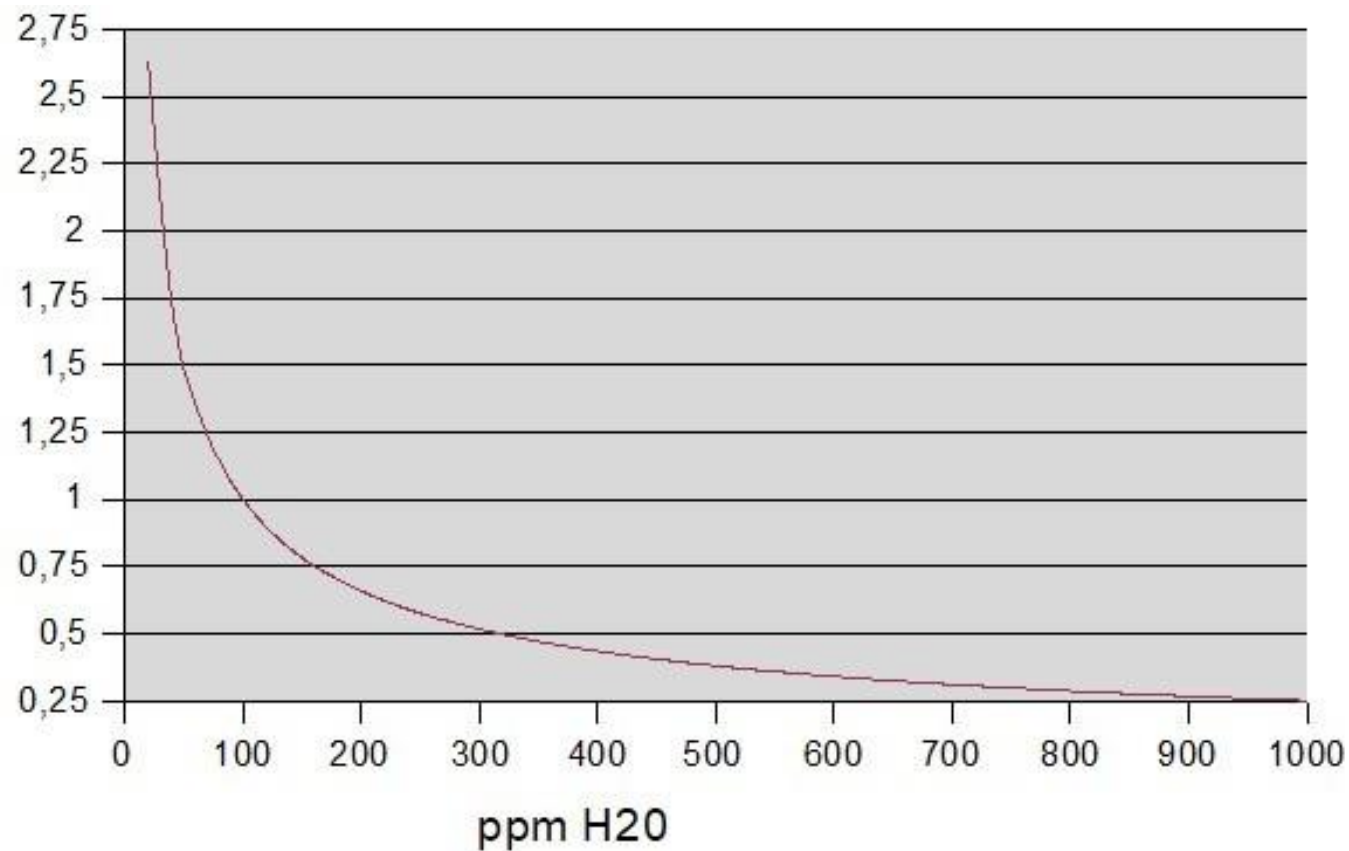
Nesteenpoiston periaate	HYDAC	Kiinteiden partikkeleiden poisto 	Kaasun poisto* 	Veden poisto vapaa emulsoitunut		
				liuennut 		
Painovoimainen	-	ei määritelty	Ei	Kyllä	Osittain	Ei
Keskipakoisvoima (separaattori)	-	ei määritelty	Ei	Kyllä	Osittain	Ei
Pisaroituminen	OLS	Kyllä	Ei	Kyllä	Osittain	Ei
Superabsorboiva polymeeri (SAP)	AM	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei
Alipaine	FAM	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä



Saturation point



Laakereiden suhteellinen elinikä vs. voiteluöljyn vesipitoisuus



$$L = (100/X)^{0,6}$$

L = suhteellinen elinikä
(elinikä 1 kun X=100 ppm)

X = vesipitoisuus ppm

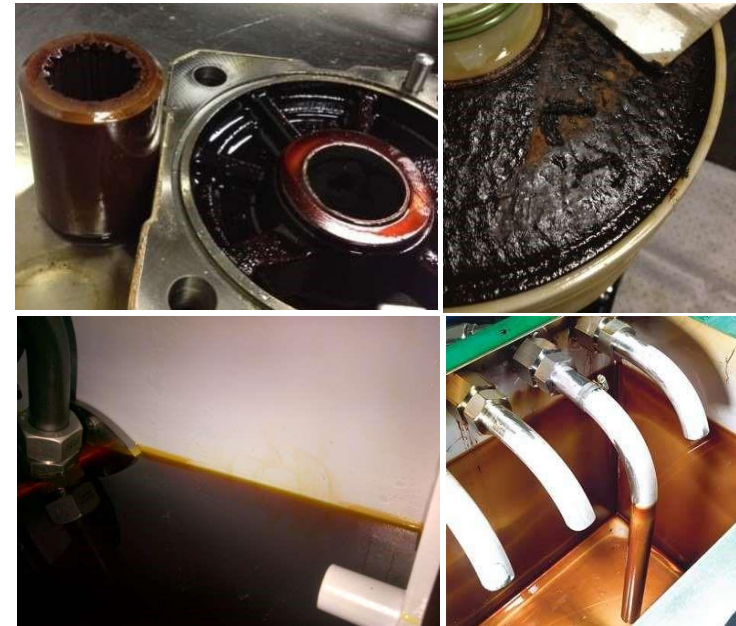
Geelimäiset epäpuhtaudet

Alkuperä

- Öljyn vanheneminen
- Eri öljyjen sekoittuminen

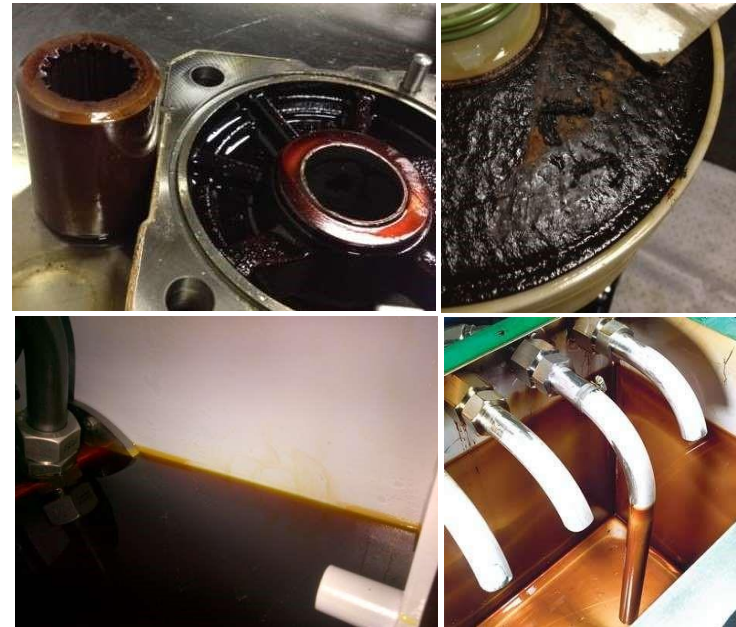
Vaikutukset

- Kerrostumisen aiheuttamat ohentuneet voitelukalvot
- Kasvanut kitka ja lämpötila
- Laakereiden nopeampi kuluminen
- Vikatilat venttiileissä
- Epästabiili ohjauskäyttäytyminen
- Vauriot dynaamisiin tiivisteisiin
- Vuodot
- Suodatinelementtien tukkeutuminen
- Lyhyempi suodattimien käyttöikä lietteen muodostumisesta johtuen
- Suurentunut laakereiden lämpötila johtuen paakkuuntumisesta
- Järjestelmän hyötysuhteen heikentyminen



Geelimäiset epäpuhtaudet

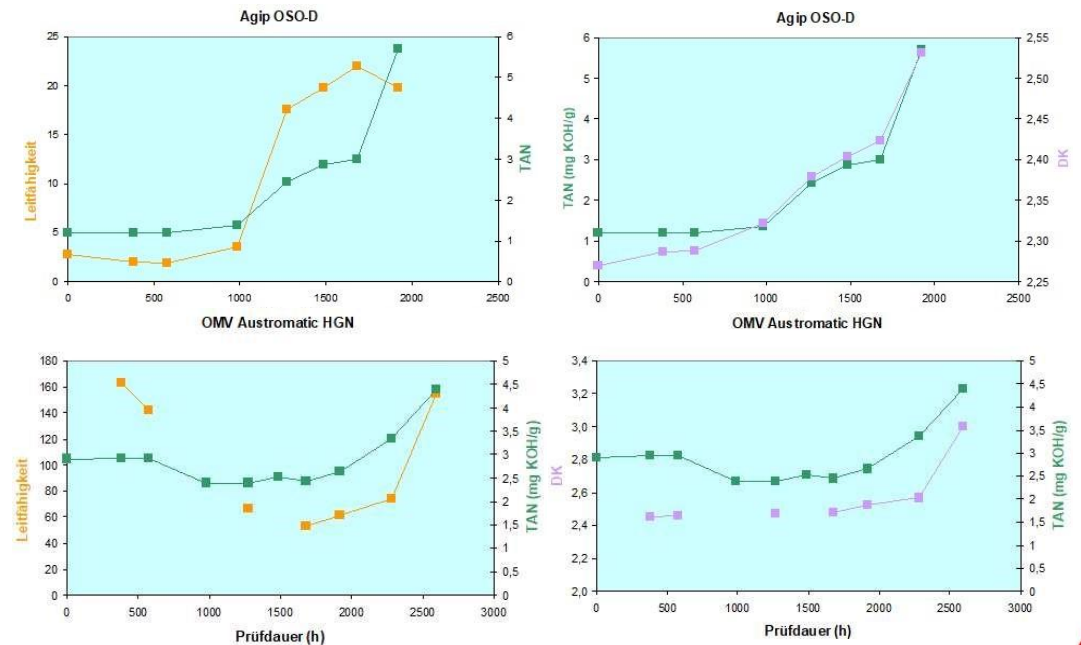
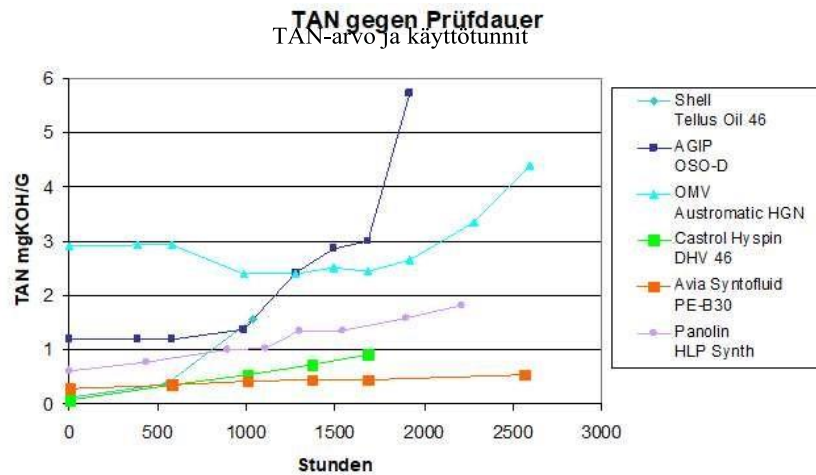
- Vain noin 20% öljynvaihtoista tehdään oikeaan aikaan
- Yleensä vaihtoaika perustuu tiettyyn aikaväliin
- Hapettuminen on luonnollinen prosessi, joka hajottaa öljyä ajan myötä
- Pitkäaikainen hapettuminen johtaa öljyn happoistumiseen, joka kuluttaa ja syövyttää järjestelmän komponentteja
- Kokonaishappoluku (TAN) on mitattavissa laboratoriossa ja tuloksiin voidaan reagoida tarpeen vaatiessa
- TAN-arvo määritetään mittaamalla öljynäytteestä kuinka suuri määrä kaliumhydroksidia vaaditaan neutralisoimaan tietyn suuruinen öljymäärä



Geelimäiset epäpuhtaudet

TAN-arvo

- Käyttäytyy erilailla riippuen öljytyypistä, tavaramerkistä ja valmistuserästä
- Kokonaishappoluku korreloi karkeasti dielektriseen vakioon ja konduktiivisuuteen
- Näitä sähköisiä ominaisuuksia voidaan mitata reaaliaikaisesti (online)





Geelimäiset epäpuhtaudet

Öljyn vanhenemisen epäsuora mittaaminen

- HLB 1400 (HydacLab) (lämpötilakompensoitu)
- Kytkinlähdöt
- Oletuksena olevat raja-arvot
 - Suhteellinen muutos dielektrisessä vakiossa $\pm 15\%$
 - Suhteellinen muutos konduktiivisuudessa $\pm 15\%$ Sarjaliikennekäskyjä
4.1. Lue anturin ID
 - Saturaatio-taso $\geq 85\%$
 - Lämpötila $\geq 80\text{ °C}$
- Analoginen signaalisekvenssi
- Tarkemmin seuraavalla kalvolla

- Sarjaliikenne
- RS485 (HSI protocol) • RS232 (HSI protocol)

- IO-link ja CANopen variantit (lämpötilakompensoitu)

- 4.2. Lue anturitiedot (esim. sarjanumero)
- 4.3. Lue laitteen tilatiedot
- 4.4. Lue mittausarvot
- 4.11. Resetoi MCS1000 lukemat
- 4.12. Resetoi HLB1400 tehdasasetuksiin
- 4.12. Resetoi HLB1400 sykli
- 4.12. Resetoi HBL1400 lokit



Pin connections:

M12x1, 5 pole



Pin	1C000	00S12
1	+U _B	+U _B
2	SP1/AA1	RS485B
3	GND	GND
4	SP2/AA2	RS485A
5	HSI	HSI

M12x1, 8 pole



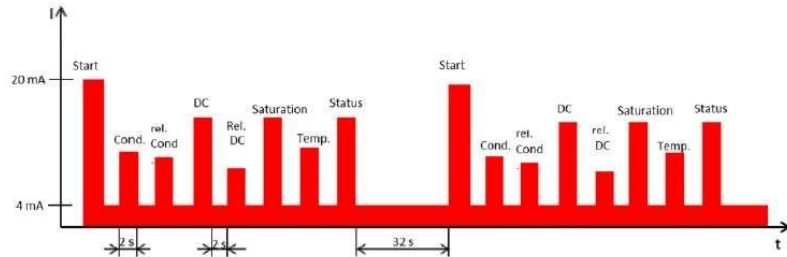
Pin	1CS12
1	+U _B
2	SP1/AA1
3	GND
4	PE
5	HSI
6	RS 485A
7	RS 485B
8	SP2/AA2

HSI = HYDAC Sensor Interface
(HYDAC's own communication interface)

SP = Switch point

AA = Analogue output (sequence)

Geelimäiset epäpuhtaudet

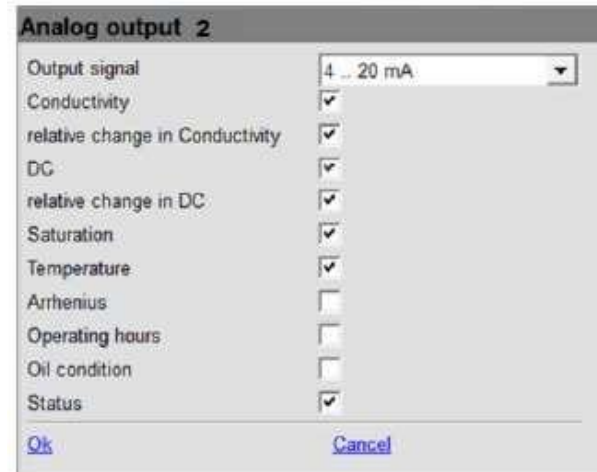


All signals output to the sequential analogue output are default set as 4..20 mA current-loop signals (0 .. 10V is also possible), sequenced and spaced as follows:

	Output signal	Duration
Start signal:	20 mA	2 s
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 1:	Absolute conductivity value	0 .. 100 nS/m
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 2:	Change in electrical conductivity	-100 .. 200%
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 3:	Absolute DC value	1 .. 10
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 4:	Rel. Change in DC	-30% ... +30%
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 5:	Saturation level	0% ... +100%
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 6:	Temperature	-25°C... +100°C
	Pause (4 mA)	2 s
Signal 7:	Status signal	See table below for levels
	Pause before next output cycle:	4 mA 32 s

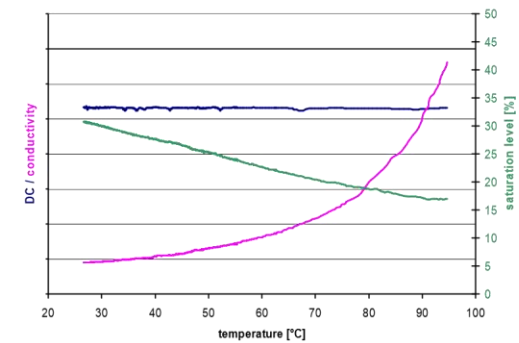
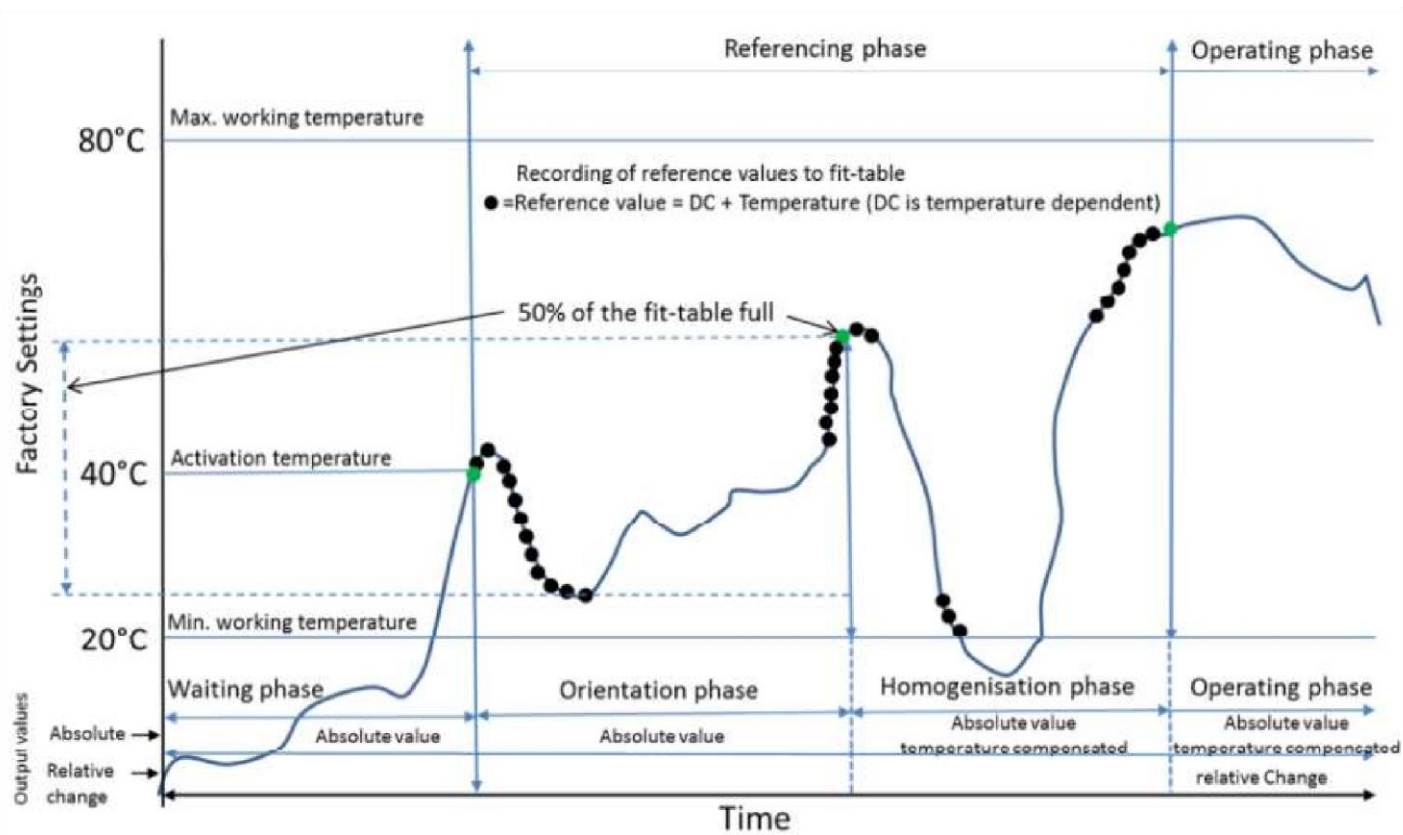
HLB 1400 (HydacLab)

Konfiguroitava analogiasignaalisekvenssi





HLB 1400 (HydacLab) opetusjakso



Öljyn hajoamistuotteiden poistaminen



Lakanpoistoyksikkö VEU-F

Ioni-vaihdin VEU-I



VEU-F –yksikkö öljyhajoamistuotteiden poistamiseksi joko levylämmönvaihtimella tai kompressorijäähdyttimellä.

Kylmäsuodattaminen

Lakan poistamiseksi öljy jäähdytetään ensin levylämmönvaihtimella tai kompressorin jäähdytysyksiköllä. Jäähdytys saa aikaan hajoamisaineiden suurenemisen ja ne voidaan sitten poistaa tehokkaasti syvyys-suodattimessa. Tätä menetelmään voidaan käyttää kaikissa hydraulii- ja voiteluaplikaatioissa, joissa käytössä on mineraaliöljy.

Ioniteknologia

Ioniteknikkaa käytetään pääasiassa fosfaattiestereistä koostuvien öljyhajoamistuotteiden poistamiseen. Käytetyt hartsit ylläpitävät tai parantavat öljyn neutralointimäärää niin, että se vastaa tuoreöljyn tasoa. Tämä vähentää happohajoamistuotteiden ja metallisaippuoiden muodostumista.



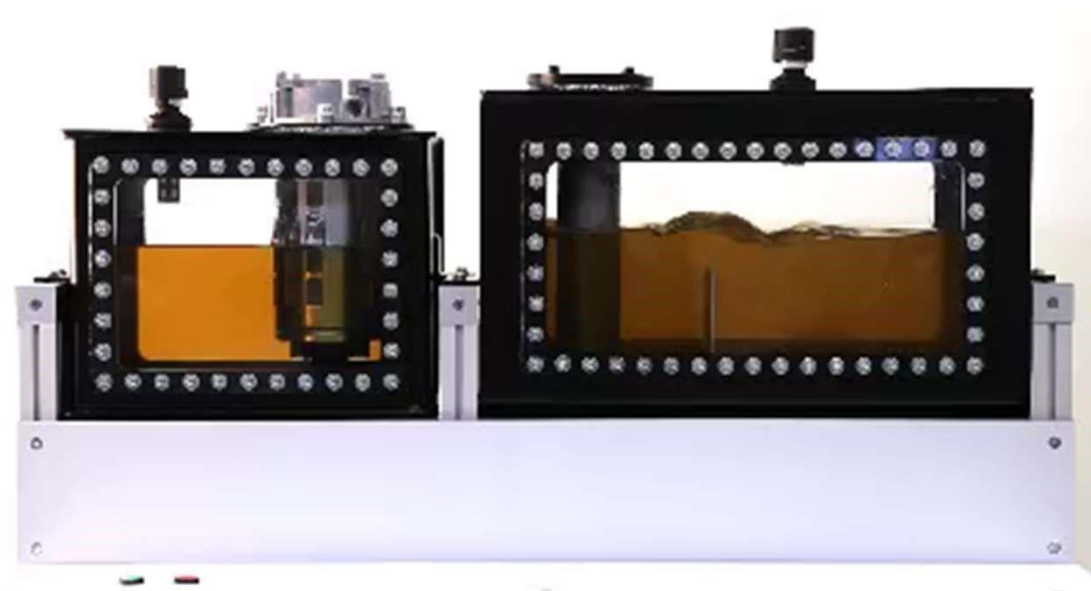
Kaasumaiset epäpuhtaudet

Alkuperä

- Kontakti ympäröivän ilman kanssa
- Outgassing of the fluid
- Vuodot
- Prosessikaasu

Vaikutukset

- Kavitoiminen
- Hapettuminen
- Paikallinen öljyn ylikuumentuminen
- Öljyn vanhenemisen nopeutuminen
- Epätarkkuuden ohjauksessa
- Räjähdyksivaara



Ilmanpoisto



Vakuumpakattu säiliöratkaisu (OXS)

OXS säiliön vaihtoehtoinen asennus (OXS LID)



Kaasunpoisto vakuumissa (FAM ATEX)

FAM ATEX kemianteollisuudessa

Purkauksista johtuvat ongelmat

Säiliöiden optimointi aktiivisella kaasunpoistolla

Versiosta riippuen, innovatiivinen säiliöratkaisu koostuu säiliöstä, suodattimista, jäähdyttimistä ja jatkuvasti toimivasta kaasunpoisto- ja vedenpoistoyksiköstä. Kiinteäasenteisten hydraulijärjestelmien säiliöiden kokoa voidaan usein pienentää huomattavasti. Öljy suljetaan ilmatiiveillä kalvoilla, jotka sijaitsevat öljyn pinnalla kuten suojaava iho.

Vakuumiprosessi

FAM-sarjan tyhjiöön perustuvat yksiköt ovat ihanteellisia poistamaan vapaita ja liuenneita kaasuja sekä ilmaa. Palavia kaasuja varten yksiköitä on saatavilla myös ATEX-malleina.

Elektrostaattiset purkaukset

Stat-X



SAFE SYSTEM. SAFE WORK.[®]

Paine-erolähetin

HPT 500

- Paine-eron mittaus 2; 5; 8 bar



Palaneet suodatinelementit



Suodattimien tukkeutuminen (plugging?)



Purkaukset järjestelmän ulkopuolella



Häiriöt elektronisissa Lisääntynyt Syttymiset säiliössä, komponenteissa öljynhajoamistuotteiden palaneet huohottimet (lakan) muodostuminen



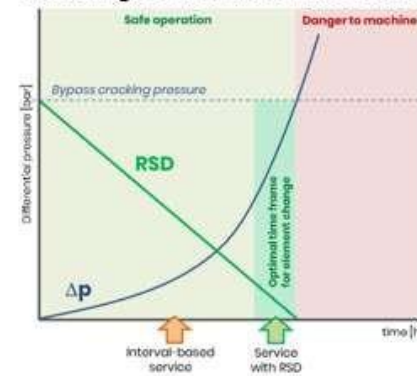
- Suodattimen käyttöiän arvioiminen, suodattimen monitorointi
- Voidaan tunnistaa että suodatin on paikallaan
- Suodattimen toiminnan tarkastaminen, ohituksen (by-pass) tunnistaminen
- Jäljellä olevan käyttöiän arvioiminen
- Kerätyn lian määrän prosentuaalinen määrittäminen

HPT 500S (älyanturi)

- IO-link tai CANopen
- Ilmoittaa arvioitua jäljellä olevan käyttöiän tunneissa



Remaining Service Life of Filter Element





Pin connections:

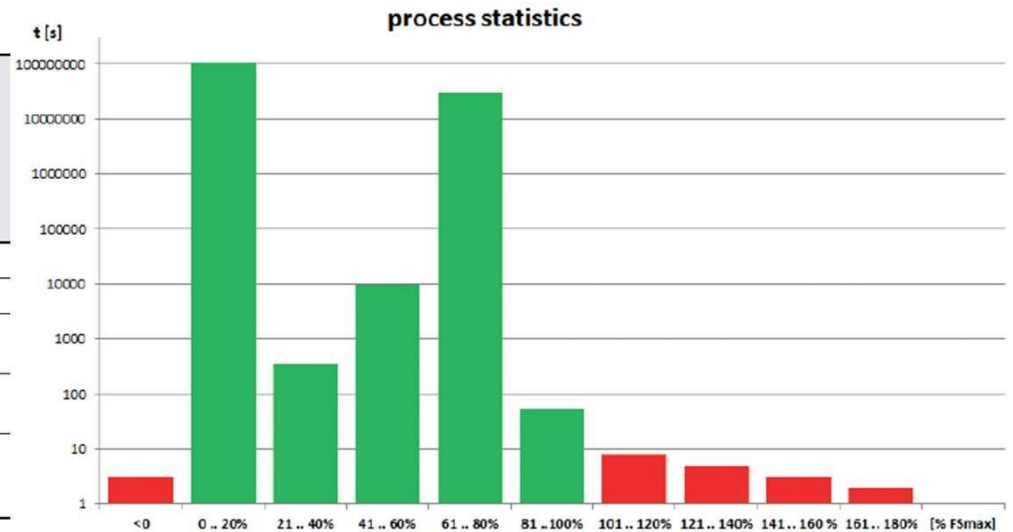


Pin	HPT 506
1	+U _B
2	n.c.
3	0 V
4	Signal

Älykäs paineen tai lämpötilan mittaus

PRODUCT VARIANT

Smart Product		
Family	HPT 1000S	ETS 4000S
Measured variable	Pressure	Temperature
Additional measured variable	Temperatur	-
Output signal	IO-Link CAN	IO-Link
Added value	Process data Condition data Smart data	



Ominaisuudet

- Dataloggaus
- Laitteen lämpötilan monitorointi
- Ylikuormituksen tunnistaminen
- Painepeikkien tunnistaminen
- Käyttötuntien laskenta
- Lämpötilaan perustuva käyttötuntien laskenta
- Paine- ja lämpötilaprofiilin tallennus
- Kaksisuuntainen kommunikaatio, IO-Link tai CAN

:

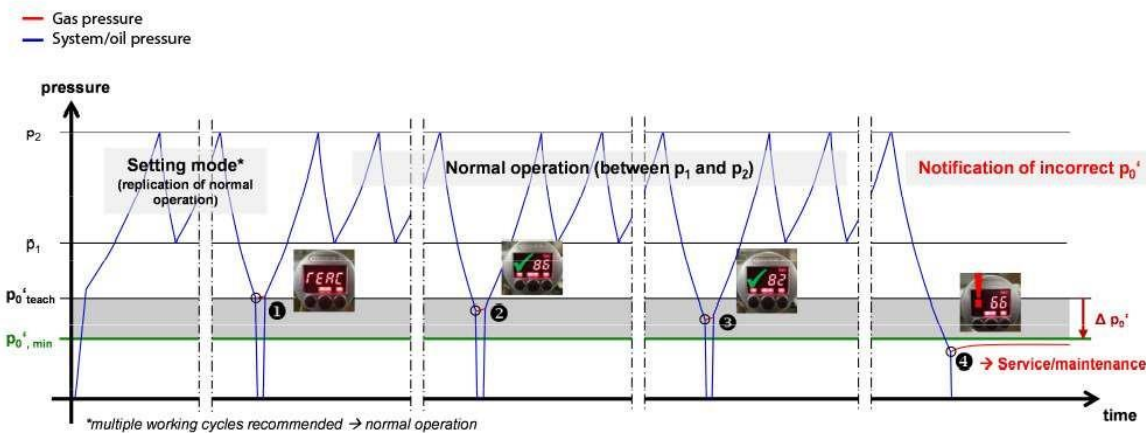
Akun esitäyttöpaineen valvonta (p0)

EDS 3400 p0 guard

- Akun esitäyttöpaineen mittaaminen
- Paine mitataan öljypuolelta akun tyhjentäessä
- Tunnistaa muutokset esitäyttöpaineessa p0
- Huoltovälien ennakoiva suunnittelu
- Itsenäinen mittaustietojen tulkinta
- Hälytys painepoikkeaman yhteydessä



- IO-link tai kytkintieto



Toimintoesimerkki p0-Guardista

- 1 p0ⁱ mittaus "moodin asettamisen jälkeen"
-> the p0-Guard opetetaan tälle arvolle = p0ⁱ teach
- 2 3 Järjestelmän sammutus

p0ⁱ mittaus -> p0ⁱ toleranssialueella □

Kunnonvalvonta-anturien signaalimuunnin

CSI-B-7

- 35mm DIN-kiskoasennus
- Tulo kahdelle SMART-anturille
- AS,HLB,CS,MCS
- Ethernet-lähtö
- HSI TCP/IP (Port 49322)
- Modbus TCP (Port 502)



Kunnonvalvonta-antureiden dataloggeri

EST-C41



- IP66
- Tulo kahdelle SMART-anturille
- AS,HLB,CS,MCS
- Ethernet-lähtö
- HSI TCP/IP (Port 49322)
- Modbus TCP (Port 502)
- Wi-Fi hotspot ja Flumos Mobile (Android), jolla voi tarkistaa ja ladata mittaukset paikallisesti • 64 MB
- (CS1000+HLB1400) 60 s näyteilillä
>1300 päivää
- Viimeksi lisättyjä toimintoja
- Web-serveri/FTP
- Optiona 4 analogiatuloa (8pin liittimessä)

Sisäinen muisti

CMU-1000

- Ohjelmoitava dataloggeri
- Helppokäyttöinen graafinen käyttöliittymä
- 256 MB flash-muisti
- 12-bittinen analogidigitaalimuunnin
- Rajapinnat
 - USB-host muistitikuilla
 - Ethernet (HSP protokolla)
 - USB-slave (HSP protokolla)
 - OPC
- DIN-kiskoasennus
 - 8 tulokanavaa HSI tai SMART -antureille
 - 8 tulokanavaa analogiasignaaleille
 - 4 tulokanavaa digitaalisignaaleille
 - 2 analogialähtöä
 - 4 relelähtöä vaihtokytkimillä



SMU-1200

- Kaksi varianttia
- MCS + AS/HLB •
- Paikallisnäyttö
- Datan loggaus
- USB-host
- IP67

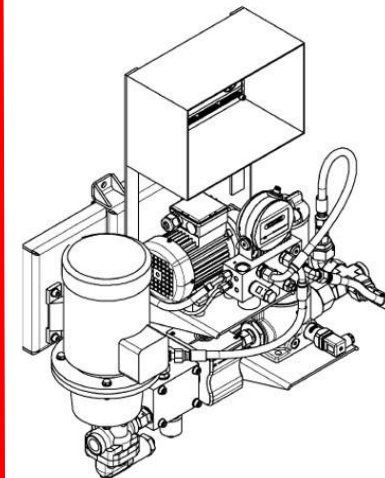
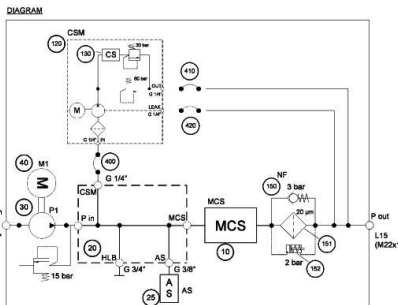
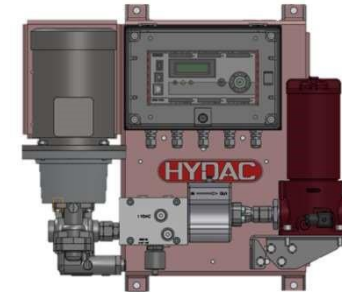
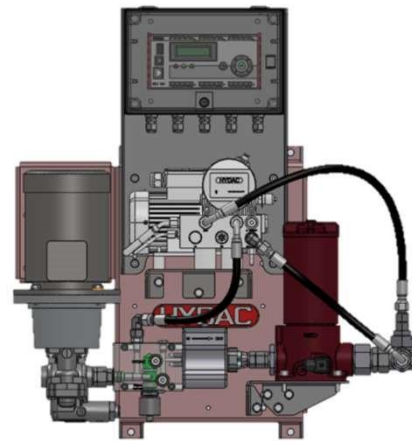
CS + AS/HLB



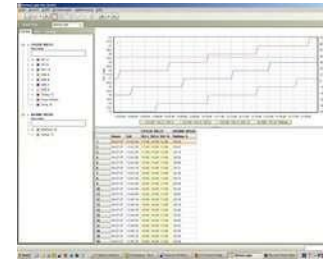
Hydac kunnonvalvontakonsepti

HLB1400 + MCS1300 + CMU1000 + pump +
filtration + CS1000

- Öljyn vanheneminen
- Suhteellinen kosteus
- Ferromagneettiset ja ei-ferromagneettiset partikkelit
- Virtauksensäätö
- Hiukkaslaskuri
- Matalapainesuodatus
- Dataloggaus
- 2x moottoripumppuyksikköä



FluMoS, FluMoT



FluMoS Light 3355176

(Freeware)

CD, Internet

- kolmen anturin yhdistäminen
- mittausdatan tallennus tiedostoihin
- yksinkertainen export, esim. Excelliin
- tallennettujen tiedostojen luku

FluMoS Professional 3371637

GP: 469 Euro (DG: 7500)

CD:llä tilauksesta (rekisteröinti)

- 16 anturiin yhdistäminen
- mittausdatan tallennus tiedostoihin
- yksinkertainen export, esim. Excelliin
- tallennettujen tiedostojen luku
- antureiden asetusten konfigurointi
- päivitykset uusimpaan versioon yli internetin
- tehtaan sähköpostituki

FluMoT 3355177

GP: 353,50 Euro (DG: 7500)

CD:llä tilauksesta (rekisteröinti)

- dlls (Windows-pohjaiset ohjelmat)
- OPC Serveri
- ohjelmointiesimerkkejä (LabVIEW, Delphi, VBA6(MS Excel)), myös muita
- dokumentaatio

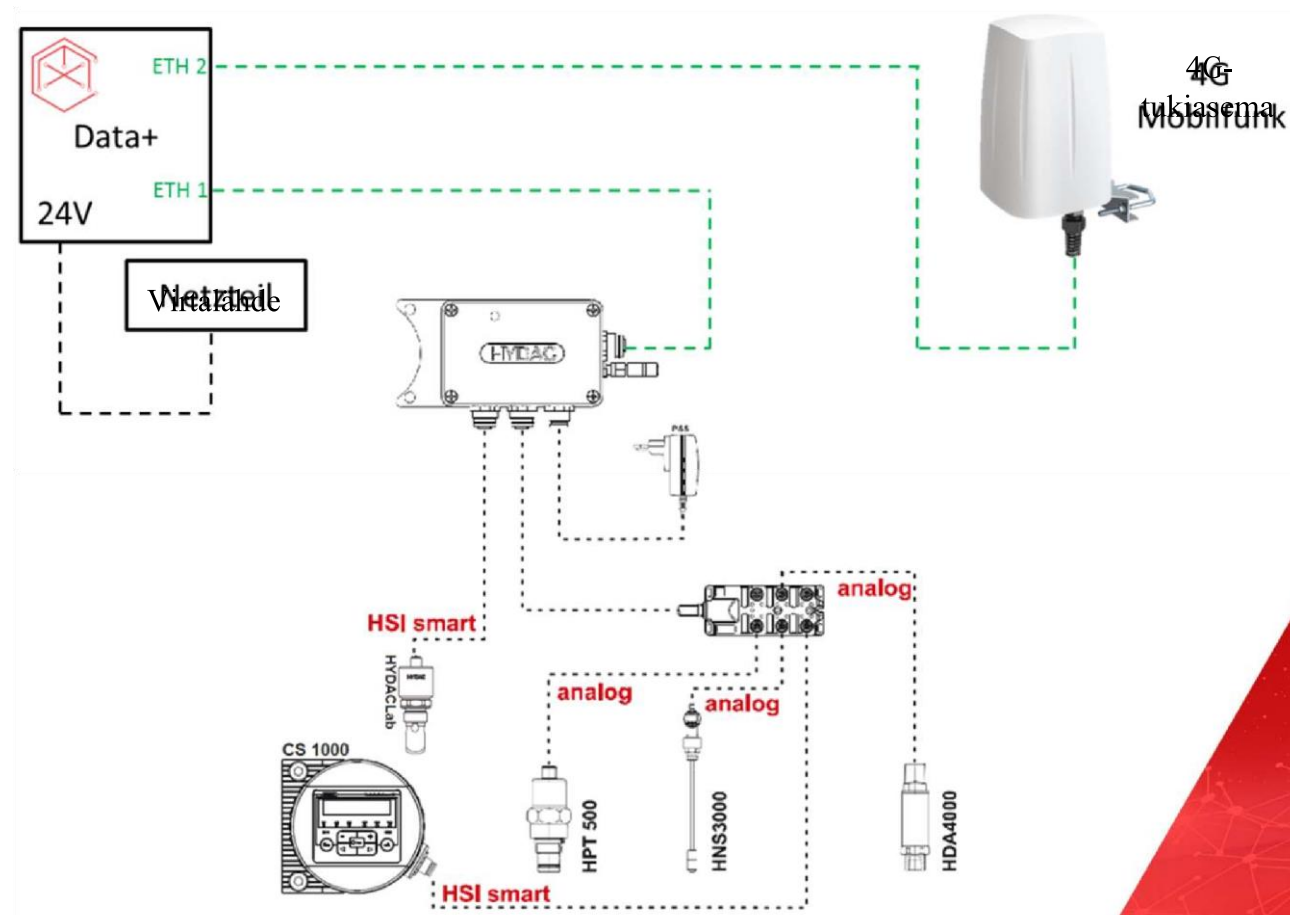
Hydac Filter Systemsin tarjoamat PC-työkalut

Asiakkaan oma järjestelmä

CMX 4G IIoT Starter-Kit V1

Kytkenävalmis paketti
kunnonvalvontaan:

- Kiinteät hiukkaset (ISOpuhtausluokka)
- Öljyn suhteellinen kosteus
- Öljyn dielektrisiteetin muutos
- Öljyn sähkönjohtavuuden muutos
- Paine-ero suodattimessa
- Lämpötila suodattimessa
- Säiliön pinta
- Käyttöpaine
- 4G-datayhteys tietojen siirtoon
- Suojausluokka IP67

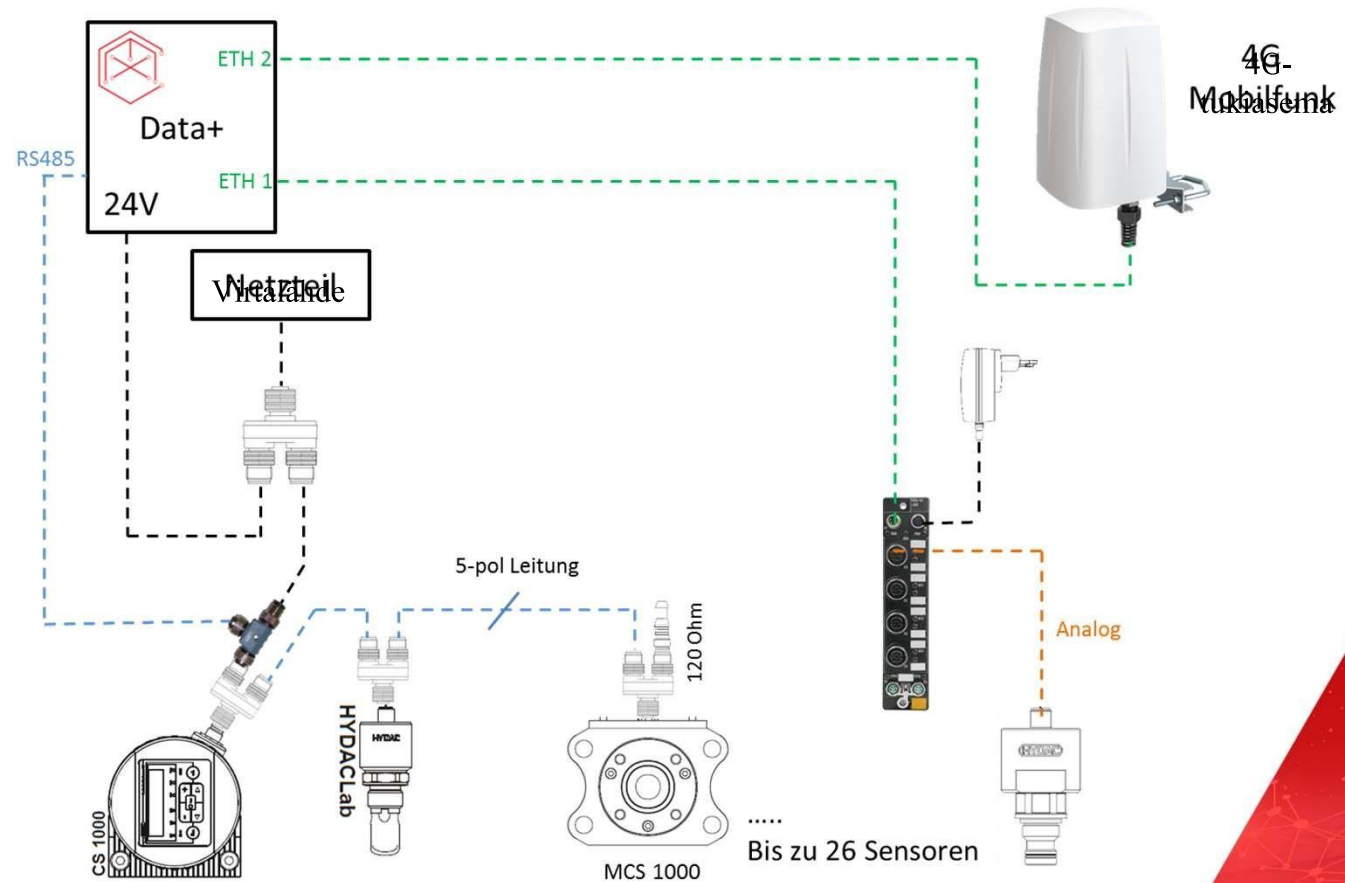


CMX 4G IIoT Starter-Kit V2

Kytkentävalmis paketti
kunnonvalvontaan:

- Kiinteät hiukkaset (ISOpuhtausluokka)
- Öljyn suhteellinen kosteus
- Öljyn dielektrisiteetin muutos
- Öljyn sähkönjohtavuuden muutos
- Paine-ero suodattimessa
- Lämpötila suodattimessa
- Säiliön pinta
- Käyttöpaine

- 4G-datayhteys tietojen siirtoon



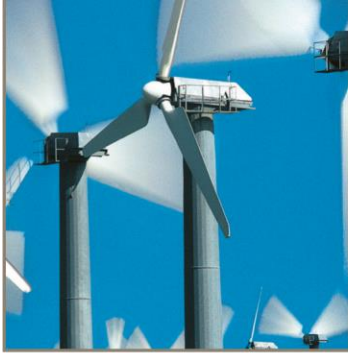
- Suojausluokka IP67



Kiitos!

HYDAC





aerospace
 climate control
 electromechanical
filtration
 fluid & gas handling
 hydraulics
 pneumatics
 process control
 sealing & shielding



icountPD

Online Particle Detector



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

icountPD



The icountPD from Parker represents the most up-to-date technology in solid particle detection.



3 Versions Available

Standard icountPD is designed for test stand, flushing skids, filter carts and other industrial applications.

icountPDR is designed for mobile equipment or any outside use other than hazardous environment.

icountPDZ is intended for applications that require a Zone II safety such as off-shore platforms or any other hazardous environment.

For Zone I applications the standard icountPD can be used within a NEMA7 enclosure.

The design dynamics, attention to detail, and small size of the permanently mounted, on-line particle detector brings a truly innovative product to all industry. The laser based, leading-edge technology is a cost effective market solution to fluid management and contamination control.



icountPDR

Features and benefits of the icountPD include:

- Independent monitoring of system contamination trends.
- Early warning LED or digital display indicators for Low, Medium and High contamination levels.
- Moisture % RH LED indicator (optional).
- Cost effective solution in prolonging fluid life and reducing machine downtime.
- Visual indicators with power and alarm output warnings.
- Continuous performance for dependable analysis.
- Hydraulic, phosphate ester & fuel fluid compatible construction.
- Self diagnostic software.
- Fully integrated PC/PLC integration technology such as: RS232 and 0-5 Volt, 4-20mA, and CANBUS J1939.

Typical Applications

Mobile Equipment

- Earth Moving Machinery
- Harvesting
- Forestry
- Agriculture

Power Generation

- Wind Turbines
- Gearboxes
- Lubrication Systems

Industrial Equipment

- Production Plants
- Fluid Transfers
- Pulp & Paper
- Refineries

Maintenance

- Test Rigs
- Flushing Stands



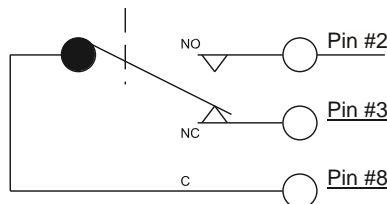
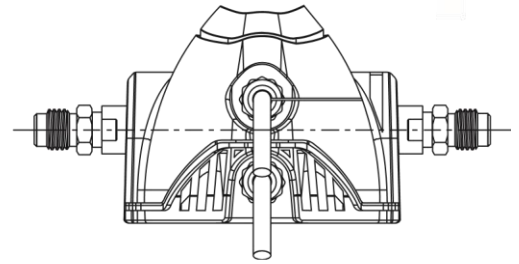
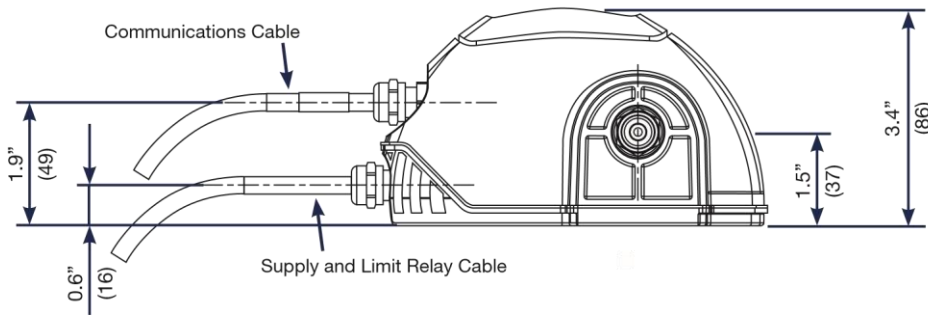
icountPD/icountPDR/icountPDZ

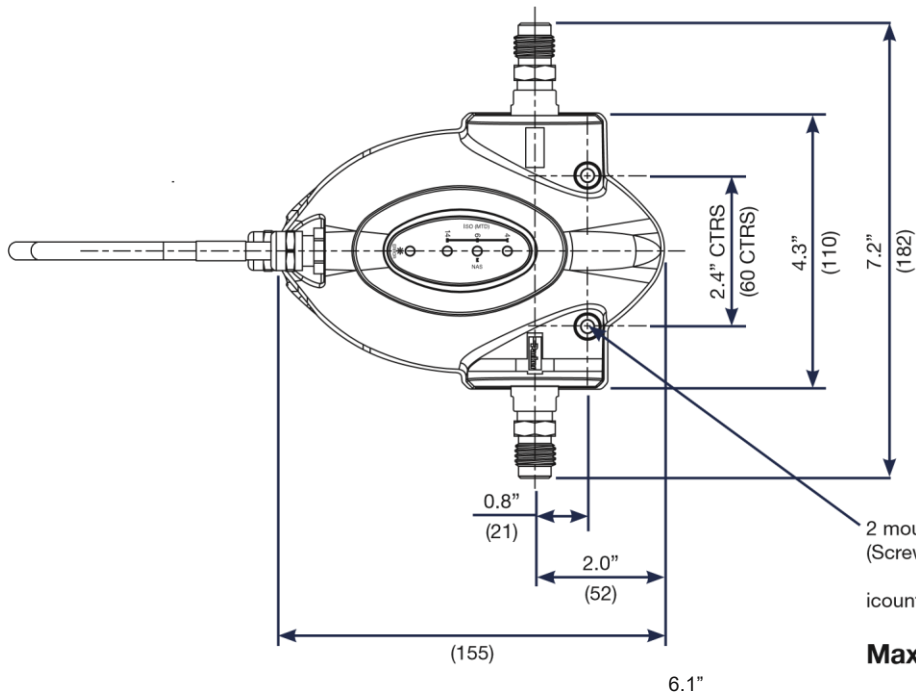
Diagnostic self check start-up time	5 seconds
Measurement period	5 to 180 seconds
Reporting interval through RS232	0 to 3600 seconds
Digital LED display update time	Every second
Limit relay output	Changes occur +/- 1 ISO code at set limit (Hysteresis ON) or customer set (Hysteresis OFF)
4-20mA output signal	Continuous
Principle of operation	Laser diode optical detection of actual particulates
Reporting codes	ISO 7 – 21, NAS 0 – 12, (AS 00 – 12 contact Parker) Icount will also report less than ISO 7, subject to the statistical uncertainty defined in ISO4406:1999, which is shown in the RS232, reporting results as appropriate e.g ">6"
Calibration	By recognized on-line methods, confirmed by the relevant International Standards Organization procedures
Calibration recommendation	12 months (24 months for icountPDZ)
Performance	+/- 1 ISO Code (dependant on stability of flow)
Reproducibility / Repeatability	Better than 1 ISO Code
Power requirement	Regulated 9 to 40Vdc
Maximum current draw	150mA
Hydraulic connection	icountPD: M16 x 2 hydraulic test points (5/8" BSF for aggressive version) icountPD Z2: Size: 066, Connection: EO 24 cone end
Flow range through the device	40 to 140 ml/min (optimum flow = 60ml/min)
Online flow range via System 20 Inline Sensors	Size 0 = 1.59 to 6.6 gpm - (optimum flow = 3.96 gpm) Size 1 = 6.34 to 26.4 gpm - (optimum flow = 18.5 gpm) Size 2 = 44.9 to 100 gpm - (optimum flow = 66 gpm)
Required differential pressure across Inline Sensors	5.8 psi (0.4 bar) minimum
Viscosity range	10 to 500 cSt, 1 to 500 cSt
Temperature (icountPD and icountPDR)	Operating environment: -4°F to +140°F (-20°C to +60°C) Storage: -40°F to +176°F (-40°C to +80°C) Operating fluid: +32°F to +185°F (0°C to +85°C)
Temperature (icountPDZ)	Operating environment: -22°F to +140°F (-30°C to +60°C) Storage: -40°F to +176°F (-40°C to +80°C) Operating fluid: +41°F to +176°F (+5°C to +80°C)
Working pressure	30 to 6,000 PSI (2 to 420 bar)
Moisture sensor calibration	±5% RH (over compensated temperature range of +10°C to +80°C)
Operating humidity range	5% RH to 100% RH
Moisture sensor stability	±0.2% RH typical at 50% RH in one year
Certification	IP66 rated (icountPD), IP69K (icountPDZ) EMC/RFI – EN61000-6-2:2001(icountPD, PDR), EN6100-6-2:2005 (icountPDZ) EN61000-6-3:2001(icountPD, PDR), EN61000-6-3:2007 (icountPDZ)

icountPD

Materials	Stainless Steel case construction (icountPDZ) Stainless Steel hydraulic block (icountPD and icountPDR) Fluorocarbon seals
Dimensions	icountPD: 7.2" x 6.1" x 3.4" (182mm x 155mm x 86mm) icountPDR: 4.52" x 7.01" x 4.53" (114.7mm x 178.8mm x 115mm) icountPDZ: 10.2" x 4.49" x 4.33" (260mm x 114mm x 110mm)
Weight	icountPD: 2.9 lbs. (1.3 kg), icountPDZ: 5.73 lbs. (2.6 kg)
Default Settings	See table on page 39

Dimensions / Installation Details





2 mounting locations to suit M5 socket head cap screw.
(Screw pack supplied with icountPD)

icountPD flange thickness = 0.4" (10mm)

Maximum Torque 5Nm

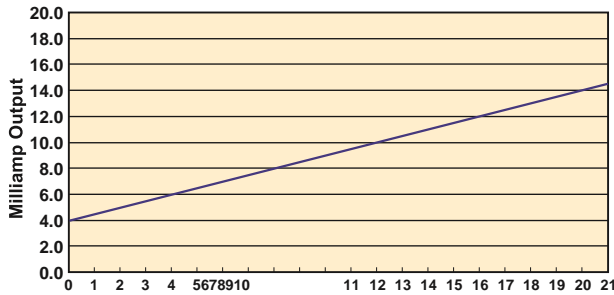
dimensions in inch (mm)

***Limit Relay Wiring Instructions**

NORMALLY OPEN
NORMALLY CLOSED
COMMON

icountPD

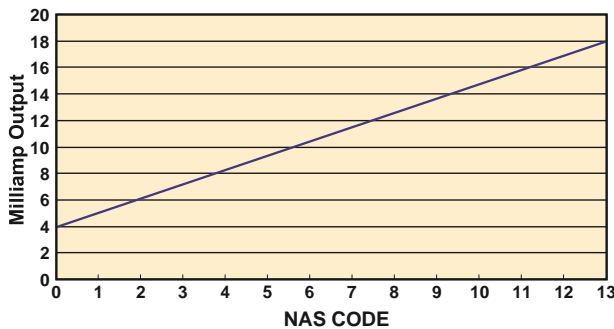
Variable mA Output Settings



The following table can be used to equate the analog output for channels A, B, and C independently.

Example: ISO code 12 is equal to 10mA.

ISO CODE



6	1
7	2
8	3
9	4
10	5
11	6
12	7
13	8
14	9
15	10
16	11
17	12
18	**
19	**
20	ERROR

mA
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
9.5
10.0
10.5
11.0
11.5
12.0
12.5
13.0
13.5
14.0
14.5
15.0
15.5
16.0
16.5
17.0
17.5
18.0
18.5
19.0
19.5
20.0

4-20mA output settings ISO

Setting

mA current = (ISO Code / 2)
 +4 eg. 10mA = (ISO 12 / 2) +4
 or ISO Code = (mA current - 4) * 2 eg. ISO 12 = (10mA - 4) * 2

NAS Setting

mA current = NAS Code +5
 eg. 15mA = NAS 10 +5 or
 NAS Code = mA current - 5
 eg. NAS 10 = 15mA - 5

Variable Voltage Output Settings

The variable voltage output option has the capability of two different voltage ranges: a 0-5Vdc range as standard, and a user-selectable 0-3Vdc range.

The full list of commands on how to change the voltage output is available from Parker. The following tables can be used to relate the analog output to an ISO or NAS code.

Table relating ISO codes to voltage output

mA	NAS
4	00
5	0

ISO	Err	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-5Vdc	<0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5

For example, in a 0-5Vdc range, ISO code 16 is equal to an output of 3.5Vdc. In a 0-3Vdc range, ISO code 8 is equal to an output of 1.0Vdc.

icountPD

0-3Vdc	<0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3
ISO	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Err	
0-5Vdc	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	>4.8	
0-3Vdc	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	>2.45	

Table relating NAS codes to voltage output

ISO	Err	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Err
0-5Vdc	<0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.5	>4.6
0-3Vdc	<0.2	N.S.	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	>2.8

Display Parameters (ISO 4406/NAS 1638)

Digital display indication

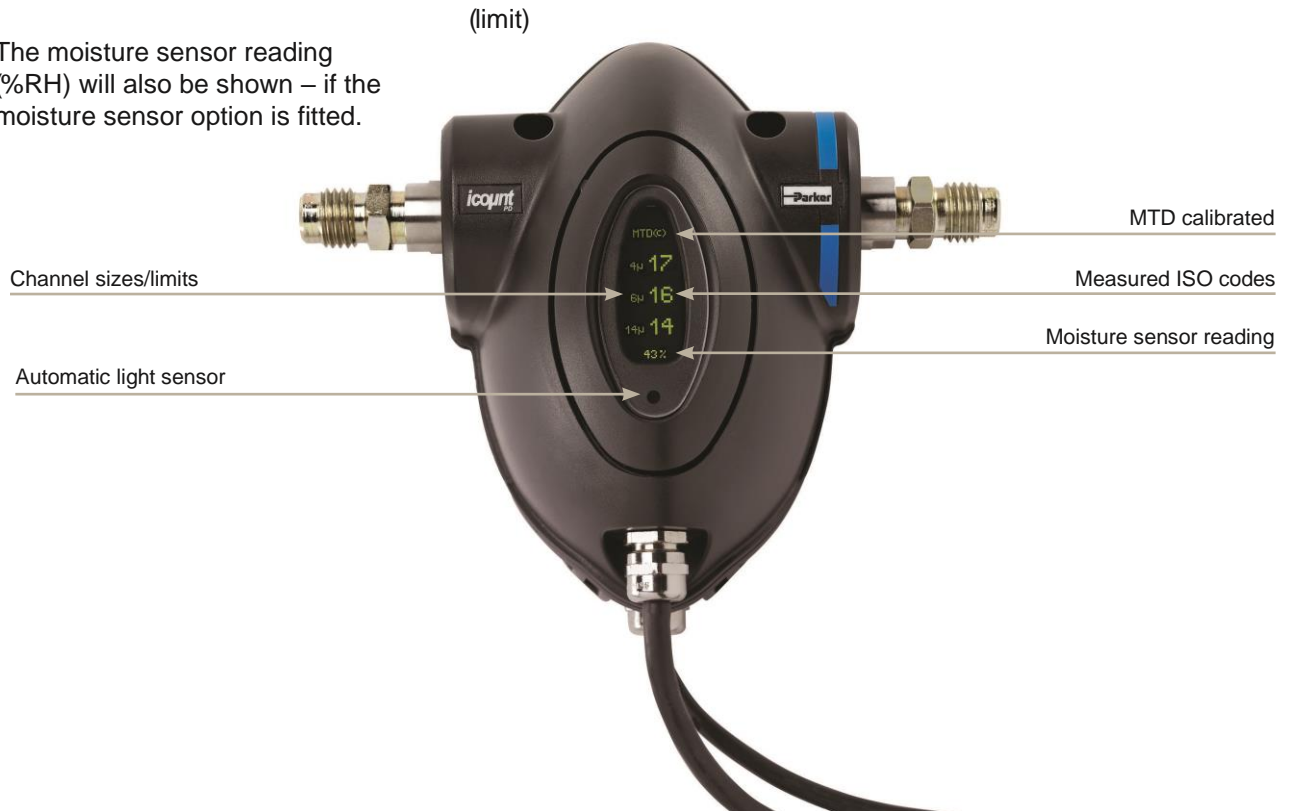
The digital display will show the digit(s) = code(s) that actual measured codes, the the set point (limit) channel (μ) size and the user definable limits. Visible display of the channel size and user definable limits will alternate.

The order of trigger for both of the codes and moisture sensor option is:

- The display for ISO4406 and NAS1638 are identical.
- Solid digit(s) = code(s) that are at or below the set point
- Flashing are above display is shown below.

icountPD

The moisture sensor reading (%RH) will also be shown – if the moisture sensor option is fitted.



LED display indication

The LED display uses 3 sets of LED for the indication of ISO 4406 and NAS1638 code figures. Individual code lights will trigger based on the customer settings.

The order of trigger will be:

- Solid green = one ISO code, or better, below the set point (limit)
- Blinking green = ISO code at the set point (limit)
- Solid red = one ISO code above the set point (limit)
- Blinking red = two ISO codes, or more, above the set point (limit)

passing through the icountPD sensing cell. The output is a linear scale, reporting within the range of 5% saturation to 100% saturation.

Moisture sensor output settings

moisture sensor reports on the saturation levels of the fluid
The moisture sensor is an option that can be included when specifying the icountPD. The

Saturation	4-20mA	0-3Vdc	0-5Vdc
5%	4.8	0.15	0.25
25%	8	0.75	1.25
50%	12	1.50	2.50
75%	16	2.25	3.75
100%	20	3.00	5.00

icountPD

Auxiliary Flow Device

This simple to use flow control device fits on the downstream (outlet) side of the icountPD and is fitted with a differential pressure valve that adjusts the system flow to a range inside the icountPD specifications.

The flow control device will operate correctly between 150 psi (10.3 bar) and 2900 psi (200 bar) and the return back to an open system of 0 psi (0 bar) (DP = 2900 psi, 200 bar).



P/N ACC6NN019

Optional Accessories					
Description	Part Number		IPD	IPDR	IPDZ
	Mineral/Fuel	Phosphate Esters			
1 Meter Hose Length	ACC6NN001	ACC6NN002	X		
2 Meter Hose Length	ACC6NN003	ACC6NN004	X		
5 Meter Hose Length	ACC6NN005	ACC6NN006	X		
1/4" BSP Test point	ACC6NN007	ACC6NN008	X		
1/8" BSP Test point	ACC6NN009	ACC6NN010	X		
1/8" NPT Test point	ACC6NN011	ACC6NN012	X		
Single Point Sampler	SPS2021	SPS2061	X	X	X
US Power Supply	ACC6NE010		X	X	X
European Power Supply	ACC6NN013		X	X	X
5 meter, M12, 8-pin plug and socket cable kit*	ACC6NN014	ACC6NN015	X		
Deutsch 12-pin connector kit	ACC6NN016		X	X	
RS232 to USB converter	ACC6NN017		X	X	X
12" long M12 8-way RS232 & power cable kit	ACC6NN018		X		X
External Flow Device	ACC6NN019		X	X	X

icountPD

M12, 12 way cable	ACC6NN024		X	
-------------------	-----------	--	---	--

* Cable Kit consists of two 5 meter cables to enable all output options (Communications cable and Relay/Power Supply cable).

icountPDZ

ATEX Approved Online Particle Detector



For use in explosive and hazardous areas

The icountPD Particle Detector from Parker represents the most up to date technology in solid particle contamination analysis. This compact, permanently mounted laser-based ATEX approved particle detector module is designed for use in Zone II areas and is housed in a robust Stainless Steel IP69K approved enclosure that provides a cost effective solution to fluid management and contamination control.



Product Features:

- Independent monitoring of system contamination trends.
- Assembled in an approved and certified Stainless Steel enclosure to comply with ATEX Self diagnostic software.
- Can be used in explosive and hazardous areas.
- ATEX Zone II.
- Certified to CE Ex II 3GD, Ex nA
- Warning limit relay outputs for low, medium and high contamination levels.
- Continuous performance for enclosure prolonged analysis. Directive 94/9/EC.
- Full PC/PLC integration technology such as:- RS232
- CAN(J1939) (Contact Parker for IIC T4 Gc, Ex tc IIIC Dc SIRA other options).

09ATEX4340X and IECEx SIR
09.0137X (-30°C<Ta<+60°C).

• Set up and Data logging
support software included.

- Moisture & %RH indicator (optional).

icountPD

Ordering Information

BOX 1	BOX 2	BOX 3	BOX 4	BOX 5	BOX 6	BOX 7	BOX 8
IPD	1	2	2	2	2	1	30

BOX 1: Basic Assembly	
Symbol	Description
IPD	Standard Particle Detect
IPDR	Particle Detector - Robu
IPDZ	Particle Detector - Hazar

BOX 5: Limit Relay	
Symbol	Description
1	No (iPDR only)
2	Yes

BOX 2: Fluid Type ^{1, 2}	
Symbol	Description
1	Mineral Oil
2	Phosphate Ester (iPD, iPDR)
3	Aviation Fuel (4 channel)

BOX 6: Communication ^{3, 4}	
Symbol	Pressure Setting
2	RS232 / 4-20mA
3	RS232 / 0-5V (iPD, iPDR only)
5	RS232 / CAN-bus (J1939)

BOX 3: Calibration	
Symbol	Description
2	MTD

BOX 7: Moisture	
Symbol	Description
1	
No 2	
Yes	

BOX 4: Display	
Symbol	Description
1	None (iPDR, iPDZ only)
2	LED (iPD only)
3	Digital (iPD only)

BOX 8: Cable Connector ⁵	
Symbol	Description
10	Deutsch DT Series (iPD, iPDR only)
30	M12, 8-pin plug connector (iPD, iPDZ only)
40	M12, 12-pin plug connector (iPDR only)

Notes:

Standard Default Settings for all icountPDs	
Comms echo	OFF
Verbose errors	OFF
STI Senors used	OFF
Reporting standards	ISO
Particle limits	19/18/15
Measurement period	60 seconds
Reporting interval	30 seconds
Power-on mode	AUTO
Auto start delay	5 seconds
Date Format	dd/mm/yy
Default if Options Fitted	
Relay hysteresis	ON
Relay operation for particle limits	ON
Relay operation for moisture sensor limits	ON
Digital display orientation	0 degrees
Digital display brightness level	3-mid
0-5V/0-3V output voltage range	0-5V
Moisture sensor limit	70%

1. When "3" is selected in Box 2, "1" must be selected in Box 7.
2. Aviation Fuel option can also be used for diesel fluids.
3. For iPD and iPDR units, when "5" is selected in Box 6, "10" must be selected in Box 8.
4. When "3" is selected in Box 2, "3" cannot be selected in Box 4.
5. Contact Parker for additional communication options (RS485, GPRS, LAN, WiFi, Sat, etc.)
6. The required connecting cables are available as a kit. The kit consists of two 5 meter cables (Communications cable and Relay/Power Supply cable) to enable all output options. See Accessory table on page 37 for applicable part number.

Proportional spool valve with integrated electronics and spool position control with LVDT NG6

ISO 4401-03

Flange construction

- ◆ direct operated

- ◆ $Q_{\max} = 50 \text{ l/min}$

- ◆
max



DESCRIPTION

Direct operated proportional spool valve with 4 connections in 5-chamber system. With the integrated spool position sensor (LVDT), the actual position of the spool is continuously recorded and made to follow the transmitted command value. By means of this internal position control, a minimum hysteresis and excellent dynamic characteristics are assured. The Plug & Play valves are factory set and adjusted and have therefore a high valve-to-valve reproducibility. With protection class IP67 for the electronics, these valves are suitable for harsh environmental conditions. Proportional to the electronically transmitted command value, the spool stroke, the spool opening and the valve volume flow increase. The control takes place via an analogue interface or a fieldbus interface (CANopen, J1939 or Profibus DP). The parameterisation takes place by means of the free of cost parameterisation and diagnostics software «PASO» or via fieldbus interface. The USB parameterisation interface is accessible through a screw plug. «PASO» is a Windows program in the flow diagram style which enables the intuitive setting and storing of all variable parameters. The data remain saved in case of a power failure and can also be reproduced and transferred to other DSVs. As an option, these valves are available with integrated controller. As feedback value generators sensors with voltage or current output can be connected directly. The available controller structures are optimised for applications with hydraulic actuations.

APPLICATION

Proportional spool valves are perfectly suitable for demanding tasks due to the high resolution, large volume flow and low hysteresis. They are used where good valve-to-valve reproducibility, easy installation, comfortable operation and high precision are very important. The integrated controller relieves the machine control and operates the axis (position, angle, pressure, etc.) in a closed control loop. The applications are in the industry as well as in the mobile hydraulics for the smooth control of hydraulic actuators. Some examples: control of the rotor blades of wind generators, forestry and earth moving machines, machine tools and paper production machines, simple position controls, robotics and fan control.

SYMBOL

Symmetrical control

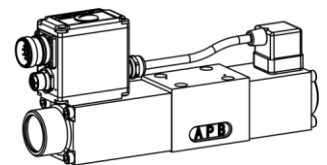
ACB-S

- ◆ $Q_{N \max} = 40 \text{ l/min}^P$

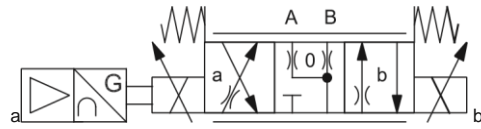
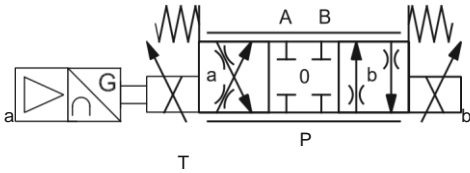
= 350 bar

Meter-in control

ADB-V



Liite 13. 2(8)



ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Protection class	IP67 with suitable mating connector and closed housing cover
Ramps	Adjustable
Parameterisation	Via fieldbus or USB
Supply voltage	24 VDC

Note! Exact electrical specifications and detailed description of «DSV» electronics can be found on data sheet 1.13-76.



ACTUATION

Actuation	Proportional solenoid, wet pin push type, pressure tight
Connection	Via device receptacle

TYPE CODE

W D R F A06 - - - 24 - #

Spool valve

Direct operated

Proportional, spool position control

Flange construction

International standard interface ISO, NG6

Designation of symbols acc. to table

Nominal volume flow rate Q _v	5 l/min	<input type="text" value="5"/>	32 l/min	<input type="text" value="32"/>	(only ADB-V)
	10 l/min	<input type="text" value="10"/>	40 l/min	<input type="text" value="40"/>	
	16 l/min	<input type="text" value="16"/>			

Nominal voltage U 24 VDC

Hardware configuration

Analog command value signal	12 pole	<input type="text" value="A2"/>	7 pole	<input type="text" value="D2"/>	(-10 ... 10 V preset)
Analog command value signal	12 pole	<input type="text" value="A4"/>	7 pole	<input type="text" value="D4"/>	(4 ... 20 mA preset)
CANopen according to DSP-408		<input type="text" value="C1"/>			
Profibus DP according to Fluid Power Technology		<input type="text" value="P1"/>			
CAN J1939 (on request)		<input type="text" value="J1"/>			

Function

Amplifier	<input type="text"/>
Controller with current feedback value signal (0 ... 20 mA / 4 ... 20 mA)	<input type="text" value="R1"/>
Controller with voltage feedback value signal (0 ... 10 V)	<input type="text" value="R2"/>

Sealing material

NBR	<input type="text"/>
FKM (Viton)	<input type="text" value="D1"/>

Design index (subject to change)

1.10-82


GENERAL SPECIFICATIONS


Designation	Proportional spool valve
Construction	Direct operated
Mounting	Flange construction
Nominal size	NG6 according to ISO 4401-03
Actuation	Proportional solenoid
Ambient temperature	-20...+65 °C The upper temperature limit is a guideline for typical applications, in individual cases it may also be higher or lower. The electronics of the valve limit the power in case of a too high electronics temperature. More detailed information can be obtained from the operating instructions „DSV“.
Weight	3,3 kg

HYDRAULIC SPECIFICATIONS

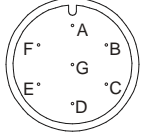
Working pressure	$p_{max} = 350 \text{ bar}$
Tank pressure	$p_{Tmax} = 160 \text{ bar}$
Maximum volume flow	$Q_{max} = 50 \text{ l/min}$, see characteristics
Nominal volume flow	$Q_N = 5, 10, 16, 32, 40 \text{ (ADB-V) l/min}$
Leakage oil	On request
Hysteresis	< 0,4 %
Repeatability	< 0,4 %
Fluid	Mineral oil, other fluid on request
Viscosity range	12 mm ² /s...320 mm ² /s
Temperature range fluid	-20...+70 °C
Contamination efficiency	Class 18 / 16 / 13
Filtration	Required filtration grade $\beta_{10...16} \geq 75$, see data sheet 1.0-50
Step response	Typical 25 ms from 10 to 90 %
Frequency response	See characteristics


ELECTRICAL CONNECTION


X1	Analog interface (Main)
Device receptacle	M23, 12 pole male
	<p>1 = Supply voltage + 2 = Supply voltage 0 VDC 3 = Stabilised output voltage 4 = Command value signal voltage + 5 = Command value signal voltage 6 = Command value signal current + 7 = Command value signal current 8 = Reserved for extensions 9 = Reserved for extensions 10 = Enable signal (Digital input) 11 = Error signal (Digital output)</p> <p>Factory setting: voltage (4/5) voltage (PIN 4/5) resp. current (PIN 6/7) parameterisation and diagnostics software</p>


X1	Fieldbus interface (Main)
Device receptacle	M12, 4 pole male
	<p>1 = Supply voltage + 2 = Reserved for extensions 3 = Supply voltage 0 VDC 4 = Chassis</p>

X2	Parameterisation interface
USB, Mini B	Under the screw plug of the housing cover Factory set

X1	Analog interface (Main) Connector DIN EN 175201 - 804
Device receptacle	7 pole male
	<p>A = Supply voltage + B = Supply voltage 0 VDC C = Analog output - D = Command value signal + E = Command value signal - F = Analog output + G = Chassis</p> <p>Current (D4) or voltage (D2) to specify when placing the order</p>

X3	Profibus interface according to IEC 947-5-2
Device receptacle	M12, 5 pole male B-coded
	<p>1 = VP 2 = Rx/D / Tx/D - N 3 = DGND 4 = Rx/D / Tx/D - P 5 = Shield</p>

X3	CANopen interface according to DRP 303-1
Device receptacle	M12, 5 pole male
	<p>1 = Not connected 2 = Not connected 3 = CAN Gnd 4 = CAN High 5 = CAN Low</p>

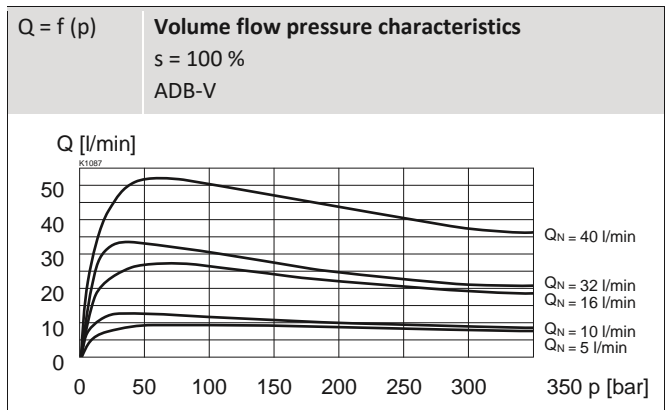
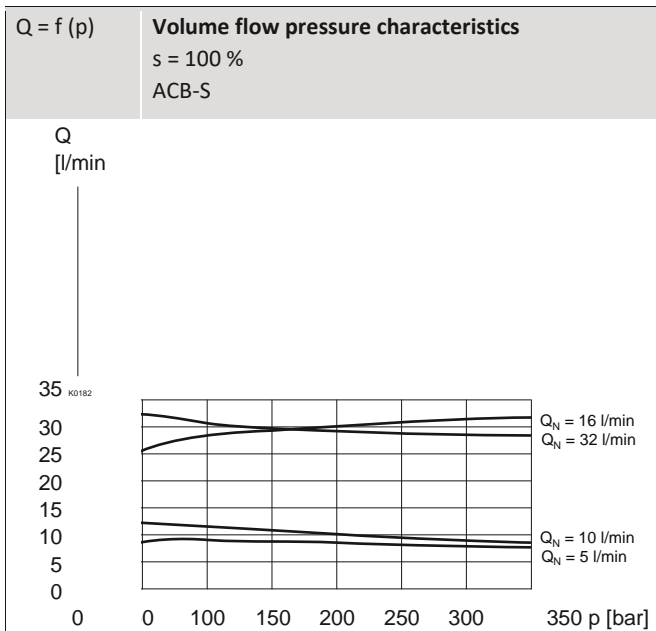
X4 (controller only)	Feedback value interface (sensor)
Device receptacle	M12, 5 pole female
	<p>1 = Supply voltage (output) + 2 = Feedback value signal + 3 = Supply voltage 0 VDC 4 = Not connected 5 = Stabilised output voltage</p> <p>Current (R1) or voltage (R2) to specify when placing the order</p>

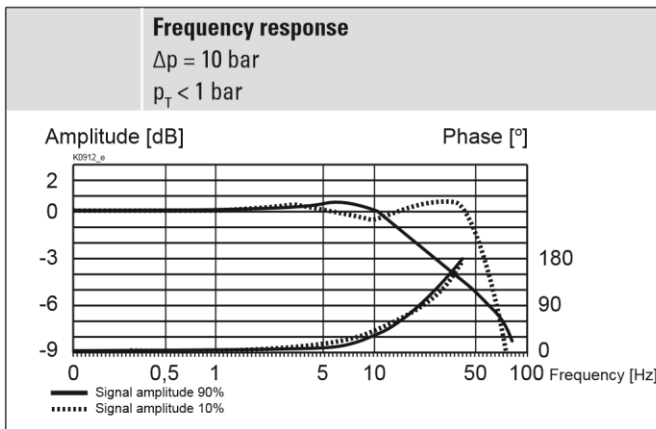
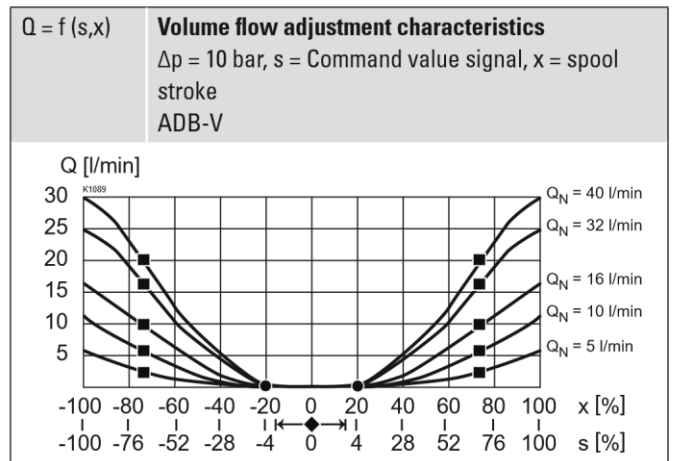
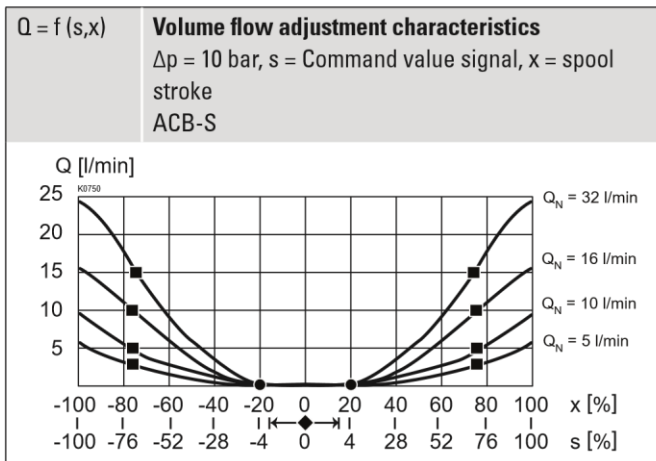
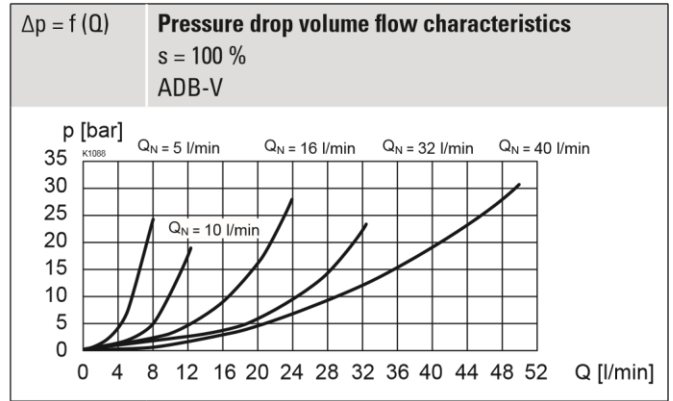
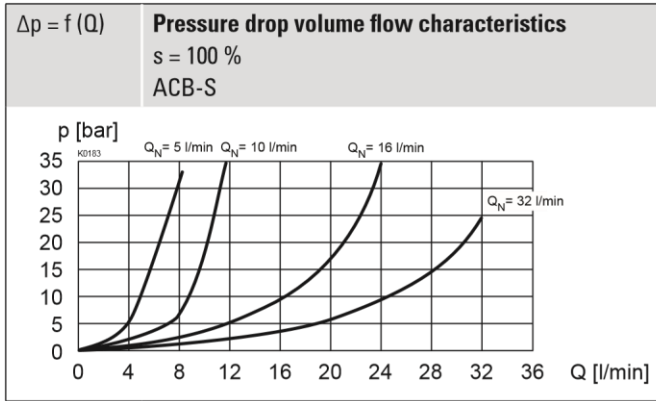
Note! The mating connector is not included in the delivery



PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Oil viscosity $\nu = 30 \text{ mm}^2/\text{s}$





All values were measured over two control edges. The connections A and B were short-circuited.

FACTORY SETTINGS

Dither set for optimum hysteresis

- ◆ = Deadband: Both solenoids switched off at command value signal -2%... 2%
- = Opening pressure at command value signal + / - 4%
- = Flow at $\Delta p = 10$ bar over two control edges + / - 70% command value signal

Type: ACB-S

Dither set for optimum hysteresis

- ◆ = Deadband: Both solenoids switched off at command value signal -2%... 2%
- = Opening pressure at command value signal + / - 4%
- = Flow at $\Delta p = 10$ bar over two control edges + / - 70% command value signal

Type: ADB-V

Table 12.6 (8)

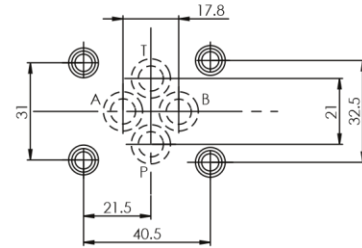
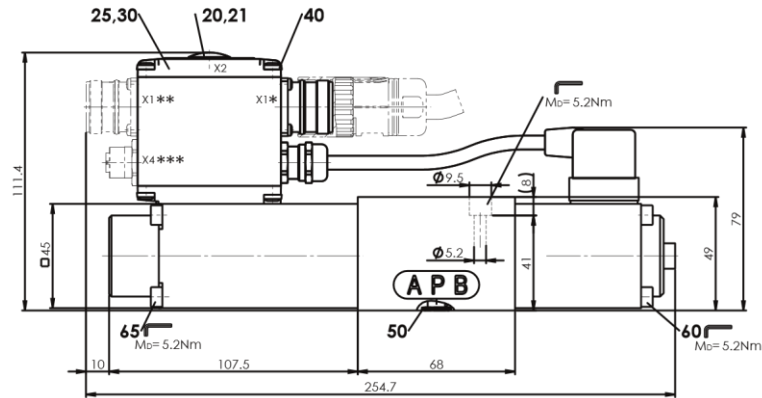
15,0 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	32 l/min
9,4 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	16 l/min
4,4 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	10 l/min
2,7 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	5 l/min

20,5 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	40 l/min
16,5 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	32 l/min
10,5 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	16 l/min
5,5 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	10 l/min
3,0 l/min	at nominal volume flow rate Q_N	5 l/min

DIMENSIONS

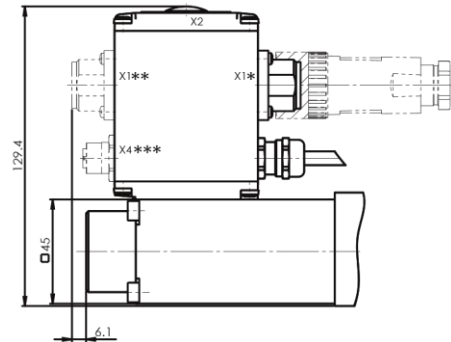
With analog interface, 12 pole connector

Amplifier and controller

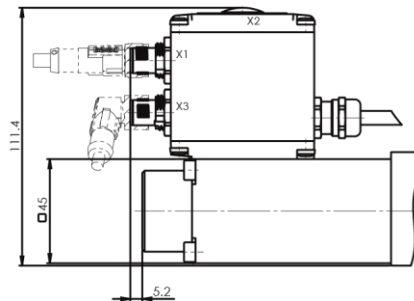


- * For amplifier
- ** For controller
- *** Only controller

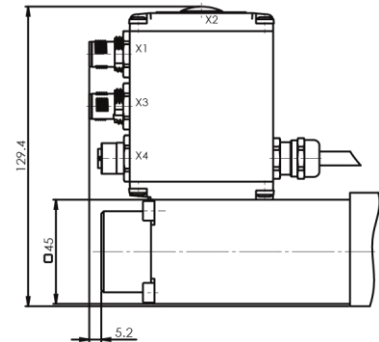
With analog interface, 7 pole connector
Amplifier and controller



With fieldbus interface
Amplifier



With fieldbus interface
Controller



PARTS LIST

Position	Article	Description
20	223.1317	Dummy plug M16 x 1,5
21	160.6131	O-ring ID 13,00 x 1,5 (FKM)
25	062.0102	Cover
30	072.0021	Gasket 33,2 x 59,9 x 2
40	208.0100	Socket head screw M4 x 10
50	160.2093 160.6092	O-ring ID 9,25 x 1,78 (NBR) O-ring ID 9,25 x 1,78 (FKM)
60	246.2160	Socket head screw M5 x 60 DIN 912
65	246.2190	Socket head screw M5 x 90 DIN 912

INSTALLATION NOTES

Mounting type	Flange mounting 4 fixing holes for socket head screws M5 x 50
Mounting position	Any, preferably horizontal
Tightening torque	Fixing screws $M_b = 5,2 \text{ Nm}$ (screw quality 8.8, zinc coated)



The length of the fixing screw depends on the base material of the connection element.

SURFACE TREATMENT

- ◆ The valve body is painted with a two component paint
- ◆ The solenoids are zinc nickel coated
- ◆ The electronics housing / chassis is made of aluminium

COMMISSIONING

For DSV amplifiers as a rule no parameter adjustments by the customer are required. The plugs have to be connected in accordance with the chapter «Electrical connection».

Controllers are supplied configured as amplifiers. The adjustment of the mode of control and of the controller are carried out by the customer by means of the software adjustment (USB interface, Mini B).

Further information can be found on: «www.wandfluh.com». Free-of charge download of the «PASO» software and the operation instructions for «DSV» hydraulic valves as well as the operation

ACCESSORIES

Parameterisation software	See start-up
Parameterisation cable for interface USB (from plug type A on Mini B, 3 m)	Article no. 219.2896

instructions CANopen Protocol resp. Profibus DP Protocol, with Device Profile DSP-408 for «DSV».

Note!



The mating connectors and the parameterisation cable are not part of the delivery. Refer to chapter «Accessories».

Mating connector (plug female) for analog interface

straight, soldering contact M23, 12 pole	Article no. 219.2330
angled, soldering contact M23, 12 pole	Article no. 219.2331
straight, soldering contact, 7 pole	Article no. 219.2335

Threaded subplates	Data sheet 2.9-30
Multi-station subplates	Data sheet 2.9-60
Horizontal mounting blocks	Data sheet 2.9-100
Technical explanations	Data sheet 1.0-100
Hydraulic fluids	Data sheet 1.0-50
Filtration	Data sheet 1.0-50
Relative duty factor	Data sheet 1.1-430

Note!



Auxiliary conditions for the cable:

- External diameter 12 pol: 3,5...14,7 mm
- External diameter 7 pol: 8...10 mm

Wire cross section max. 1 mm²

– Recommended wire cross section:

- 0...25 m = 0,75 mm² (AWG18)
- 25...50 m = 1 mm² (AWG17)

MANUAL OVERRIDE None SEALING

MATERIAL

NBR or FKM (Viton) as standard, choice in the type code

STANDARDS

CANopen	DRP 303-1
Profibus DP	IEC 947-5-2
Mounting interface	ISO 4401-03
Protection class	EN 60 529
Contamination efficiency	ISO 4406

Wandfluh AG Postfach CH-3714 Frutigen
Tel. +41 33 672 72 72 Fax +41 33 672 72 12 sales@wandfluh.com