



UNIVERSAL SHAFTS

**INSTALLATION, LUBRICATION,
USE AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS**



EDIZIONE 2009

UNIVERSAL SHAFTS

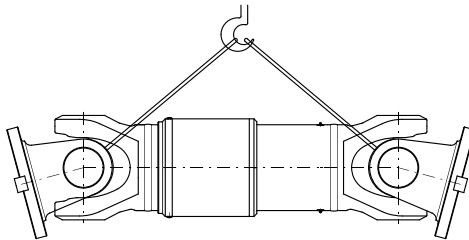
INSTALLATION, LUBRICATION, USE AND MAINTENANCE

A - STATUS AT DELIVERY

- A.1 MAINA universal shafts series "A"- "B"- "C"- "E"- "H" are usually supplied assembled, balanced (if necessary) and, unless otherwise requested, painted (primer + final color) according to MAINA specification PFB 1104.
- A.2 A proper surface protection coat normally ensures protection against corrosion on yokes and companion flanges. Any different anticorrosion treatment shall be requested in the order.
Bearings and length compensator are pre-lubricated.

B - SUGGESTIONS FOR HANDLING AND STORAGE

- B.1 Lift horizontally, using suitable nylon ropes.
If you need to handle vertically, secure the universal shaft before lifting it, so to prevent the splined parts from separating.



- B.2 Transport and store in horizontal position. Select the lifting equipment according to the weights shown in our drawings or in our catalogue.
- B.3 Do not hang or transport in vertical position. Vertical transport requires a special protection preventing the telescopic unit from slipping out.
- B.4 Packings must be adequate to avoid any impact to the universal shaft and must protect it from any environmental event, from humidity and condensation.
- B.5 Preferably store on suitable wooden frames. Avoid any kind of impact when handling and storing. Shocks and impacts, during transport and storage, could damage bearings, splined parts and their protections.
- B.6 For long term storage, protect machined parts against corrosion.
- B.7 On request, MAINA can provide 2 types of antioxidant protection as follows:
 - a) indoor storage, short period (1 month max) with an oil based, transparent, amber film, which you don't need to remove before installation;
 - b) indoor storage, medium period or sea transport (3 months max) with a dry, wax based, transparent film, which must be removed with a solvent, before installation.
 For longer time storage, it is necessary to check the surface conditions and eventually apply a new protection film.
- B.8 For long time storage (exceeding three months), relubricate bearings and length compensator, before installation.

C - SAFETY STANDARDS

- C.1 Universal shafts in operation may be dangerous units, so the user must provide for adequate protection devices complying with the work safety measures in force in the country of installation.
- C.2 The operations of handling, installation, lubrication and maintenance must be carried out by qualified personnel only.
- C.3 While performing the operations of handling, installation, lubrication and maintenance, wear garments which cannot get entangled with the mechanical components, and employ appropriate individual protection devices.
- C.4 While performing the operations of handling and lifting, keep at a safe distance from the universal shaft.
- C.5 When using toxic chemical substances to clean the universal shafts, provide for adequate protection to personnel and environment.
- C.6 Make sure the machines connected by the universal shaft are off and cannot restart throughout the different operations.
- C.7 Never exceed, in operation, the load data defined in the order (torque, speed, working angles, etc.)

D - ASSEMBLY

- D.1 Unpack the universal shaft and check its state of preservation.
- D.2 Before assembling, thoroughly clean any machined surface on yokes and companion flanges, so to assure a perfect contact as well as an optimal torque transmission.
- D.3 Do not remove the balance weights.
- D.4 Do not remove the telescopic splined components, to avoid confusing them with others, so generating misalignment, inconstant velocity and unbalance of the unit.
- D.5 The inner universal shaft yokes must be aligned. Check the arrow markings.
- D.6 In the companion flanges, the coaxial tolerance of centering and the perpendicular position must be included within a restricted range.
- D.7 Uniformly heat the companion flanges at $100 \div 150$ °C for the key fitting and at $300 \div 350$ °C for the shrink fitting, before assembling them onto the shafts. Wait for their complete cooling before assembling the universal flanges. Ask for MAINA specification PFB 1202 (in case of shrink fitting) and for PFB 1100 (in case of key fitting).
- D.8 The companion flanges must keep firmly fixed and centered onto the shaft.
Check the absence of:
 - backlash between bore and shaft,
 - axial end float, possibility of movement
 - clearance on key or spline flanks.
- D.9 Check that the distance between shaft ends comply with MAINA drawings.
REMARK:
Whenever installing fixed length universal shafts, one of the units must be free to move in order to compensate for slight length variation resulting from manufacturing tolerances or temperature changes.
- D.10 Before fitting the flanges, accurately clean their surfaces. They must be free from grease, coat or rust.
- D.11 Complete bolting sets for companion flange connection are available on request; MAINA normally provide:
 - hexagon or cylindrical headed bolts (in accordance to DIN 931 - 12.9 or 10.9)

- self-locking nuts (according to DIN 980 - 10 or 8). Tighten the bolts by a dynamometrical wrench or another similar device, according to the torque table 1 or to our drawings. The self-locking nuts, after a certain number of operations (about 6 screwings and unscrewings), lose their features and must be replaced.

Normally the bolts are inserted from the companion flange side, by fitting the tightening nuts on the universal shaft flange. In special cases, you can screw the bolts from the joint side or you can use stud bolts.

REMARK:

Do not lubricate screws and nuts with lubricants containing MoS₂.

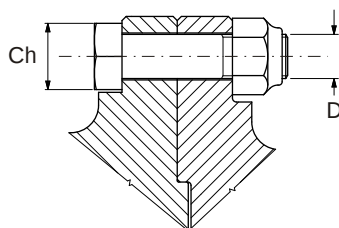


Table 1

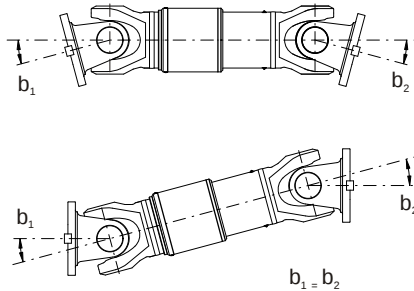
D [mm]	M16	M16	M18	M20	M22	M22	M24	M27	M30	M30	M33	M36
Ch [mm]	24	24	27	30	32	32	36	41	46	46	50	55
Ma [Nm]	287	287	396	560	745	745	967	1415	1920	1920	2600	3330

- D.12 The bearings and the telescopic unit are pre-lubricated at our shop and do not need being greased before installation, if their storage is short-term.
- D.13 If the start-up takes place 3 months after the assembly, check the preservation state of the universal shaft and relubricate
- D.14 Once everything is ready for the start-up and after verifying everything is properly assembled, tightened and lubricated, you can turn the machine on. We suggest a slow start-up, while checking that no interference is generated in rotation, and that everything is ok. In case the universal shafts are directly connected to the electric motor shafts, carefully check the insulation from eddy currents generated by the remarkable electrostatic fields created by the motor magnetism.

E - OPERATION CHECKS

- E.1 The universal shafts series "A" - "B" - "C" - "E" - "H" must operate within the limits indicated in the catalogue, in the drawings or in any other document.
- E.2 The universal shaft rated design torque M_k must always be higher than the maximum operating torque. This means that you need to verify to have proper service factor SF and life factor KL, and that the maximum torque transmitted in the acceleration or deceleration transient period is lower than the limit torque M_{cs}.
- E.3 The values of maximum allowed rotation speed, depending on the working angle, must be 20% lower than the universal shaft critical bending speed.

- E.4 The working and the no-load angles stated in the project must never be exceeded (while making maintenance, in relation to the opening max allowed limits). MAINA standard universal shafts allow a maximum deflection angle of 15° , corresponding to the composed sum of the angles in the two planes.
- E.5 The two half angles of the universal joints must be equal. For rotation speed lower than 300 rpm a difference of $2 \div 3^\circ$ is permitted; for higher speeds such difference must be limited within $1 \div 1.5^\circ$.



For misalignment in the two planes:

$$\operatorname{tg} b_1 = \operatorname{tg} b_2 = ((\operatorname{tg} b_v)^2 + (\operatorname{tg} b_h)^2)^{0.5}$$

b_v = vertical plane angle

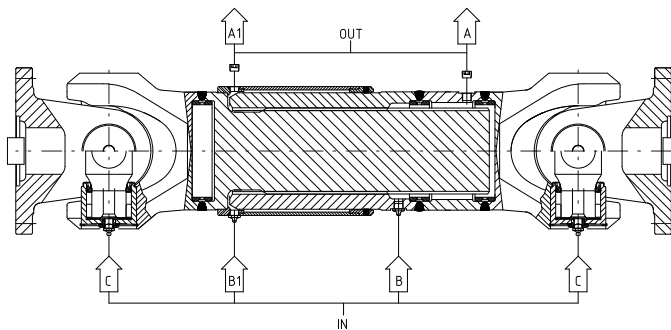
b_h = horizontal plane angle

- E.6 If the universal shaft connects the motor with the reducer and if the reducer is too noisy and pounding, verify the shaft alignment in the two planes, in order to check that the half angles are equal. The higher the rotation speed and the misalignment angle are, the bigger this problem may be.
- E.7 Due to the obvious alignment difficulties resulting from the distance between two shafts, and for the above mentioned reasons, industrial applications require working angles between 1 and 10° , reaching 15° only in special applications. The higher the angle is, the stronger the reaction on the shaft support sustaining the universal shaft will be.
- E.8 In order to facilitate the bearing lubrication, to limit the static brinelling phenomena of their races, causing vibration, we suggest working angles of $1^\circ \div 2^\circ \text{ min}$.
- E.9 In case of rolling mill plant applications, check the roll change spindle supports are correctly positioned, with easy and appreciable adjustments, not forcing against the universal spindles. Check they have safe supports able to assure an optimal alignment of the sleeves with the roll necks; they do not block rotation and allow, with no interference, both the maximum and the maintenance openings of the rolls; finally, check they are correctly dimensioned to support the universal shaft weight without any deformation.
- E.10 Verify that no axial impact is generated during the roll change with engagement/disengagement of the sleeves onto the roll neck. For this purpose, check the tangential positioning of the flat keys, employ telescopic universal shafts equipped with an axial compensator device, having also function of shock absorber, as well as sleeves equipped with big and rounded chamfers on bore and key borders. In these cases, in order to avoid the universal shaft slipping off during the roll change, proper axial stopping devices on the spindle support or on the universal itself should be provided.
- E.11 Always check that the fitting of the sleeves onto the roll necks is accurate and precise and that it does not generate vibrations in rotation; for this purpose, always keep flat and round keys in good condition.

- E.12 Should high torques or impacts be generated in the plant, or should the absorbed torque constantly be over the limits, provide for a proper overload protection system, with prompt intervention accuracy and a low hysteresis, assuring a good safety margin as regards the universal shaft limit torque.

F - LUBRICATION

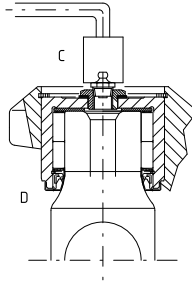
- F.1 The bearings and the length compensator are prelubricated at our shop and do not require being greased before installation, in case of short term storage.
- F.2 If the setting at work takes place three months after the assembly, check the universal shaft condition and relubricate.
- F.3 The universal shaft performance and working life basically depend on a correct lubrication programme.
Do not let the spline slide before lubricating it.
- F.4 MAINA recommend the following lubrication intervals:
-First year
Every 200 ÷ 350 hours of actual operation time
- After the first year
For normal applications: every 2000 ÷ 3000 hours or every six months.
For heavy duty applications: every 500 ÷ 1000 hours, or every two or three months.
The intervals depend on impact frequency, load level, environmental conditions, rotating, speed, reversing operation, operating angle, seal condition, shaft movement frequency, compensation length, under/no load movements.
Particularly unfavorable working conditions may require shorter grease intervals.
- F.5 The lubrication points for a standard universal shaft are respectively placed:
- on each bearing bottom (C) or in the journal cross centre, to lubricate the bearings
- on the spacer and on the protection tube, to lubricate the length compensator.



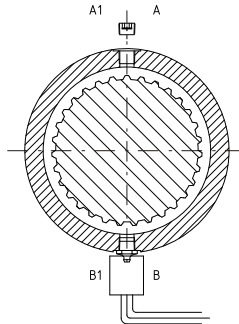
NOTE:

- a. When regreasing, use an appropriate lubricant.
- b. Clean the grease nipples before greasing.
- c. Do not lubricate with too high pressure:
MAXIMUM PERMISSIBLE GREASE PRESSURE 6 BAR.

- F.6 Pump the grease in the bearings (point C) until the old lubricant continuously flows out of the seals (point D).



- F.7 Lubricate the telescopic unit in the minimum length position. The part of spacer containing the splined shaft must be thoroughly filled with grease. Do not pump more grease than required in the drawing. To let grease in, remove the top caps (points A and A1) and pump grease through the bottom grease nipple (points B and B1). Pump it until it continuously flows out of the top plug. Fill the back chamber first (from point B), then the face chamber (from point B1). After lubricating, make the spline slide once or twice, with caps and relief valves open. Replug caps.



G - LUBRICANT

- G.1 For normal applications MAINA recommend lithium thickened greases.
 G.2 For temperature ranging from +90 to -30°C, use grease with penetration 1 or 2, according to DIN 51804. Contact MAINA if the temperature is outside this range.
 G.3 For heavy duties, MAINA recommend lubricants according to the following technical features:

Thickener	Lithium
Worked penetration	315 ÷ 325 possible 265 ÷ 295
Dropping point	174 ÷ 193°C possible 165°C
Thickener percentage	7%
Mineral oil	75%
Oil viscosity at 40°C	1000 ÷ 1500 cSt
Oil viscosity at 100°C	60 ÷ 100 cSt
Addition agents EP type	2%
MoS2 mineral addendum	5 ÷ 10%
Timken EP OK load	18 Kg
Corrosion	negative

For universal shaft size 39 or bigger and for heavy duty conditions (rolling stands), MAINA recommend the following greases:

CASTROL	CASTROL MOLUB-ALLOY 870
WULKEN	MOLUBROL W/PA 10
OPTIMOL	LONGTIME PD2
KLUBER	KLUBERLUB BE41-1501
MOBIL	MOBILUX EP111
SIGNAL	MOLYVIS GLA SPECIAL

In addition, greases must:

- contain oxidation inhibitors
- be water-repellent
- be free of alkalis, acids, impurities
- have good thermal stability.

G.4 For high operation speed (> 500 rpm), the addition agents must have a good resistance to centrifugation.

G.5 For moderate industrial services, MAINA recommend the following greases:

BP	ENERGREASE LS2
ESSO	BEACON EP2
SHELL	ALVANIA EP2
MOBIL	MOBILUX 2
TEXACO	MULTIFAK EP2

Synthetic greases may be employed too.

G.6 As for the grease quantity, see our drawings or our catalogue.

H - MAINTENANCE

H.1 To ensure the universal shafts a trouble-free life, a maintenance schedule and a lubrication programme are essential, after their installation and start-up.

The following should be taken as a guide, the frequency of inspections depending on the working conditions and on the type of equipment the universal shafts are installed on.

H.2 INITIAL INSPECTION

1st check after about 1 week

2nd check after about 2 ÷ 3 weeks

3rd check after about 4 ÷ 6 weeks

H.3 REGULAR INSPECTION

Every 1000 ÷ 2000 working hours or, at least, once a year for light applications and every six months for heavy duty applications.

Perform the periodical checks as follows:

Bolts

Tighten when necessary.

Wear

Check:

- radial clearance of bearings
- axial clearance of the journal cross
- radial clearance of the spline gear teeth
- torsional clearance of the spline gear teeth

Noise/Vibration

Any unusual sound or excessive vibration should be located and corrected immediately.

Temperature

Make sure the bearings do not exceed the ambient temperature by more than $35 \div 40^{\circ}\text{C}$.

Position of the companion flanges

Check that the supports did not yield following to base settlements or deformations.

Lubrication

Check there's no grease dripping, for centrifugation or other causes, like wear or breakage of the seals, wear or loss of plugs or relief valves.

H.4 If during these checks any anomaly should come out, as high noise, grease leakage, excessive clearances on the crosses, too high wear on the splines, bolt loss, overheating, you need to disassemble the universal shafts and proceed with the necessary maintenance.

The critical points to check, in decreasing order of importance, are:

- Cross pin, in the area of transition between the rollers (radius bottom and radius start of the nearest one), and in the radius area where cracks or micro cracks may be generated;
- Weldings of connection on tubes, sleeves and shafts where cracks may arise on the welding cord edges.
- Bearing outer ring and rollers where you may notice crumbling, wear, corrosion, oxidation, pitting, deformation, upsetting, lamination and cracks in the transit area between the flat bottom surface and the ring cylindrical one;
- Spline gear teeth, where you may find tooth breakage or cracks at the tooth root, deformation, scaling, wear or upsetting, seizing, micro-welding, corrosion, erosion.
- Bolts of flange connection, with possible breakage, unscrewing, screw deformation and corrosion; at each disassembly, you'd better replace all the bolts and nuts.
- Yokes, with possible deformation in the bearing seat holes, upsetting in the bolts of flange connection, in the keys, and/or in their seats, or upsetting, wear, dent in the hirth serration or in the face dowel teeth.
- The whole assembly, where you may notice some deformations (torsional or bending), wear in flat and round keys and in the guiding lips of the sleeves, thrust spring yielding, seal lip breakage, splines protection tube breakage, etc.

The components no longer adequate to operate, and not repairable, must be replaced with original spares. In case the journal cross and the bearings need to be replaced proceed with a further dynamical balancing of the universal shaft, as shown in the drawing. While repairing the unit, carefully check any critical component by visual, dimensional and non-destructive tests, in order to verify the possibility of reusing them.

We suggest, especially for big-size universal shafts, to contact MAINA for any reconditioning.

I - BEARING REMOVAL AND ASSEMBLY

To remove the bearings smoothly, you need to prepare a proper hollow-type oil-pressure jack, with the related manual pump or electro-hydraulic control.

The jack must be equipped with a tubular spacer leaning on the yoke eye surface, to allow the bearing transit. For this purpose, the support spacer inner diameter shall be 5 mm bigger than the yoke hole, and have a able to allow the complete bearing delivery from its seat.

Remove the bearing axial locking retainer rings. If the bearings are still axially pre-loaded, to make the operation easier, you can compress the two bearings of the same arm by a tie-rod passing all through the journal cross.

After removing the cap or the grease plug, always paying attention not to force anything, hook the bearing by an adequate tie-rod to be screwed in the bearing bottom threaded hole.

Block the tie-rod on the bearing by a locknut and proceed with the bearing removal by using the hydraulic jack. Should the removal be difficult, as a consequence of oxidation, slightly and uniformly heat the yoke eye by a free flame. In particularly difficult cases, you may heat the yoke eye up to $120 \div 180^{\circ}\text{C}$, while cooling the cross pin by a water jet.

After removing the bearings, carefully clean their seats and remove any oxidation. After cleaning, check the integrity of the retainer ring seats and the hole ovalization on the yoke. Clean the new components, by removing the protective wax coating from the machined surfaces of connection and sliding involved in the assembly. Carefully remove any dust from the bearings and from the journal cross, since impurities negatively influence the bearing operation and lifetime.

For cleaning solvent, you can use mineral oil of turpentine or acid-free petrol, or benzine added with 5% of oil.

To make assembly easier, lubricate by a slight film of pure mineral oil or stringy grease the bearing inner / outer surfaces, the journal cross pins, the yokes holes, the seal lips, and the splined units.

The assembly of journal crosses and yokes must be performed in a workshop or in a suitable location sheltered from dust, following the sequence below. Gently shrink fit the bearings into the hole and onto the shaft. Replace the retainer rings every time you replace the bearings. The operations to replace the journal cross and fit the bearings on the universal shafts up to size 62 are described below. Up to size 22 no lifting device is required; for bigger sizes you need a small flag-type workshop crane having a capacity of 3000 kg.

a) Measure, on each yoke (flange and weld type) the dimension A, by taking it between the two outside support planes of the retainer ring seats.

b) Assemble the bearings, before lubricating them, on the cross pins and, after setting them into safe contact with the cross bottom and after making some rotations, measure the dimension B' between the two bearing outer bottoms. Put the journal cross & bearing assembled unit on the press plane and compress with an axial load ranging from 300 ÷ 3000 kg depending on the sizes, until a compression of 0.13 ÷ 0.15 mm of dimension B' is reached. This operation can also be performed by means of tie-rods. When employing the press, apply the load a couple of times, in order to allow the unit settling. Then, with the bearings under axial load, measure the dimension B (B = B' - approx. 0.13 mm) between the two outer planes on the bearing bottom, where the rings will retain.

c) Determine the theoretical thickness of the bearing blocking retainer rings for each cross arm by the formula:

$$X = (A - B) / 2 + Y$$

Y = 0.010 for sizes 18 and 22
Y = 0.015 for sizes 25 and 28
Y = 0.020 for sizes 31 and 39
Y = 0.025 for sizes 44 and 62

The tolerance for dimension X is 0 ± 0.01 . The rings must be shrink fitted and no axial clearance must remain in the cross, at the end of the fitting operation

d) Surface grind both retainer rings of each cross arm, until their thickness is equal to the dimension X, so to centre the cross axis with the longitudinal axis of the universal shaft and assure the rotation coaxiality of the cross with the universal shaft intermediate unit.

The higher the speed is, the more important the coaxiality is.

e) Assemble (if provided separately) the sheets or the protection and seal labyrinths on the crosses, check they are orthogonal to the pin and their axial position allows the seal face lip to lean on the sealing surface adequately.

The forced fitting of the sheet on the pin, after lubricating the involved surfaces, must be

performed by employing, for the thrust, a matrix made of ductile material (plastic, wood, aluminium), in order to avoid damaging or deforming the surfaces the outer seal lip will slide on. After assembling, grease the sheet inner surface the seal will work on.

f) Start to assemble the journal cross, by positioning the half universal shaft or the assembled universal in vertical position, and by inserting the cross inside the yoke welded to the male or the female unit by making a Z movement, inserting the pins into the bearing seat holes. Fix the cross onto the yoke by dummy bearings made of plastic or wood. Then, with the universal shaft still in the vertical position, repeat the operation by inserting the cross inside the flange yoke, by handling the yoke by a Z movement. To handle the yoke, employ the flange holes through the eye-bolts and their related nuts. Assemble the dummy bearings for positioning (only one, in case the bearings are ready to be assembled).

g) Assemble the seals on the bearings and fill with grease any interstice between the lips. Before fitting, you can spread on the seal outer diameter a light film of adhesive LOCTITE 406 adhesive by a quick and clean operation. When fitting the seals, push them into their seats by using a suitable matrix made of plastic or wood laying on the annular area inside the seal itself. Do not fit the seals by pushing frontally on all the seal, as the face lip can suffer damage or even cut in the inner end sheet area.

h) Assemble the bearings by fitting them first into the weld yoke, then into the flange one. Fit one bearing at a time, using on the opposite side of the same cross axis, the first dummy bearing previously fitted as a reaction for assembling the first bearing. To make the operation easier, you can slightly heat the yokes. The pre-heating operation must be made by a large and diffused gas flame, so to make a homogeneous and diffused heating, not exceeding $120^{\circ} \div 150^{\circ}\text{C}$. Protect your hands by wearing adequate working gloves. The bearings must be fitted into their seat and onto the shaft at the same time. Fit the first bearing into its seat and place the stop retainer ring, by pulling the bearing against the retainer ring. After inserting the second bearing, employ an oil-pressure jack or suitable tie-rods, to allow the insertion of the second retainer ring and in order to create the correct axial pre-load. The jack must be hollow-shaft type and equipped with a tie-rod bringing the reaction on the opposite bearing. This fitting system allows avoiding any deformation on the yokes ears.

To facilitate the unit sliding and centering, keep the yoke eyes warm.

NOTE:

If the fitting equipment is not available, it is still possible to perform the fitting; avoid beating or forcing the center of the bearing bottom with a mallet or a steel hammer (use rubber or lead mallets). Always place, between the bearing and the mallet, a washer made of ductile material which lays on the bearing only in the ring area as close as possible to the outer diameter. If no jack is available, use threaded stay rods, passing from one side to the other of the journal cross unit, by handling the locking nut with manual wrenches or hydraulic screwers.

Check the retainer rings are assembled with interference and the journal cross has no radial or axial clearance. Once the assembly is accomplished, the yokes shall not be free to float freely, yet they should move with a certain effort due to the friction torque on the bearings. For small rotations, yokes shall support themselves.

Check that, while fitting, the seal lips weren't pinched, cut or overturned. Finally, fill the bearings with grease through the proper grease nipples.

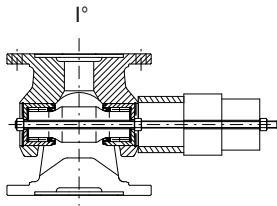
Equipment for the assembly:

- Hollow shaft jacks with dimensions and loads adequate to the universal shaft rotation to be serviced, and equipped with control device or manual pump.

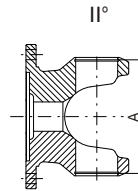
- 4 dummy bearings
- 1 stay rod for bearing fitting
- 1 stay rod for bearing removal
- Washers, support plates, locknuts, nuts
- 1 ring for labyrinth sheet fitting
- 1 ring for seal fitting
- 1 hollow spacer for bearing removal
- 2 thrust rings for bearing fitting

SEQUENCE TO REPLACE JOURNAL CROSS AND BEARINGS

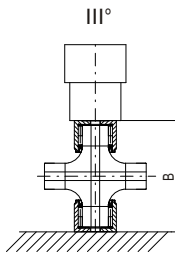
BEARING DISASSEMBLY



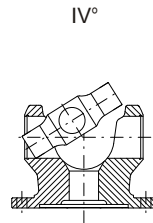
MEASUREMENT BETWEEN RETAINER RINGS



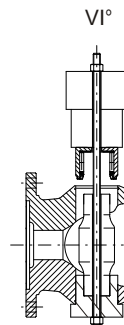
MEASUREMENT PRE-ASSEMBLY



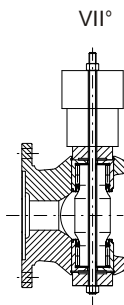
JOURNAL CROSS INSERTION



1st BEARING ASSEMBLY



2st BEARING ASSEMBLY



Journal crosses and bearings have holes and threads as shown in the following table (check the drawings or the items, since they may be subject to variations).

HOLE DIMENSIONS			STAY ROD PERFORMANCES	
UNIVERSAL SHAFT SIZE	JOURNAL CROSS HOLE DIAMETER [mm]	BEARING HOLE DIAMETER	STAY ROD DIAMETER CLASS 12.9	AXIAL LOAD [N]
18	10	M10x1	M8	35575
22	10	M10x1	M8	35575
25	16	M20x1.5	M14	111780
28	16	M22x1.5	M14	111780
31	17	M24x1.5	M16	152600
35	17	M24x1.5	M16	152600
39	33	M36x1.5	M30	545290
44	26	M38x1.5	M24	343115
49	32	M42x1.5	M30	545290
55	35	M48x1.5	M30	545290
62	45	M52x1.5	M30	545290

L - IDENTIFICATION, TECHNICAL DATA AND SPARES

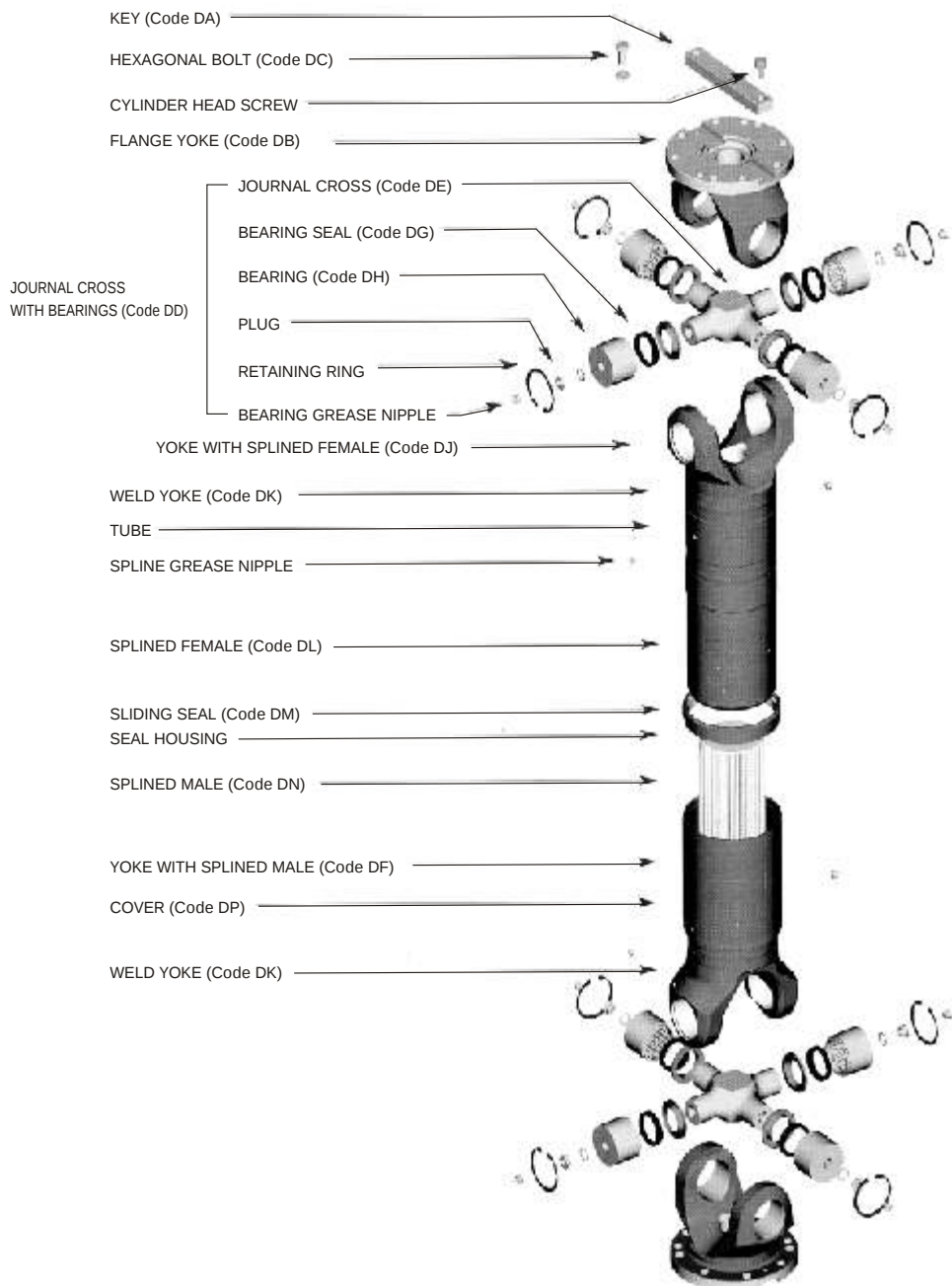
"A"- "B"- "C"- "E"- "H" series universal shafts are identified by a serial number marked on the outer diameter of an end flange.

To limit the shut-down times, we suggest to keep in stock not only the journal cross sets but also the complete universal shafts, so to replace the installed ones to be overhauled.

Reconditioning usually consists of disassembly, cleaning, coat removing from the critical surfaces to allow non-destructive tests (penetrant liquids or Mx), component recovering by restoring their defective surfaces, replacing the worn out components, re-assembling and final repainting.

Any technical and working feature are shown in the catalogue and/or in the drawings, in case of design variations. The main components of a standard universal shaft are shown below.

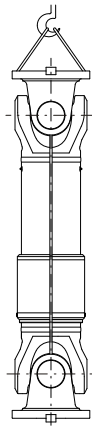
When you need to purchase any spare component, you can either mention its name and code, or its manufacturing code available in the spare component list of the drawing.



M - VERTICAL UNIVERSAL SHAFTS

Vertical universal shafts are usually delivered assembled and equipped with companion flanges (top and bottom ones). For a correct universal shaft assembly, perform the following operations:

- Unscrew the companion flange locking screws from their nuts and washers, and put them in a box, to avoid any possible loss.
- Release the companion flanges (top and bottom ones) from the universal shafts.
- Fit the companion flanges (top and bottom) onto their related shaft ends.
- Secure the universal shaft vertically, by a steel sling as shown in the picture, with the bottom flange aligned with the related companion flange.



- Fit any screw and nut, by tightening them at the required torque (table 1)
- Support the universal shaft in vertical position, by means of a stay rod able to exert an axial hold upwards.
- Release the universal shaft from the sling
- Gradually apply a vertical force upwards, by slowly taking the male spline out of the female spline, until you have the top flange aligned with the related companion flange.
- Fit any screw and nut, by tightening them at the required torque (table 1).
- Release the universal shaft from the slings.
- Lubricate the universal shaft following the procedure described in the present instruction manual.
- Rotate the universal shaft at low speed (about 20% of the nominal rotating speed) for 30 minutes and check the situation, to verify there's no anomaly.
- Rotate the universal shaft at the nominal rotating speed for 30 minutes and check its condition, to verify there's no anomaly.

For any instruction not included in this present paragraph, please refer to the specific points of the present manual.

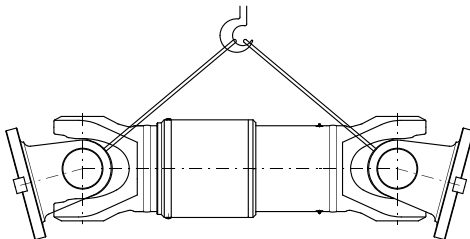
NORME DI INSTALLAZIONE, LUBRIFICAZIONE, USO E MANUTENZIONE

A - STATO DI FORNITURA

- A.1 Le trasmissioni cardaniche Maina serie "A"-"B"-"C"-"E"-"H" sono fornite normalmente assemblate, equilibrate (se necessario) e, salvo diversa richiesta, verniciate (mano di fondo + colore finale) secondo specifica Maina PFB 1104.
- A.2 La protezione anticorrosiva delle superfici lavorate delle forcelle e delle controflange è effettuata con apposito protettivo superficiale. Trattamenti anticorrosivi diversi devono essere richiesti in ordine.
I cuscinetti e il corpo scorrevole sono prelubrificati.

B - CONSIGLI PER LA MOVIMENTAZIONE E L'IMMAGAZZINAMENTO

- B.1 Sollevare le trasmissioni orizzontalmente, usando opportune corde di nylon.
In caso di movimentazione in posizione verticale, fissare il cardano prima di sollevarlo in modo che le parti scanalate non si separino.



- B.2 Il trasporto e l'immagazzinamento devono avvenire in posizione orizzontale. Selezionare le attrezzature di sollevamento secondo i pesi indicati sui disegni o sul catalogo.
- B.3 Non sollevare o trasportare in posizione verticale. Per il trasporto in posizione verticale è necessario prevedere una speciale protezione che impedisca al corpo scorrevole di sfilarsi.
- B.4 L'imballo deve essere tale da evitare urti alla trasmissione cardanica e deve proteggerla da eventi ambientali, umidità e condensa.
- B.5 Immagazzinare preferibilmente su adeguate travi di legno. Evitare ogni tipo di impatto durante la movimentazione e l'immagazzinamento. Urti e colpi, durante il trasporto e l'immagazzinamento, potrebbero danneggiare i cuscinetti, le parti scanalate e le loro protezioni.
- B.6 In caso di lungo periodo di immagazzinamento occorre proteggere le parti lavorate dalla corrosione.
- B.7 Su richiesta, Maina può fornire due tipi di protezione antiossidante:
 - a) per immagazzinamento a breve termine al coperto (1 mese massimo), con pellicola oleosa trasparente, colore ambrato, che non occorre rimuovere prima dell'installazione;
 - b) per immagazzinamento a medio termine al coperto o per spedizioni via mare (massimo 3 mesi) con pellicola cerosa, secca, trasparente, che deve essere rimossa con solvente,

prima dell'installazione.

Per immagazzinamenti più lunghi, è necessario controllare la condizione delle superfici ed eventualmente applicare una nuova pellicola protettiva.

- B.8 Per immagazzinamenti a lungo termine (oltre tre mesi), rilubrificare i cuscinetti e il gruppo telescopico, prima della messa in opera.

C - NORME DI SICUREZZA

- C.1 Le trasmissioni cardaniche sono organi potenzialmente pericolosi e pertanto l'utilizzatore deve prevedere idonei sistemi di protezione in accordo alle normative di sicurezza sul lavoro vigenti nel Paese di installazione.
- C.2 Le operazioni di movimentazione, installazione, lubrificazione e manutenzione devono essere eseguite esclusivamente da personale qualificato ed esperto.
- C.3 Durante le operazioni di movimentazione, installazione, lubrificazione e manutenzione devono essere indossati indumenti appropriati che non possano rimanere impigliati negli organi meccanici e devono essere utilizzati idonei dispositivi di protezione individuale.
- C.4 Durante le operazioni di sollevamento e movimentazione, mantenere un'adeguata distanza dalla trasmissione cardanica.
- C.5 Se, per la pulizia della trasmissione cardanica, si usano prodotti chimici tossici, proteggere il personale e l'ambiente in modo adeguato.
- C.6 Assicurarsi che le macchine collegate alla trasmissione cardanica siano in sicurezza e non possano in nessun caso ripartire durante le varie operazioni.
- C.7 Durante l'esercizio non devono mai, in nessun caso, essere superati i valori di carico concordati in fase d'ordine (coppia, velocità, angoli di lavoro, etc.).

D - MONTAGGIO

- D.1 Rimuovere la trasmissione cardanica dall'imballo e verificare lo stato di conservazione.
- D.2 Prima del montaggio, pulire accuratamente le superfici lavorate delle forcelle e delle controflange per garantire un perfetto contatto e assicurare un'ottimale trasmissione della coppia.
- D.3 Non rimuovere le masse di equilibratura.
- D.4 Non sfilare le parti telescopiche scanalate per evitare di scambiarle con quelle di altre trasmissioni, con conseguente perdita dell'allineamento e dell'omocinetività nonché della condizione originale di equilibratura della trasmissione.
- D.5 Le forcelle interne alla trasmissione devono essere allineate. Controllare i segni di marcatura.
- D.6 Nelle controflange, le tolleranze di coassialità del centraggio e di perpendicolarità devono essere contenute entro valori ristretti.
- D.7 Riscaldare le controflange in modo uniforme a $100 \div 150$ °C per il calettamento con linguetta e a $300 \div 350$ °C per il calettamento forzato, prima del montaggio sugli alberi. Le flange dei cardani vanno montate dopo il completo raffreddamento delle controflange. Richiedere la specifica Maina PFB 1202 (in caso di calettamento forzato) e PFB 1100 (in caso di calettamento con linguetta).
- D.8 Le controflange devono risultare saldamente fissate e centrate sugli alberi.

Controllare che:

- non vi sia gioco tra foro e albero,
- assialmente non vi sia gioco o possibilità di movimento,
- le linguette o gli scanalati risultino senza gioco sui fianchi.

- D.9 Verificare che le distanze tra le estremità degli alberi siano compatibili con i disegni di progetto Maina.

NOTA:

Qualora si debbano montare trasmissioni cardaniche di tipo fisso, una delle parti deve essere libera di muoversi per compensare lievi variazioni di lunghezza dovute a tolleranze costruttive o cambiamenti di temperatura.

- D.10 Pulire accuratamente la superficie delle flange prima del montaggio. Assicurarsi che non vi sia traccia di grasso, protettivo o ruggine.
- D.11 Su richiesta vengono forniti set di tiranti o di viti di collegamento alle controflange. Maina normalmente fornisce:

- viti a testa esagonale o cilindrica (secondo DIN 931 - 12.9 o 10.9)

- dadi autobloccanti (secondo DIN 980 - 10 o 8). I dadi devono essere serrati con chiave dinamometrica o congegni simili, secondo la tabella 1 delle coppie o come indicato sui disegni. Dopo un certo numero di operazioni (circa 6 avvitiamenti e svitamenti) essi perdono di efficacia e devono essere sostituiti.

Normalmente, i tiranti o le viti sono inseriti dal lato controflangia, con il dado serrato sulla flangia del cardano. In casi particolari, è anche possibile inserire le viti dal lato snodo o utilizzare viti prigioniere.

NOTA:

Non lubrificare le viti e i dadi con oli o grassi contenenti MoS_2 .

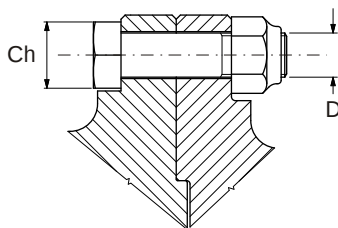


Tabella 1

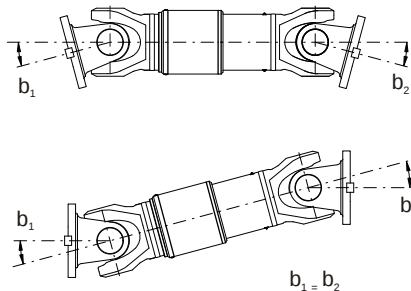
D [mm]	M16	M16	M18	M20	M22	M22	M24	M27	M30	M30	M33	M36
Ch [mm]	24	24	27	30	32	32	36	41	46	46	50	55
Ma [Nm]	287	287	396	560	745	745	967	1415	1920	1920	2600	3330

- D.12 I cuscinetti ed il gruppo telescopico sono stati prelubrificati nella nostra officina e non richiedono ingrassaggio prima dell'installazione, in caso di immagazzinamento a breve termine.
- D.13 Se la messa in funzione avviene dopo tre mesi dal montaggio, controllare la condizione delle trasmissioni cardaniche e rilubrificare.
- D.14 Quando tutto è pronto per la messa in funzione ed è stato verificato che tutto è correttamente montato, serrato e lubrificato, è possibile avviare la macchina. Si consiglia una partenza lenta, controllando che durante la rotazione non si generino interferenze e che tutto sia regolare.
- Nel caso i cardani siano direttamente collegati con gli alberi dei motori elettrici, si deve verificare accuratamente l'isolamento dalle correnti parassite generate dai forti campi elettrostatici dovuti al magnetismo dei motori.

E - VERIFICA FUNZIONALE

- E.1 Le trasmissioni cardaniche serie "A" - "B" - "C" - "E" - "H" devono essere utilizzate entro i limiti indicati a catalogo o riportati sui disegni o altri documenti.

- E.2 La coppia nominale della trasmissione cardanica M_k deve essere sempre maggiore della coppia massima trasmessa. Pertanto è necessario verificare che esistono adeguati fattori di servizio SF e di vita KL e che la coppia massima trasmessa nei transitori di accelerazione e decelerazione è inferiore alla coppia limite M_{cs} .
- E.3 La massima velocità ammissibile di rotazione, funzione dell'angolo di lavoro, deve essere inferiore del 20% rispetto alla velocità critica flessionale della trasmissione.
- E.4 In nessun caso devono essere superati gli angoli di lavoro e a vuoto (durante le operazioni di manutenzione relativamente ai limiti ammissibili di apertura) indicati a progetto. Le trasmissioni cardaniche standard Maina ammettono un angolo di inclinazione massimo di 15° , quale somma composta degli angoli nei due piani.
- E.5 I due semiangoli degli snodi devono essere uguali. Per velocità di rotazione inferiori a 300 rpm è ammessa una differenza di $2 \div 3^\circ$, per velocità di rotazione superiori tale differenza deve essere contenuta in $1 \div 1.5^\circ$.



Nel caso di disallineamento nei due piani:

$$\operatorname{tg} b_1 = \operatorname{tg} b_2 = ((\operatorname{tg} b_v)^2 + (\operatorname{tg} b_h)^2)^{0.5}$$

b_v = angolo nel piano verticale

b_h = angolo nel piano orizzontale

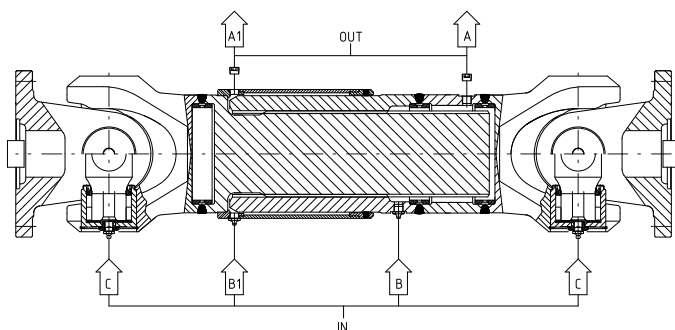
- E.6 Se il cardano collega il motore con il riduttore e quest'ultimo risulta eccessivamente rumoroso, con forti battiti, verificare l'allineamento degli alberi nei due piani controllando l'uguaglianza dei due semiangoli. Tale problema è maggiore al crescere della velocità e dell'angolo di inclinazione.
- E.7 Date le comprensibili difficoltà di allineamento tra due estremità d'albero molto distanti e per le sopra elencate ragioni, nelle applicazioni industriali si consigliano angoli di lavoro compresi tra 1° e 10° , raggiungendo 15° solo in casi speciali. Più elevato è l'angolo di lavoro, maggiori sono le reazioni sui supporti degli alberi che sostengono il cardano.
- E.8 Per agevolare la lubrificazione dei cuscinetti e limitare i fenomeni di brinnellatura statica delle piste, fonti di vibrazioni, si consigliano angoli di lavoro minimi di $1 \div 2^\circ$.
- E.9 In caso di applicazioni su impianti di laminazione, verificare che i reggi allunga di cambio cilindri siano correttamente posizionati e con regolazioni agevoli, che non forzino sulle allunghe, che abbiano appoggi sicuri tali da garantire un ottimo allineamento dei manconi con i colli dei cilindri, che non ostacolino la rotazione, che permettano senza interferenze le massime aperture dei cilindri anche in fase di manutenzione ed infine che siano dimensionati per reggere la quota di peso delle allunghe senza deformarsi.
- E.10 Verificare che, durante le operazioni di cambio cilindri con innesto e disinnesto dei manconi sui colli cilindro, non si generino forti urti assiali; a tal fine controllare il posizionamento tangenziale delle chiavette piane ed usare allunghe telescopiche dotate di dispositivo di compensazione assiale che abbia anche la funzione di ammortizzatore, nonché manconi dotati di ampi smussi di invito sul contorno del foro e sulle chiavette. In questi casi, per evitare che durante le operazioni di cambio cilindri il cardano si sfili,

prevedere appositi dispositivi di blocco assiali sul reggi allunga o sul cardano stesso.

- E.11 Controllare che gli accoppiamenti dei manconi con il collo cilindro siano accurati e precisi e che in rotazione non generino vibrazioni; a tale scopo mantenere in buono stato le chiavette piane e tonde.
- E.12 Nel caso sull'impianto siano generati urti e coppie elevate o che la coppia assorbita sia costantemente sopra i limiti, è necessario prevedere un sistema di protezione dai sovraccarichi che intervenga prontamente, con una bassa isteresi, garantendo un buon margine di sicurezza rispetto alla coppia limite della trasmissione.

F - LUBRIFICAZIONE

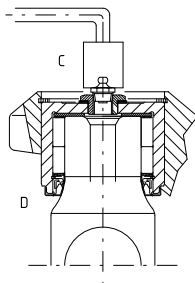
- F.1 I cuscinetti ed il gruppo telescopico sono stati prelubrificati nella nostra officina e non richiedono ingrassaggio prima dell'installazione, in caso di immagazzinamento a breve termine.
- F.2 Se la messa in funzione avviene dopo tre mesi dal montaggio, controllare la condizione delle trasmissioni cardaniche e rilubrificare.
- F.3 Le prestazioni e la durata di una trasmissione cardanica dipendono fondamentalmente da un corretto programma di lubrificazione.
Non far scorrere lo scanalato se non dopo averlo lubrificato.
- F.4 MAINA consiglia i seguenti intervalli di lubrificazione:
- Primo anno
Ogni $200 \div 350$ ore di funzionamento effettivo
- Dopo il primo anno
In condizioni di funzionamento normali, ogni $2000 \div 3000$ ore o ogni sei mesi.
In condizioni di funzionamento pesanti, ogni $500 \div 1000$ ore o ogni due o tre mesi.
Gli intervalli dipendono dalla frequenza degli impatti, dal livello di carico, da condizioni ambientali, velocità di rotazione, funzionamento reversibile, angolo di funzionamento, condizione delle tenute, frequenza movimenti dell'albero, lunghezza della corsa, movimenti a vuoto o sotto carico.
Condizioni di funzionamento particolarmente critiche possono richiedere intervalli ridotti.
- F.5 I punti di lubrificazione di una trasmissione cardanica standard sono situati:
- sul fondo di ciascun cuscinetto (C) o al centro della crociera, per lubrificare i cuscinetti
- sullo spaziatore (B) e sul tubo di protezione (B1), per lubrificare il gruppo telescopico.



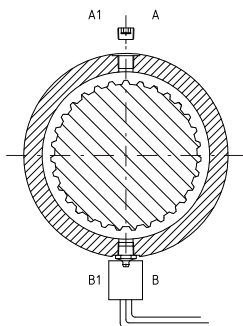
NOTA:

- In caso di rilubrificazione utilizzare un lubrificante compatibile.
- Pulire gli ingrassatori prima di ogni intervento di lubrificazione.
- Non lubrificare con pressione troppo elevata:
PRESSIONE MASSIMA AMMISSIBILE 6 BAR.

- F.6 Pompare il grasso nei cuscinetti (punto C) fino a quando il lubrificante fuoriesce in modo continuo dalle tenute (punto D).



- F.7 Il gruppo telescopico deve essere lubrificato nella posizione di minima estensione. La parte di spaziatore contenente l'albero scanalato deve risultare completamente riempita di grasso. Non pompare più grasso di quanto indicato sul disegno. Per introdurre il grasso, rimuovere i tappi posti nella parte superiore (punti A ed A1) e pompare il grasso attraverso un ingrassatore posto inferiormente (punti B e B1). Pompare il grasso fino a quando il lubrificante fuoriesce in modo continuo dallo sfiato superiore. Riempire prima la camera posteriore (dal punto B) e poi la camera anteriore (dal punto B1). Dopo aver lubrificato, far scorrere lo scanalato una volta o due volte con i tappi e gli sfiati aperti. Riavvitare i tappi.



G - LUBRIFICANTI

- G.1 Per servizi normali MAINA consiglia l'impiego di grassi al sapone di litio.
 G.2 Per temperature da +90 a -30 °C, utilizzare grassi con grado di penetrazione 1 o 2, secondo DIN 51804. Per temperature diverse, contattare il nostro servizio tecnico.
 G.3 Per servizi gravosi, MAINA raccomanda le seguenti caratteristiche tecniche per il lubrificante:

Sapone	Litio
Penetrazione lavorata	315 ÷ 325 possibile 265 ÷ 295
Punto di goccia	174 ÷ 193 °C possibile 165 °C
Percentuale di sapone	7%
Olio minerale	75%
Viscosità olio a 40 °C	1000 ÷ 1500 cSt
Viscosità olio a 100 °C	60 ÷ 100 cSt
Agenti additivi tipo EP	2%
Carica minerale di MoS ₂	5 ÷ 10%
Carico Timken	18 kg
Corrosione	negativa

MAINA suggerisce i seguenti tipi di grasso per trasmissioni cardaniche di taglia 39 o superiore e per applicazioni pesanti (gabbie di laminazione):

CASTROL	CASTROL MOLUB-ALLOY 870
WULKEN	MOLUBROL W/PA 10
OPTIMOL	LONGTIME PD2
KLUBER	KLUBERLUB BE41-1501
MOBIL	MOBILUX EP111
SIGNAL	MOLYVIS GLA SPECIAL

I grassi devono inoltre:

- contenere inibitori dell'ossidazione
- essere di tipo idrorepellente
- essere esenti da alcali, acidi, impurità
- avere una buona stabilità termica.

G.4 Per elevate velocità di rotazione (> 500 rpm), gli agenti additivi devono avere una buona resistenza alla centrifugazione.

G.5 Per servizi industriali moderati, MAINA raccomanda i seguenti grassi:

BP	ENERGREASE LS2
ESSO	BEACON EP2
SHELL	ALVANIA EP2
MOBIL	MOBILUX 2
TEXACO	MULTIFAK EP2

Possono essere usati anche grassi di tipo sintetico.

G.6 La quantità di grasso da utilizzare è indicata sui disegni o sul catalogo.

H - MANUTENZIONE

H.1 Dopo l'installazione e la messa in funzione, predisporre un programma di manutenzione e di lubrificazione accurati e regolari, essenziali a garantire il buon funzionamento e la durata delle trasmissioni cardaniche.

Quanto segue costituisce una guida indicativa, in quanto la frequenza delle ispezioni dipende dalle condizioni di lavoro e dal tipo di macchina su cui le trasmissioni cardaniche sono installate.

H.2 CONTROLLO INIZIALE

1° controllo dopo circa 1 settimana

2° controllo dopo circa 2 ÷ 3 settimane

3° controllo dopo circa 4 ÷ 6 settimane

H.3 CONTROLLI REGOLARI

Ogni 1000 ÷ 2000 ore di funzionamento o almeno una volta all'anno per servizi leggeri ed ogni sei mesi per servizi pesanti.

I controlli periodici devono essere eseguiti come segue:

Bulloni

Serrare se necessario.

Usura

Verificare:

- gioco radiale cuscinetti
- gioco assiale crociera
- gioco radiale dentature scanalati
- gioco torsionale dentature scanalati.

Rumorosità/Vibrazioni

Ricercare le cause di rumori inusuali e vibrazioni eccessive ponendovi prontamente rimedio.

Temperatura

Assicurarsi che la temperatura dei cuscinetti non superi di $35 \div 40$ °C la temperatura ambiente.

Posizione delle controflange

Verificare che non siano intervenuti cedimenti dei supporti, dovuti ad assestamenti dei basamenti o a deformazioni.

Lubrificazione

Verificare che non vi siano perdite di grasso, dovute a centrifugazione o altre cause, quali usura o rottura delle guarnizioni di tenuta, rottura o perdita di ingrassatori, tappi o valvole di sfiato.

- H.4 Se dai suddetti controlli emergessero anomalie, quali eccessiva rumorosità, perdite di grasso, giochi eccessivi sulle crociere, usure eccessive degli scanalati, perdite di bulloni, surriscaldamenti, le trasmissioni cardaniche devono essere smontate per una necessaria manutenzione.

I punti critici da controllare, in ordine decrescente di importanza, sono:

- perno crociera nella zona di transizione tra i rulli (fine raccordo e inizio raccordo del successivo) e nella zona del raccordo, dove potrebbero essere presenti cricche o microcricche;
- saldature di giunzione tubi, manicotti ed alberi, su cui potrebbero generarsi cricche ai lati dei cordoni;
- anello esterno cuscinetti e rulli su cui si potrebbero manifestare sfaldature, usure, corrosione, ossidazione, pitting, deformazioni, rifollamenti, laminazioni e cricche nella zona di passaggio dalla parete piana del fondo alla superficie cilindrica dell'anello;
- dentature scanalati su cui si potrebbero manifestare rotture dei denti o cricche al piede dente, deformazioni, scagliature, usure o rifollamenti, grippaggi, microsaldature, corrosione, erosione;
- viteria di giunzione flange su cui si potrebbero manifestare rotture, svitamenti, deformazione delle viti e corrosione; ad ogni smontaggio è consigliabile sostituire la bulloneria;
- forcelle su cui si potrebbero manifestare deformazioni dei fori di alloggiamento dei cuscinetti, rifollamento dei fori delle viti di giunzione delle flange, rifollamento delle chiavette trasversali e/o delle loro sedi o rifollamento, usure, ammacature delle dentature hirth o tassellate frontali;
- trasmissione cardanica completa su cui si potrebbero manifestare deformazioni (torsionali o flessionali), usure delle chiavette piane e tonde e degli smussi di imbocco cilindri dei manconi, snervamento delle molle di spinta, rottura dei labbri delle guarnizioni, rottura del tubo di protezione dello scanalato.

I componenti non più idonei per l'esercizio e non ripristinabili devono essere sostituiti con ricambi originali. In caso di sostituzione della crociera e dei cuscinetti, la trasmissione cardanica deve essere bilanciata dinamicamente qualora indicato sul disegno.

Durante la riparazione i componenti critici della trasmissione devono essere accuratamente ispezionati con esami visivi, dimensionali e non distruttivi, al fine di verificarne il riutilizzo.

Consigliamo di contattare la società Maina per l'esecuzione dei lavori di ripristino, in particolare per le cardaniche di grosse dimensioni.

I - SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO CUSCINETTI

Per procedere allo scalettamento dei cuscinetti in modo agevole, è utile approntare per l'operazione un apposito martinetto di tipo cavo, con relativa pompa manuale o centralina elettroidraulica di comando.

Il martinetto deve essere dotato di un distanziale tubolare di appoggio alla superficie dell'occhio della forcella in modo da permettere il passaggio del cuscinetto. Il distanziale avrà diametro interno maggiore di circa 5 mm rispetto al foro sulla forcella e lunghezza tale da consentire l'estrazione completa del cuscinetto dalla sua sede.

Rimuovere gli anelli seeger di trattenimento assiale dei cuscinetti. Nel caso in cui i cuscinetti risultino ancora assialmente precaricati, per facilitare l'operazione comprimere i due cuscinetti dello stesso ramo con un tirante che attraversa la crociera.

Agganciare il cuscinetto con un apposito tirante avvitato nel foro filettato posto sul fondo cuscinetto, dopo aver rimosso il tappo o l'ingrassatore, prestando attenzione a non generare forzamenti.

Bloccare il tirante sul cuscinetto con un controdamo e procedere all'operazione di scalettamento del cuscinetto per mezzo del martinetto. Nel caso l'estrazione sia difficoltosa per la presenza di ossido, riscaldare leggermente ed uniformemente l'occhio della forcella con una fiamma libera. Nei casi più ostici raffreddare il perno crociera con un getto d'acqua e contemporaneamente riscaldare l'occhio della forcella fino a $120 \div 180^\circ\text{C}$.

Dopo aver scalettato i cuscinetti, procedere ad un'accurata pulizia delle sedi eliminando dalle superfici tutte le ossidazioni. Dopo la pulizia, controllare l'integrità delle cave dei seeger e l'ovalizzazione del foro sulla forcella.

Pulire i nuovi componenti, eliminando i protettivi cerosi dalle superfici lavorate di accoppiamento e scorrimento interessate al montaggio. Togliere ogni traccia di polvere dai cuscinetti e dalla crociera in quanto le impurità influiscono negativamente sul funzionamento e sulla durata dei cuscinetti.

Per la pulizia usare ragia minerale o petrolio esente da acidi o benzina con il 5% di olio.

Lubrificare o ingrassare con un leggero velo di olio minerale puro o grasso filante l'esterno e l'interno dei cuscinetti, i perni crociera, i fori sulle forcelle, i labbri delle guarnizioni e gli gruppi scanalati al fine di facilitare il montaggio.

L'assemblaggio delle crociere e delle forcelle deve essere eseguito in officina in un idoneo ambiente protetto dalla polvere, secondo la sequenza sotto riportata. Il calettamento dei cuscinetti nel foro deve risultare leggermente forzato. Insieme ai cuscinetti vanno sempre sostituiti gli anelli seeger.

Di seguito sono riportate le procedure da seguire per il cambio della crociera ed il calettamento dei cuscinetti fino alla taglia 62. Fino alla grandezza 22 non sono necessari mezzi di sollevamento, oltre bisogna disporre di una piccola gru d'officina a bandiera con portata di 3000 kg.

a) Rilevare su tutte le forcelle (flangiate e a saldare) la quota A, misurandola tra i due piani esterni di appoggio delle sedi degli anelli seeger.

b) Montare i cuscinetti non ancora lubrificati sui perni crociera e dopo averli assestati a sicuro contatto con il fondo crociera ed aver fatto alcune rotazioni, rilevare la quota B' tra i due fondi esterni dei cuscinetti. Porre il gruppo crociera + cuscinetti assemblato sul piano pressa e comprimere con un carico assiale variabile tra $300 \div 3000$ kg in funzione delle grandezze, ottenendo una compressione di $0.13 \div 0.15$ mm della quota B'. Questa operazione può anche essere eseguita con i tiranti. Se si utilizza la pressa applicare il carico un paio di volte per consentire l'assestamento del gruppo. Con i cuscinetti sotto carico assiale misurare la quota B (B = B' circa 0.13 mm) tra i due piani esterni di fondo cuscinetti dove andranno ad agire gli anelli seeger di trattenimento.

c) Calcolare lo spessore teorico degli anelli seeger di bloccaggio cuscinetti per ciascun ramo di crociera con la seguente formula:

$$X = (A - B) / 2 + Y$$

Y = 0.010 per le grandezze 18 e 22
Y = 0.015 per le grandezze 25 e 28
Y = 0.020 per le grandezze 31 e 39
Y = 0.025 per le grandezze 44 e 62

Per la quota X è ammesso un campo di tolleranza pari a ± 0.01 . Il montaggio degli anelli di tenuta deve risultare forzato e al termine del montaggio non deve esistere nessun gioco assiale della crociera.

d) Rettificare su lapidello entrambi gli anelli seeger di ciascun ramo crociera portando il loro spessore alla quota X, in modo da centrare l'asse crociera con l'asse longitudinale del cardano e garantire la coassialità di rotazione della crociera con il corpo centrale della trasmissione cardanica. Quanto più il cardano è veloce, tanto più la coassialità è importante.

e) Montare (se forniti separatamente) i lamierini o i labirinti di protezione e tenuta sulle crociere verificando che risultino ortogonali al perno e che la loro posizione assiale permetta al labbro frontale della guarnizione di appoggiare adeguatamente sulla superficie di tenuta.

Il calettamento forzato del lamierino sul perno deve essere eseguito dopo aver lubrificato le superfici interessate, utilizzando per la spinta una matrice in materiale duttile (plastica, legno, alluminio) per evitare di danneggiare o deformare la superficie su cui striscerà il labbro esterno della guarnizione. A montaggio realizzato ingrassare la superficie interna dei lamierini su cui lavorerà la guarnizione.

f) Iniziare il montaggio della crociera posizionando il semicardano o il cardano in verticale ed inserendo la crociera all'interno della forcella saldata al gruppo maschio o femmina con un movimento a Z, infilando i perni nei fori delle sedi dei cuscinetti. Fissare la crociera alla forcella utilizzando falsi cuscinetti in materiale plastico o legno. Con il cardano in posizione verticale ripetere l'operazione inserendo la crociera nella forcella flangiata, manovrando questa volta la forcella con un movimento a Z. Per movimentare la forcella utilizzare i fori della flangia tramite golfari e relativi bulloni. Montare i falsi cuscinetti di posizionamento (eventualmente uno solo nel caso in cui i cuscinetti sono già pronti da montare).

g) Montare le guarnizioni sui cuscinetti e riempire di grasso gli spazi fra i labbri. Prima del calettamento è possibile stendere velocemente sul diametro esterno della guarnizione un leggero film di adesivo LOCTITE 406. Durante il calettamento delle guarnizioni, spingerle nella loro sede usando un'apposita matrice in plastica o legno che appoggi sull'area anulare all'interno della tenuta stessa. Non montare mai le guarnizioni spingendo frontalmente su tutta la tenuta in quanto potrebbe danneggiarsi il labbro frontale o addirittura tagliarsi nella zona di fine lamierino interno.

h) Calettare i cuscinetti montandoli prima nella forcella a saldare e poi in quella flangiata. Calettare un cuscinetto per volta usufruendo, sull'altro lato dello stesso asse crociera, del falso cuscinetto montato in precedenza quale reazione per il montaggio. Facilitare l'operazione riscaldando leggermente le forcelle. L'operazione di preriscaldamento deve essere eseguita con una fiamma larga e diffusa alimentata a gas in modo che il riscaldamento sia omogeneo e comunque non superiore a $120 \div 150^\circ\text{C}$. Proteggere le mani utilizzando adeguati guanti. I cuscinetti devono essere calettati contemporaneamente nella sede e sull'albero. Inserire il primo cuscinetto nella sede e porre l'anello seeger di arresto, tirando il cuscinetto contro il seeger. Dopo l'inserimento del secondo cuscinetto è necessario utilizzare un martinetto oleodinamico o gli appositi tiranti per montare il secondo seeger e creare il corretto precarico assiale. Il martinetto deve essere ad albero cavo ed avere un

tirante che porti la reazione sul cuscinetto opposto. Questa modalità di calettamento permette di evitare la deformazione delle orecchie delle forcelle. Per facilitare lo scorrimento dei cuscinetti e tenere centrato il gruppo, mantenere caldi gli occhi forcella.

NOTA:

Qualora non fosse disponibile l'attrezzatura di calettamento, è ugualmente possibile eseguire il montaggio evitando di battere o forzare direttamente nel centro del fondo cuscinetto con mazze o martelli in acciaio (usare mazzuole in gomma o piombo). Interporre sempre tra cuscinetto e mazza una rondella in materiale duttile che appoggi sul cuscinetto in un'area anulare il più vicino possibile al diametro esterno. In assenza del martinetto usare dei tiranti filettati passanti da un'estremità all'altra del gruppo crociera manovrando il dado di serraggio con chiavi a mano o avvitatori pneumatici.

Controllare che i seeger siano montati con interferenza e che la crociera non abbia giochi assiali o radiali. A montaggio ultimato le forcelle non dovranno poter fluttare liberamente ma muoversi solo con discreto sforzo dovuto al momento di attrito sui cuscinetti. Per piccole rotazioni le forcelle devono autosorreggersi.

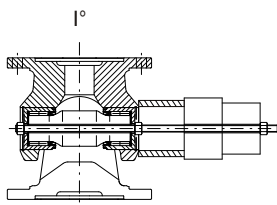
Controllare che i labbri delle guarnizioni di tenuta non si siano pizzicati, tagliati o rivoltati durante il calettamento. Infine riempire di grasso i cuscinetti attraverso gli appositi ingrassatori.

Attrezzatura utile per il montaggio:

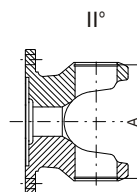
- martinetti ad albero cavo con dimensione e carichi adeguati alla rotazione del cardano da mettere in manutenzione, completi di centralina di comando o pompa manuale.
- 4 falsi cuscinetti
- 1 tirante di calettamento cuscinetti
- 1 tirante di scalettamento cuscinetti
- rondelle, ralle di appoggio, controdadi e dadi vari
- 1 anello per calettamento lamierini di labirinto
- 1 anello per calettamento guarnizioni
- 1 distanziale cavo per scalettamento cuscinetti
- 2 ralle per calettamento cuscinetti

SEQUENZA PER CAMBIO CROCIERA E CUSCINETTI

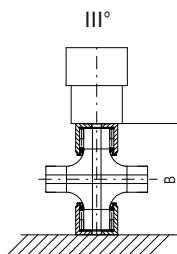
SMONTAGGIO CUSCINETTI



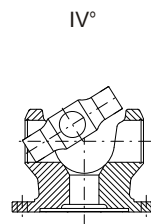
MISURA TRA ANELLI SEEGER



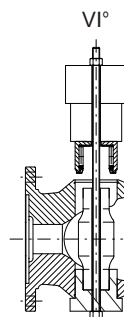
MISURA PRE-MONTAGGIO



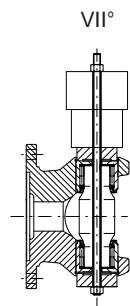
INSERIMENTO CROCIERA



MONTAGGIO PRIMO CUSCINETTO



MONTAGGIO SECONDO CUSCINETTO



Le crociere ed i cuscinetti presentano le forature ed i filetti indicate nella seguente tabella (verificare con i disegni o i pezzi, in quanto soggetti a variazione).

DIMENSIONE DEI FORI			PRESTAZIONI DEL TIRANTE	
TAGLIA DEL CARDANO	DIAMETRO DEL FORO CROCIERA [mm]	DIAMETRO DEL FORO CUSCINETTO	DIAMETRO DEL TIRANTE CLASSE 12.9	CARICO ASSIALE [N]
18	10	M10x1	M8	35575
22	10	M10x1	M8	35575
25	16	M20x1.5	M14	111780
28	16	M22x1.5	M14	111780
31	17	M24x1.5	M16	152600
35	17	M24x1.5	M16	152600
39	33	M36x1.5	M30	545290
44	26	M38x1.5	M24	343115
49	32	M42x1.5	M30	545290
55	35	M48x1.5	M30	545290
62	45	M52x1.5	M30	545290

L - IDENTIFICAZIONE, DATI TECNICI E RICAMBI

I cardani serie "A"-"B"-"C"-"E"-"H" sono identificati con il numero di matricola marcato sul diametro esterno di una flangia di estremità.

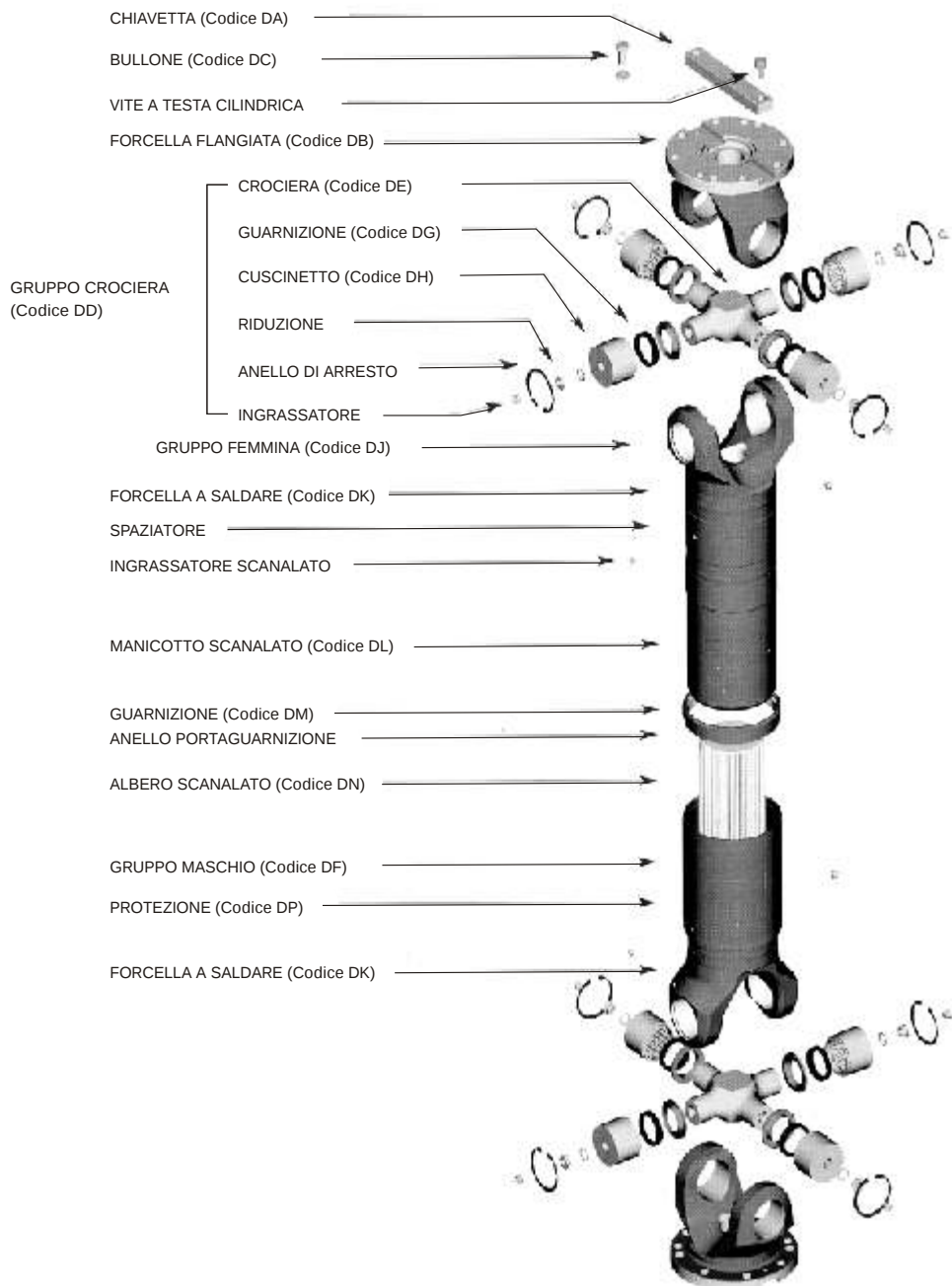
Per limitare i tempi di fermata è consigliabile tenere a scorta magazzino non solo i gruppi crociera ma anche delle trasmissioni cardaniche complete che sostituiranno quelle installate da revisionare.

La revisione normalmente consiste nello smontaggio, pulizia, sverniciatura delle zone critiche per un controllo non distruttivo (con liquidi penetranti o magnetoscopico), recupero componenti mediante ripristino delle superfici difettose, sostituzione pezzi usurati, rimontaggio e ripasso di verniciatura finale.

Le caratteristiche tecniche e di funzionamento sono riportate sul catalogo e/o sui disegni, in caso di varianti costruttive.

Di seguito sono indicati i principali componenti di una trasmissione cardanica standard.

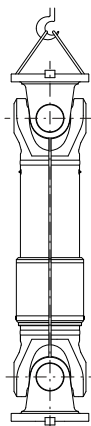
Per ordinare un componente di ricambio, indicare il nome ed il codice commerciale del componente richiesto oppure il relativo codice di produzione presente nel disegno di assieme dello spaccato ricambi.



M - TRASMISSIONI CARDANICHE VERTICALI

Le trasmissioni cardaniche verticali sono generalmente fornite assiemate e complete di controflange (superiore ed inferiore). Per un corretto montaggio della trasmissione, eseguire le seguenti operazioni.

- Svitare le viti di fissaggio delle controflange dai relativi dadi e rondelle e porle in appositi contenitori onde evitare di perderle.
- Svincolare le controflange (superiore ed inferiore) dalla trasmissione cardanica.
- Calettare le controflange (superiore ed inferiore) sulle rispettive estremità d'albero.
- Posizionare la trasmissione cardanica verticalmente, imbragata con fune di acciaio come in figura, con la flangia inferiore in corrispondenza della relativa controflangia.



- Montare le viti ed i dadi serrando alla coppia di serraggio richiesta (tabella 1).
- Sostenere il cardano in posizione verticale, tramite un tirante in grado di esercitare una presa assiale verso l'alto.
- Svincolare l'allunga cardanica dall'imbragatura.
- Esercitare gradualmente una forza verticale verso l'alto sfilando lentamente lo scanalato maschio dalla relativa femmina, fino ad ottenere il posizionamento della flangia superiore in corrispondenza della relativa controflangia.
- Montare le viti ed i dadi serrando alla coppia di serraggio richiesta (tabella 1).
- Svincolare la trasmissione cardanica da tutte le imbragature.
- Lubrificare la trasmissione secondo le modalità indicate nelle presenti istruzioni.
- Porre in rotazione la trasmissione ad un basso numero di giri (circa il 20% del valore nominale) per 30 minuti e controllare la situazione, verificando l'assenza di anomalie.
- Portare la trasmissione a velocità di rotazione nominale per 30 minuti e controllare la situazione, verificando l'assenza di anomalie.

Per quanto non indicato in questo paragrafo, riferirsi ai singoli punti del presente documento.

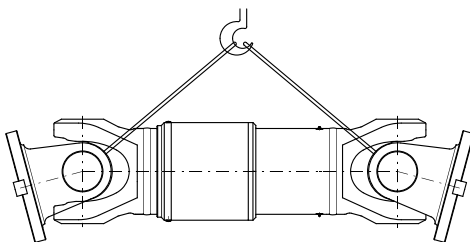
NORMES D'INSTALLATION, LUBRIFICATION, UTILISATION ET ENTRETIEN

A - ETAT DE FOURNITURE

- A.1 Normalement les allonges à cardan Maina des séries "A"- "B"- "C"- "E"- "H" sont fournies assemblées, équilibrées (si nécessaire) et, sauf demande contraire, peintes (couche de fond + couleur finale) suivant spécification Maina PFB 1104.
- A.2 Les surfaces usinées des fourches et des contre-bridges sont protégées contre la corrosion par une protection superficielle appropriée. Tout traitement anticorrosif différent doit être requis à la commande.
Les roulements et le corps coulissant sont prélubrifiés.

B - CONSEILS POUR LE DEPLACEMENT ET LE STOCKAGE

- B.1 Soulevez les allonges en position horizontale en utilisant des cordes en nylon appropriées. En cas de déplacement en position verticale, bloquez l'allonge à cardan avant de la soulever de manière à ce que les parties cannelées ne se détachent.



- B.2 Le transport et le stockage doivent être effectués en position horizontale. Sélectionnez les outils de levage suivant les poids indiqués dans les plans ou dans le catalogue.
- B.3 Ne soulevez pas et ne transportez pas en position verticale. Pour le transport en position verticale il faut prévoir une protection spéciale qui empêche que la partie coulissante se détache.
- B.4 L'emballage doit assurer la protection de l'allonge à cardan contre les coups, les conditions ambiantes, l'humidité et la buée.
- B.5 Stockez de préférence sur des poutres en bois appropriées. Evitez tout type d'impact pendant le déplacement et le stockage. Chocs et coups pendant le transport et le stockage pourraient endommager les roulements, les pièces cannelées et leurs protections.
- B.6 En cas d'une longue période de stockage les parties usinées doivent être protégées contre la corrosion.
- B.7 Sur demande, Maina peut fournir deux types de protection antioxydante:
 - a) pour stockage à court terme à l'abri (maxi 1 mois), par une pellicule huileuse transparente, de couleur ambrée qu'il n'est pas nécessaire d'éliminer avant l'installation.
 - b) pour stockage à moyen terme à l'abri ou pour expédition maritime (maxi 3 mois) par pellicule cireuse, sèche, transparente, qui doit être éliminée au moyen de solvant avant l'installation.

- Pour des périodes de stockage plus longues, contrôlez l'état des surfaces et, éventuellement, appliquez une nouvelle pellicule de protection.
- B.8 Pour des stockages à long terme (plus de trois mois), ré-lubrifiez les roulements et le groupe télescopique avant la mise en service.

C - NORMES DE SECURITE

- C.1 Les allonges à cardan sont des organes potentiellement dangereux et, par conséquent, l'utilisateur doit prévoir l'emploi de dispositifs de protection appropriés conformément aux normes de sécurité du travail en vigueur dans le Pays où les allonges sont installées.
- C.2 Les opérations de déplacement, installation, lubrification et entretien doivent être exécutées exclusivement par des techniciens qualifiés et experts.
- C.3 Pendant les opérations de déplacement, installation, lubrification et entretien il faut porter des vêtements appropriés, qui ne puissent rester pris dans les organes mécaniques, et employer des dispositifs de protection individuelle appropriés.
- C.4 Pendant les opérations de soulèvement et de déplacement tenez-vous à une distance appropriée de l'allonge à cardan.
- C.5 Si le nettoyage de l'allonge à cardan impose l'utilisation de produits chimiques toxiques, protégez les personnes et l'environnement de façon convenable.
- C.6 Assurez-vous que les machines connectées à l'allonge à cardan sont en conditions de sécurité et ne peuvent, en aucun cas, repartir pendant les différentes opérations.
- C.7 Pendant le fonctionnement les valeurs de charge convenues à la commande (couple, vitesse, angles de travail, etc...) ne doivent jamais, en aucun cas, être dépassées.

D - MONTAGE

- D.1 Sortez l'allonge à cardan de l'emballage et vérifiez l'état de conservation.
- D.2 Avant le montage, nettoyez soigneusement les surfaces usinées des fourches et des contre-bridés pour assurer un contact parfait et une transmission optimale du couple.
- D.3 N'enlevez pas les masses d'équilibrage.
- D.4 Ne détachez pas les pièces télescopiques cannelées pour éviter de les confondre avec celles d'autres allonges et de perdre, par conséquent, l'alignement, l'homocinéticité et la condition originale d'équilibrage de la transmission.
- D.5 Les fourches intérieures de l'allonge doivent être alignées. Contrôlez les signes de marquage.
- D.6 Dans les contre-bridés, les tolérances de coaxialité du centrage et de perpendicularité doivent être réduites.
- D.7 Avant le montage sur les arbres, chauffez uniformément les contre-bridés à $100 \div 150$ °C pour le montage avec clavette et à $300 \div 350$ °C pour le frettage. Les brides des allonges à cardan doivent être montées après le complet refroidissement des contre-bridés. Demandez la spécification Maina PFB 1202 (pour frettage) et PFB 1100 (pour montage avec clavette).
- D.8 Les contre-bridés doivent résulter solidement fixées et centrées sur les arbres.
Assurez-vous que:
- il n'y a pas de jeu entre trou et arbre
- axialement il n'y a pas de jeu ou de possibilité de mouvement
- les rainures de clavette ou les cannelures résultent sans jeu sur les flancs
- D.9 Assurez-vous que les distances entre les bouts d'arbres sont compatibles avec les plans de projet Maina.

NOTE:

Au cas où il faudrait monter des allonges à cardan de type fixe, l'une des parties devra pouvoir se déplacer pour compenser les légères variations de longueur dues à des tolérances de construction ou à des changements de température.

D.10 Nettoyez soigneusement la surface des brides avant le montage. Assurez-vous qu'il n'y a aucune trace de graisse, protection ou rouille.

D.11 Des jeux de tirants ou de vis de connexion aux brides sont fournis sur demande. Normalement Maina fournit:

- vis à tête hexagonale ou cylindrique (suivant DIN 931 - 12.9 ou 10.9)

- écrous de sûreté (suivant DIN 980 - 10 ou 8). Les écrous doivent être serrés au moyen d'une clé dynamométrique ou d'un dispositif similaire aux couples figurant dans le tableau 1 ou comme indiqué dans les plans. Après un certain nombre d'opérations (environ 6 vissages et dévissages) ils perdent leur efficacité et doivent être remplacés.

Normalement les tirants ou les vis sont insérés du côté contre-bride, avec l'écrou serré sur la bride de l'allonge à cardan. Dans des situations particulières, il est aussi possible d'insérer les vis du côté joint ou d'utiliser des goujons.

NOTE:

Ne lubrifiez pas les vis et les écrous au moyen d'huiles ou de graisses contenant MoS_2 .

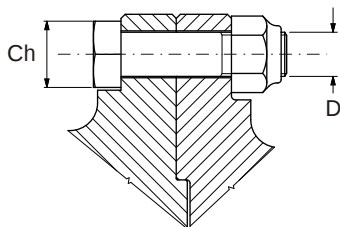


Tableau 1

D [mm]	M16	M16	M18	M20	M22	M22	M24	M27	M30	M30	M33	M36
Ch [mm]	24	24	27	30	32	32	36	41	46	46	50	55
Ma [Nm]	287	287	396	560	745	745	967	1415	1920	1920	2600	3330

D.12 Les roulements et le groupe télescopique ont été prélubrifiés chez notre usine et ne nécessitent aucun graissage avant l'installation, en cas de stockage à court terme.

D.13 Si la mise en service a lieu trois mois après le montage, contrôlez l'état des allonges à cardan et lubrifiez à nouveau.

D.14 Quand tout est prêt pour la mise en service et une fois vérifié que tout est correctement monté, serré et lubrifié, on peut démarrer la machine. Nous conseillons un démarrage lent et de contrôler que pendant la rotation aucune interférence ne se produise et que tout soit ok.

Au cas où les allonges à cardan seraient connectées directement aux arbres des moteurs électriques, vérifiez soigneusement l'isolation électrique des courants parasites engendrés par les forts champs électrostatiques dus au magnétisme des moteurs.

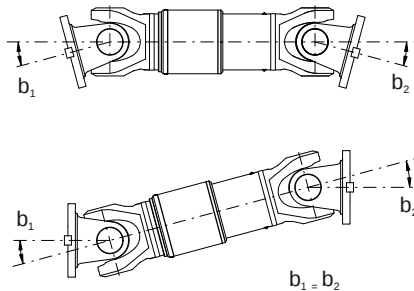
E - VERIFICATION FONCTIONNELLE

E.1 Les allonges à cardan des séries "A" - "B" - "C" - "E" - "H" doivent être utilisées dans les limites figurant dans le catalogue, les plans ou d'autres documents.

E.2 Le couple nominal de l'allonge à cardan M_k doit être toujours plus élevé que le couple maxi transmis. Par conséquent il est nécessaire de vérifier qu'il y a des facteurs de service

FS et de durée de vie KL appropriés et que le couple maxi transmis dans les périodes transitoires d'accélération et de décélération est inférieur au couple limite M_{cs} .

- E.3 La vitesse de rotation maxi admissible, en fonction de l'angle de travail, doit être 20% plus basse que la vitesse critique de flexion de l'allonge à cardan.
- E.4 Les valeurs de projet des angles de travail et à vide ne doivent en aucun cas être dépassés (pendant les opérations d'entretien, en ce qui concerne les limites maxi d'ouverture). Les allonges à cardan standard Maina admettent un angle d'inclinaison maxi de 15° , comme somme des angles dans les deux plans.
- E.5 Les deux demi-angles des joints doivent être égaux. Une différence de $2 \div 3^\circ$ est admise pour des vitesses de rotations inférieures à 300 rpm tandis que pour des vitesses de rotation supérieures cette différence doit être limitée à $1 \div 1.5^\circ$.



En cas de désalignement dans les deux plans:

$$\operatorname{tg} b_1 = \operatorname{tg} b_2 = \left((\operatorname{tg} bv)^2 + (\operatorname{tg} bh)^2 \right)^{0.5}$$

bv = angle du plan vertical

bh = angle du plan horizontal

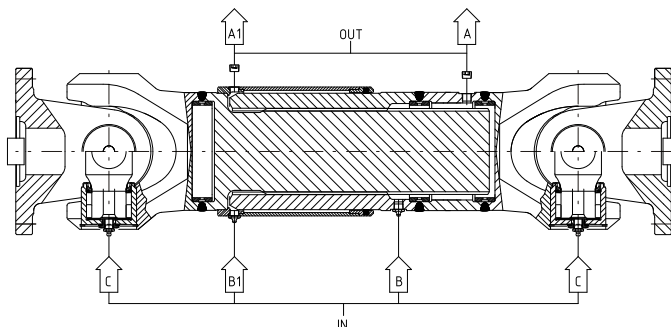
- E.6 Si l'allonge à cardan connecte le moteur avec le réducteur, et ce dernier résulte excessivement bruyant, avec de forts tapages, contrôlez l'alignement des arbres dans les deux plans et que les deux demi-angles soient égaux. Ce problème est plus grand avec des vitesses et des angles d'inclinaison plus élevés.
- E.7 Etant donné les difficultés d'alignement entre deux bouts d'arbre très éloignés, et en considération des raisons susdites, pour les applications industrielles nous conseillons des angles de travail compris entre 1° et 10° , atteignant 15° seulement dans des cas spéciaux. Plus l'angle de travail est élevé, plus grandes sont les réactions sur les supports des arbres qui supportent l'allonge à cardan.
- E.8 Pour faciliter la lubrification des roulements et limiter les phénomènes de billage statique des pistes, source de vibrations, nous conseillons des angles de travail de $1 \div 2^\circ$ min.
- E.9 En cas d'application sur des installations de laminage, assurez-vous que les supports d'allonge de changement des cylindres sont correctement positionnés et facile à ajuster, qu'ils ne forcent pas sur les allonges, qu'ils ont des appuis sûrs de manière à garantir un très bon alignement des manchons avec les cous des cylindres, qu'ils n'entravent pas la rotation, qu'ils permettent l'ouverture maxi des cylindres aussi pendant l'entretien et enfin qu'ils sont bien dimensionnés pour supporter le poids des allonges sans se déformer.
- E.10 Assurez-vous que, pendant les opération de changement des cylindres avec engagement et dégagement des manchons sur les cous de cylindre, de forts impacts axiaux ne se produisent; dans ce but, contrôlez le positionnement tangentiel des plaques planes et employez des allonges télescopiques équipées de devis de compensation axiale ayant aussi une fonction d'amortisseur, ainsi que des manchons ayant des grands chanfreins sur

les bords du trou et sur les clavettes. Dans ces cas, pour éviter que l'allonge à cardan se détache pendant les opérations de changement de cylindres, prévoyez de convenables dispositifs de blocage axial sur le support d'allonge ou sur l'allonge même.

- E.11 Contrôlez que les emmanchements des manchons avec le cou du cylindre soient soignés et précis et qu'ils n'engendrent pas de vibrations; dans ce but, maintenez les plaques planes et rondes en bon état.
- E.12 Au cas où des impacts et des couples élevés se produiraient sur l'installation, ou si le couple absorbé dépasse constamment les limites, il faut prévoir un dispositif de protection contre les surcharges, qui entre en action rapidement, avec une basse hystérésis, et qui assure une bonne marge de sécurité par rapport au couple limite de l'allonge à cardan.

F - LUBRIFICATION

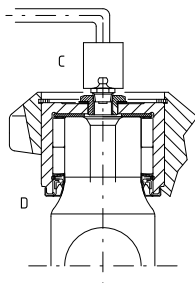
- F.1 Les roulements et le groupe télescopique ont été prélubrifiés chez notre usine et ils ne nécessitent aucun graissage avant l'installation, en cas de stockage à court terme.
- F.2 Si la mise en service a lieu trois mois après le montage, contrôlez l'état des allonges à cardan et lubrifiez à nouveau.
- F.3 Les performances et la durée de vie d'une allonge à cardan dépendent fondamentalement d'un correct programme de lubrification.
Ne faites coulisser la cannelure qu'après l'avoir lubrifiée.
- F.4 MAINA conseille les intervalles de lubrification suivants:
 - Première année
Toutes les 200 ÷ 350 heures de fonctionnement effectif
 - Après la première année
En conditions de fonctionnement normales, toutes les 2000 ÷ 3000 heures ou tous les six mois.
En conditions de fonctionnement lourdes, toutes les 500 ÷ 1000 heures ou tous les deux ou trois mois.
Les intervalles dépendent de la fréquence des impacts, du niveau de charge, des conditions ambiantes, vitesse de rotation, fonctionnement réversible, angle de travail, condition des étanchéités, fréquence mouvements de l'arbre, longueur du coulisement, mouvements à vide ou sous-charge.
Des conditions de fonctionnement particulièrement critiques peuvent imposer des intervalles réduits.
- F.5 Les points de graissage d'une allonge à cardan standard sont placés:
 - sur le fond de chaque roulement (C) ou au centre du croisillon, pour lubrifier les roulements
 - sur l'entretoise (B) et sur le tube de protection (B1), pour lubrifier le groupe télescopique.



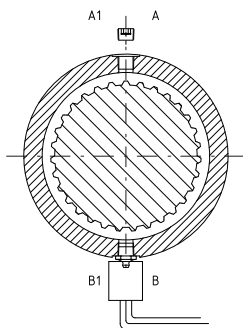
NOTE:

- a. En cas de ré-lubrification utilisez un lubrifiant compatible.
- b. Nettoyez les graisseurs avant chaque opération de lubrification.
- c. Ne lubrifiez pas avec une pression trop élevée:
PRESSION MAXI ADMISSIBLE 6 BAR.

F.6 Pompez la graisse dans les roulements (point C) jusqu'à ce qu'elle sorte de façon continue des étanchéités (point D).



F.7 Le groupe télescopique doit être lubrifié en position d'extension mini. La partie d'entretoise contenant l'arbre cannelé doit résulter complètement remplie de graisse. Ne pompez pas plus de graisse que celle qui est indiquée dans le plan. Pour introduire la graisse, enlevez les bouchons situés dans la partie supérieure (points A et A1) et pompez la graisse par un graisseur situé en bas (points B et B1). Pompez la graisse jusqu'à ce que le lubrifiant sorte de façon continue du point de sortie supérieur. Remplissez d'abord la chambre postérieure (du point B) et ensuite la chambre antérieure (du point B1). Après avoir lubrifié, faites coulisser la cannelure une fois ou deux fois avec les bouchons et les points de sortie ouverts. Revissez les bouchons.



G - LUBRIFIANTS

- G.1 Pour des services normaux MAINA recommande l'emploi de graisses au savon de lithium.
- G.2 Pour des températures de +90 à -30°C, employez des graisses avec degré de pénétration 1 ou 2, suivant DIN 51804. Pour des températures différentes, contactez notre service technique
- G.3 Pour des services lourds, MAINA recommande un lubrifiant ayant les caractéristiques techniques suivantes:

Savon	Lithium
Degré de pénétration	315 ÷ 325 possible 265 ÷ 295
Point de goutte	174 ÷ 193 °C possible 165 °C
Pourcentage de savon	7%

Huile minérale	75%
Viscosité de l'huile à 40°C	1000 ÷ 1500 cSt
Viscosité de l'huile à 100°C	60 ÷ 100 cSt
Additifs type EP	2%
Charge minérale de MoS ₂	5 ÷ 10%
Charge Timken	18 kg
Corrosion	négative

Pour des allonges à cardan de taille 39 ou supérieure et pour des applications lourdes (cages de laminage), MAINA recommande les graisses suivantes:

CASTROL	CASTROL MOLUB-ALLOY 870
WULKEN	MOLUBROL W/PA 10
OPTIMOL	LONGTIME PD2
KLUBER	KLUBERLUB BE41-1501
MOBIL	MOBILUX EP111
SIGNAL	MOLYVIS GLA SPECIAL

De plus, les graisses doivent:

- contenir des inhibiteurs d'oxydation
- être hydrofuges
- être exempts d'alcali, acides, impuretés
- avoir une bonne stabilité thermique

G.4 Pour de vitesses de rotation élevées (> 500 rpm), les additifs doivent posséder une bonne résistance à la centrifugation.

G.5 Pour des services industriels modérés, MAINA recommande les graisses suivantes:

BP	ENERGREASE LS2
ESSO	BEACON EP2
SHELL	ALVANIA EP2
MOBIL	MOBILUX 2
TEXACO	MULTIFAK EP2

Des graisses synthétiques peuvent aussi être utilisées.

G.6 La quantité de graisse à utiliser est indiquée dans les plans ou dans le catalogue.

H - ENTRETIEN

H.1 Après l'installation et la mise en service, établissez un programme d'entretien et de graissage soignés et réguliers, essentiels à assurer le bon fonctionnement et une longue durée de vie des allonges à cardan.

Les indications suivantes sont à titre indicatif, car la fréquence des inspections dépend des conditions de fonctionnement et du type de machine sur laquelle les allonges à cardan sont installées.

H.2 CONTRÔLE INITIAL

1^{er} contrôle après 1 semaine environ

2^{ème} contrôle après 2 ÷ 3 semaines environ

3^{ème} contrôle après 4 ÷ 6 semaines environ

H.3 CONTRÔLES REGULIERS

Toutes les 1000 ÷ 2000 heures de fonctionnement ou au moins une fois par an pour des services légers et tous les six mois pour des services lourds.

Les contrôles périodiques doivent être exécutés comme indiqué ci-après:

Boulons

Serrez si nécessaire.

Usure

Vérifiez:

- jeu radial des roulements
- jeu axial du croisillon
- jeu radial dentures pièces cannelées
- jeu de torsion dentures pièces cannelées

Bruit/Vibrations

Recherchez les causes de bruits étranges et de vibrations excessives et remédiez promptement.

Température

Assurez-vous que la température des roulements ne dépasse de $35 \div 40$ °C la température ambiante.

Position des contre-bridés

Assurez-vous que les supports n'ont pas cédé à cause de tassements des soubassements ou de déformations.

Lubrification

Assurez-vous qu'il n'y a pas de pertes de graisse, dues à centrifugation ou à d'autres causes, telles que usure ou rupture des étanchéités, rupture ou perte de graisseurs, bouchons ou soupapes d'évent.

- H.4 Si des anomalies émergeaient des contrôles susdits, telles que bruit excessif, pertes de graisse, jeux excessifs sur les croisillons, usures excessives des cannelures, pertes de boulons, surchauffages, il sera nécessaire de démonter les allonges à cardan et exécuter un entretien complet.

Les points critiques à contrôler, par ordre d'importance décroissant, sont:

- tourillon du croisillon dans la zone de transition entre les galets des roulements et dans la zone du raccord entre les tourillons, où il pourrait y avoir des fissures ou des microfissures;
- soudures de jonction tubes, fourreaux et arbres dentés, sur lesquels des fissures pourrait s'engendrer aux bords des cordons;
- bague extérieure roulements et rouleaux, qui pourraient manifester des écailllements, usures, corrosion, oxydation, pitting, déformations, refoulements, laminages et fissures dans la zone de passage de la surface plane du fond à la surface cylindrique de la bague;
- dentures des pièces cannelées, qui pourraient manifester des ruptures des dentures ou des fissures au pied de dent, déformations, écaillages, usures ou refoulements, grippages, microsoudures, corrosion, érosion;
- vis de fixation des brides, qui pourraient manifester des ruptures, desserrages, déformations des vis et corrosion; nous conseillons de remplacer la boulonnerie à chaque démontage;
- fourches, qui pourraient manifester des déformations des trous de logement des roulements, refoulement des trous des vis de connexion des brides, refoulement des clavettes transversales et/ou de leurs logements ou refoulement, usures, bosses des dentures frontales hirth ou à crabot type «dog teeth».
- allonge à cardan complète, qui pourrait manifester des déformations (de torsion ou de flexion), usures des clavettes planes et rondes et des chanfreins d'entrée cylindres des manchons, déformation plastique des ressorts de poussée, rupture des lèvres des joints, rupture du tube de protection de la cannelure.

Les composants qui ne sont plus bons pour le fonctionnement et qui ne peuvent plus être réparés doivent être remplacés par des rechanges originaux. En cas de remplacement du croisillon et des roulements, l'allonge à cardan doit être équilibrée dynamiquement, si indiqué dans le plan.

Lors de la réparation, les composants critiques doivent être soigneusement inspectés par des contrôles visuels, dimensionnels et non-destructifs afin de vérifier la possibilité des les réutiliser.

Nous conseillons de contacter la société Maina pour l'exécution d'opérations de remise en état, surtout pour des allonges à cardan de grandes dimensions.

I - DEMONTAGE ET REMONTAGE ROULEMENTS

Pour faciliter l'opération de démontage des roulements, il est bon de se munir d'un vérin spécial de type creux, avec pompe manuelle ou centrale électrohydraulique de commande.

Le vérin doit être équipé d'une entretoise tubulaire d'appui à la surface de l'œil de la fourche afin de permettre le passage du roulement. L'entretoise aura un diamètre intérieur 5 mm plus large que le trou de la fourche et une longueur telle qu'elle permette l'extraction complète du roulement de son logement.

Enlevez les circlips de blocage axial des roulements. Au cas où les roulements résulteraient encore axialement préchargés, pour faciliter l'opération, comprimez deux roulements opposés au moyen d'un tirant traversant le croisillon.

Accrochez le roulement au moyen d'un tirant spécial vissé dans le trou fileté placé sur le fond du roulement, après avoir enlevé le bouchon ou le graisseur, en faisant attention à ne pas engendrer des forcements.

Bloquez le tirant sur le roulement au moyen d'un écrou de blocage et démontez le roulement à l'aide du vérin. Au cas où l'extraction résulterait difficile à cause de la présence d'oxyde, chauffez légèrement et uniformément l'œil de la fourche au moyen d'une flamme libre.

Dans les cas les plus difficiles, refroidissez le tourillon du croisillon par un jet d'eau en chauffant en même temps l'œil de la fourche jusqu'à 120 ÷ 180 °C.

Après avoir démonté les roulements, nettoyez soigneusement leurs logements en éliminant toute oxydation des surfaces. Après le nettoyage, vérifiez l'intégrité des logements des circlips et l'ovalisation du trou sur la fourche.

Nettoyez les composants neufs, en éliminant les protections cireuses des surfaces usinées de contact et de coulissement nécessaires pour le montage. Enlevez toute trace de poussière des roulements et du croisillon car les impuretés influencent négativement le fonctionnement et la durée de vie des roulements.

Pour le nettoyage, utilisez de la térébenthine minérale ou du pétrole exempt d'acides ou d'essence contenant 5% d'huile.

Lubrifiez ou graissez par une légère couche d'huile minérale pure ou de graisse filante les surfaces intérieures et extérieures des roulements, les tourillons des croisillons, les trous sur les croisillons, les lèvres des joints et les groupes cannelés, afin de faciliter le montage.

L'assemblage des croisillons et des fourches doit être exécuté en usine, dans un endroit approprié et protégé de la poussière, suivant les points indiqués ci-dessous. Le fretage des roulements dans le trou doit résulter légèrement forcé. Remplacez toujours les roulements et les circlips.

Ci-dessous vous trouverez les opérations à suivre pour changer le croisillon et fretter les roulements jusqu'à la taille 62. Jusqu'à la taille 22 aucun appareil de levage n'est requis; pour toute taille supérieure il faut disposer d'une petite grue d'atelier murale avec une portée de 3000 kg.

a) Relevez la cote A sur toutes les fourches (avec bride et soudées), en prenant la mesure entre deux surfaces d'appui extérieures des logements des circlips.

b) Montez les roulements pas encore lubrifiés sur les tourillons des croisillons et, après avoir vérifié qu'ils sont bien en contact avec le fond du croisillon et avoir fait quelques rotations, relevez la cote B' entre deux fonds extérieurs des roulements. Placez le groupe croisillon + roulements assemblé sur la table et compressez par une charge axiale

comprise entre 300 ÷ 3000 kg en fonction des tailles pour obtenir une compression de 0.13 ÷ 0.15 mm de la cote B'. Cette opération peut être exécutée aussi au moyen de tirants. Si vous utilisez la presse, appliquez la charge une fois ou deux pour permettre le tassement de l'ensemble. Les roulements sous charge axiale, mesurez la cote B (B = B' 0.13 mm environ) entre deux surfaces extérieures de fond des roulements où iront agir les circlips de blocage.

c) Calculez l'épaisseur théorique des circlips de blocage roulements pour chaque bras du croisillon suivant la formule suivante:

$$X = (A - B) / 2 + Y$$

Y = 0.010 pour les tailles 18 et 22
Y = 0.015 pour les tailles 25 et 28
Y = 0.020 pour les tailles 31 et 39
Y = 0.025 pour les tailles 44 et 62

Pour la cote X une tolérance de ±0.01 est admise. Le montage des circlips doit résulter forcé et, une fois le montage terminé, aucun jeu axial du croisillon ne doit exister.

d) Rectifiez les deux circlips de chaque bras du croisillon sur la rectifieuse plane et portez leur épaisseur à la cote X, de manière à centrer l'axe du croisillon avec l'axe longitudinal de l'allonge à cardan et à assurer la coaxialité de rotation du croisillon avec le corps central de l'allonge à cardan. Plus l'allonge à cardan tourne vite, plus la coaxialité est importante.

e) Montez (si fournis séparément) les tôles fines ou les labyrinthes de protection et d'étanchéité sur les croisillons et assurez-vous qu'ils sont orthogonaux au tourillon et que leur position axiale permet à la lèvre frontal du joint de s'appuyer convenablement à la surface d'étanchéité.

Le frettage de la tôle fine sur le tourillon doit être exécuté après avoir lubrifié les surfaces intéressées, en poussant au moyen d'une matrice en matière ductile (plastique, bois, aluminium) pour éviter d'endommager ou de déformer la surface sur laquelle glissera la lèvre extérieur du joint. Une fois le montage terminé, graissez la surface intérieure des tôles fines sur laquelle s'appuiera le joint.

f) Commencez le montage du croisillon. Placez la demi-allonge ou l'allonge à cardan en position verticale et introduisez le croisillon à l'intérieur de la fourche soudée au groupe mâle ou femelle par un mouvement en Z, en introduisant les tourillons dans les trous des logements des roulements. Fixez le croisillon à la fourche en utilisant des faux-roulements en plastique ou en bois. L'allonge à cardan en position verticale, répétez l'opération pour introduire le croisillon dans la fourche avec bride, cette fois en mouvant la fourche par un mouvement en Z. Pour déplacer la fourche, utilisez les trous de la bride à l'aide d'œillets et de boulons correspondants. Montez les roulements de positionnement (éventuellement seulement un au cas où les roulements seraient déjà prêts pour le montage).

g) Montez les joints sur les roulements et remplissez de graisse les espaces entre les lèvres. Avant le frettage, il est possible d'étaler rapidement une légère couche de LOCTITE 406 sur le diamètre extérieur du joint. Frettez les joints en les poussant dans leurs logements au moyen d'une matrice spéciale en plastique ou en bois s'appuyant sur la surface annulaire à l'intérieur de l'étanchéité même. Ne montez jamais les joints en poussant de front sur toute l'étanchéité car cela pourrait endommager la lèvre frontale ou même le couper dans la zone de bout de tôle fine intérieure.

h) Frettez les roulements, d'abord ceux de la fourche à souder et ensuite ceux de la fourche

avec bride. Frettez un roulement à la fois en profitant, comme réaction pour le montage, du faux-roulement monté précédemment sur l'autre coté du même axe du croisillon. Chauffez légèrement les fourches pour faciliter l'opération. Le préchauffage doit être exécuté au moyen d'une flamme large et diffuse alimentée par gaz de manière que le chauffage soit homogène et, en tout cas, pas supérieur à $120 \div 150$ °C. Protégez les mains par des gants convenables. Les roulements doivent être frettés en même temps dans le logement et sur l'arbre. Introduisez le premier roulement dans le logement et mettez le circlip de blocage, en tirant le roulement contre le circlip. Après l'introduction du deuxième roulement il est nécessaire d'utiliser un vérin oléodynamique ou des tirants spéciaux pour monter le deuxième circlip et créer la correcte précharge axiale. Le vérin doit être à arbre creux et avoir un tirant portant la réaction sur le roulement opposé. Cette modalité de frettage permet d'éviter la déformation des oreilles des fourches. Pour faciliter le glissement des roulements et maintenir le groupe centré, gardez les œils de la fourche chauds.

NOTE:

Au cas où l'outillage de frettage ne serait pas disponible, il est quand même possible d'exécuter le montage en évitant de battre ou de forcer directement dans le centre du fond du roulement avec des masses ou des marteaux en acier (utilisez des massettes en caoutchouc ou en plomb). Interposez toujours entre roulement et masse une rondelle en matière ductile qui s'appuie sur une zone annulaire le plus près possible du diamètre extérieur. Faute d'un vérin, utilisez des tirants filetés passant d'une extrémité à l'autre de l'ensemble croisillon, en manœuvrant l'écrou de serrage par des clefs manuelles ou des visseuses pneumatiques.

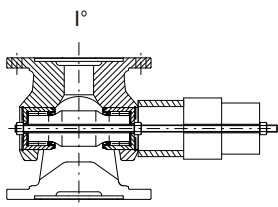
Assurez-vous que les circlips sont montés avec interférence et que le croisillon n'a pas de jeux axiaux ou radiaux. Une fois le montage terminé, les fourches ne devront pas pouvoir flotter librement mais seulement bouger avec un certain effort dû au couple de frottement sur les roulements. Pour de petites rotations les fourches doivent se soutenir d'elles mêmes. Assurez-vous que les lèvres des étanchéités ne se sont pas pincées, coupées ou retournées pendant le frettage. Enfin remplissez de graisse les roulements par les graisseurs.

Outillage nécessaire pour le montage:

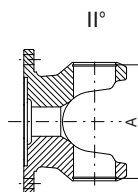
- vérins à arbre creux, dont les dimensions et les charges sont conformes à la rotation de l'allonge à cardan concernée par l'entretien, équipés de centrale de commande ou de pompe manuelle.
- 4 faux-roulements
- 1 tirant de frettage roulements
- 1 tirant de démontage roulements
- rondelles, butées d'appui, contre-écrous et écrous différents
- 1 bague de frettage tôles fines et labyrinthes
- 1 bague de frettage joints
- 1 entretoise creuse pour démontage roulements
- 2 butées de frettage roulements

SEQUENCE POUR LE CHANGEMENT DU CROISILLON ET DES ROULEMENTS

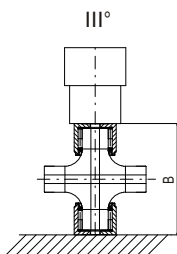
DEMONTAGE ROULEMENTS



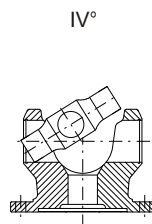
MESURAGE ENTRE CIRCLIPS



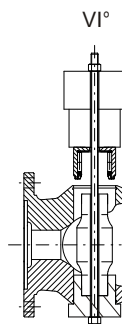
MESURAGE PRE-MONTAGE



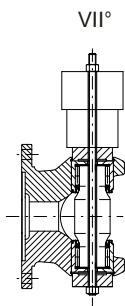
INTRODUCTION CROISILLON



MONTAGE PREMIER ROULEMENT



MONTAGE DEUXIEME ROULEMENT



Les perçages et les filets des croisillons et des roulements sont indiqués dans le tableau suivant (vérifiez avec les plans ou les pièces, car susceptibles de variation).

DIMENSIONS DES TROUS			PERFORMANCES DU TIRANT	
TAILLE DE L'ALLONGE A CARDAN	DIAMETRE DU TROU DU CROISILLON [mm]	DIAMETRE DU TROU DU ROULEMENT	DIAMETRE DU TIRANT CLASSE 12.9	CHARGE AXIALE [N]
18	10	M10x1	M8	35575
22	10	M10x1	M8	35575
25	16	M20x1.5	M14	111780
28	16	M22x1.5	M14	111780
31	17	M24x1.5	M16	152600
35	17	M24x1.5	M16	152600
39	33	M36x1.5	M30	545290
44	26	M38x1.5	M24	343115
49	32	M42x1.5	M30	545290
55	35	M48x1.5	M30	545290
62	45	M52x1.5	M30	545290

F
R
A
N
Ç
A
I
S

L - IDENTIFICATION, DONNEES TECHNIQUES ET PIECES DE RECHANGE

Les allonges à cardan des séries "A"- "B"- "C"- "E"- "H" sont identifiées par le numéro de matricule marqué sur le diamètre extérieur d'une bride d'extrémité.

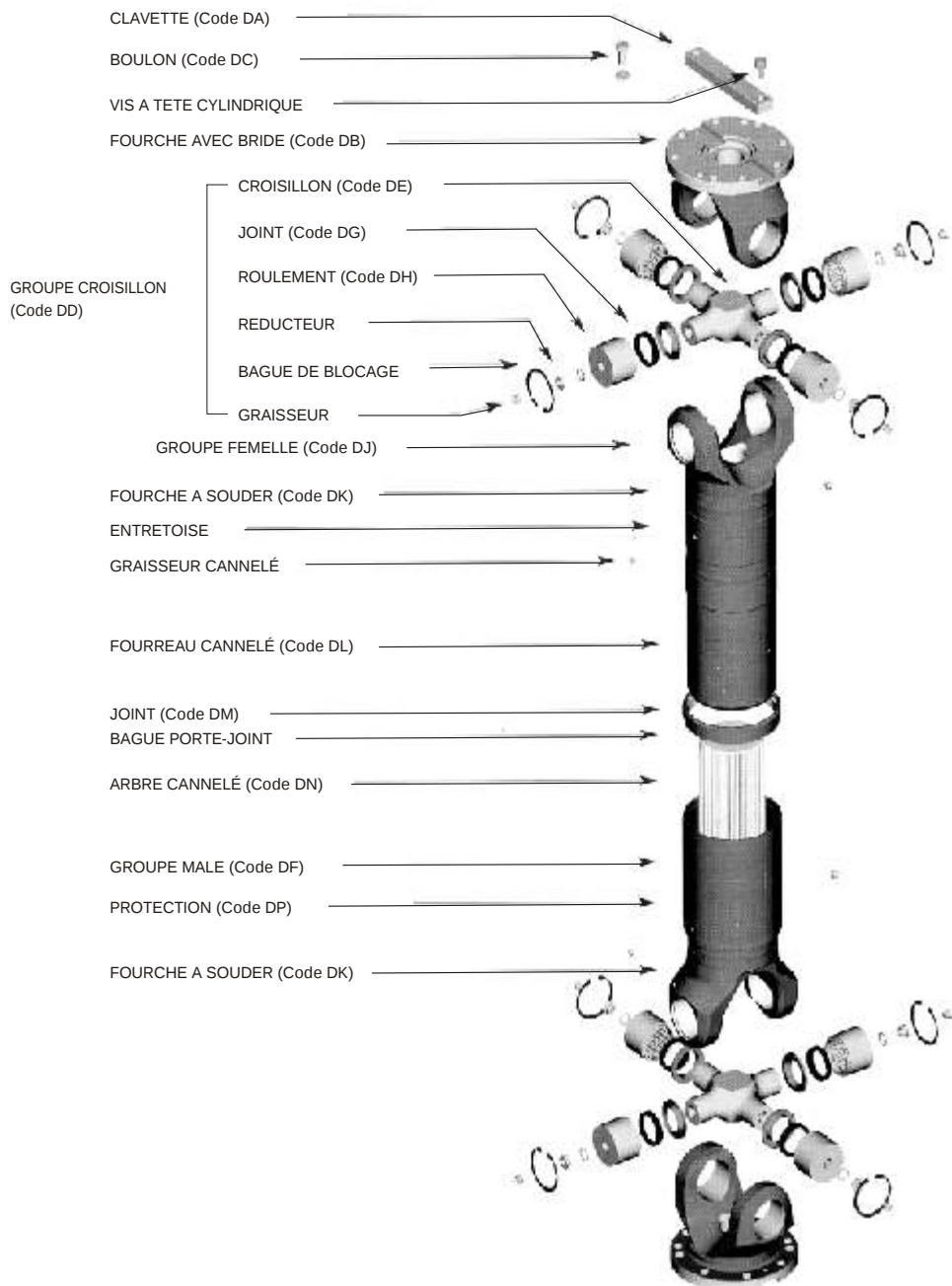
Pour réduire les temps d'arrêt, nous conseillons de garder en stock non seulement les groupes croisillon mais aussi des allonges à cardan complètes qui remplaceront celles installées à remettre en état.

Normalement la remise en état consiste en démontage, nettoyage, enlèvement de la peinture des zones critiques pour contrôle non-destructif (par liquides pénétrants ou magnétoscopique), récupération de composants par remise en état des surfaces défectueuses, remplacement des pièces usés, remontage et peinture finale.

En cas de versions de construction différentes, les caractéristiques techniques et de fonctionnement sont reprises dans le catalogue et/ou dans les plans.

Les pièces principales d'une allonge à cardan standard sont indiquées ci-dessous.

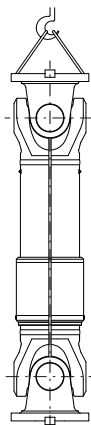
Pour commander une pièce de rechange, veuillez indiquer nom et code commercial du composant requis ou le code de production correspondant figurant dans le plan d'ensemble de la coupe des pièces de rechange.



M - TRANSMISSIONS A CARDAN VERTICALES

Normalement les allonges à cardan verticales sont fournies assemblées et équipées de contre-bridés (supérieure et inférieure). Pour un correct montage de l'allonge, exécutez les opérations suivantes:

- Dévissez les vis de fixation des contre-bridés des écrous et des rondelles correspondants et mettez-les dans des récipients pour éviter de les perdre.
- Détachez les contre-bridés (supérieure et inférieure) de l'allonge.
- Frettez les contre-bridés (supérieure et inférieure) sur les bouts d'arbre correspondants.
- Mettez l'allonge à cardan en position verticale, élinguée au moyen d'un câble en acier comme illustré dans la figure, avec la bride inférieure en correspondance de la contre-bride correspondante.



- Montez les vis et les écrous et serrez-les au couple de serrage requis (tableau 1).
- Maintenez le cardan en position verticale au moyen d'un tendeur exerçant une prise axiale vers le haut
- Libérez l'allonge à cardan de l'élingue.
- Sortez lentement la cannelure mâle de la femelle, en exerçant graduellement une force verticale vers le haut, jusqu'à quand la bride supérieure sera positionnée en correspondance de la contre-bride correspondante.
- Montez les vis et les écrous et serrez-les au couple de serrage requis (tableau 1).
- Libérez l'allonge à cardan de toute élingue.
- Lubrifiez l'allonge suivant les indications figurant dans ces instructions.
- Faites tourner l'allonge à petite vitesse (environ 20% de la vitesse nominale de rotation) pendant 30 minutes, contrôlez la situation et assurez-vous de l'absence d'anomalies.
- Faites tourner l'allonge à la vitesse nominale de rotation pendant 30 minutes, contrôlez la situation et assurez-vous de l'absence d'anomalies.

Pour tout ce qui n'est pas indiqué dans ce paragraphe, faites référence à chaque point de ce document.

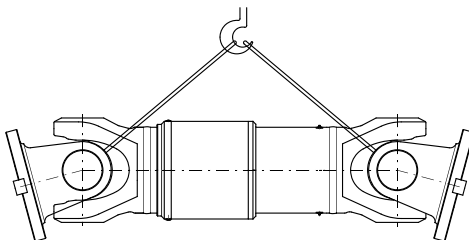
INSTALLATIONS, SCHMIER, GEBRAUCHS UND WARTUNGSANWEISUNGEN

A - LIEFERUMFANG

- A.1 Die Kardantriebe Maina der Serien "A"- "B"- "C"- "E"- "H" werden normalerweise montiert, gefluchtet (wenn erforderlich) und, wenn nicht anders verlangt, lackiert nach Spezifikation Maina PFB 1104 (Grundierung + Endfarbe) geliefert.
- A.2 Der Korrosionsschutz der bearbeiteten Flächen der Gabeln und der Gegenflanschen erfolgt mit einem entsprechenden Oberflächenschutz. Andere Korrosionsschutzbehandlungen auf Anfrage bei Bestellung.
Die Lager und der Gleitkörper sind vorgeschmiert.

B - EMPFEHLUNGEN ZU TRANSPORT UND LAGERUNG

- B.1 Die Kardantriebe horizontal anheben und dabei entsprechende Nylonseile verwenden. Bei Bewegung in vertikaler Position muss der Kardan vor dem Anheben so befestigt werden, dass sich die genuteten Teile nicht trennen.



- B.2 Transport und Lagerung müssen in horizontaler Position erfolgen. Das Hebezeug gemäß den auf den Zeichnungen oder im Katalog genannten Gewichten auswählen.
- B.3 Nicht in vertikaler Position anheben oder transportieren. Für den Transport in vertikaler Position ist ein besonderer Schutz vorzusehen, damit der Gleitkörper nicht herausrutscht.
- B.4 Die Verpackung muss Stöße des Kardantriebs vermeiden und diesen vor Umwelteinflüssen, Feuchtigkeit und Kondenswasser schützen.
- B.5 Möglichst auf passenden Holzträgern lagern. Jede Art von Stoß bei der Bewegung und der Lagerung vermeiden. Stöße und Schläge bei Transport und Lagerung können die Lager, die genuteten Teile und deren Schutzvorrichtungen beschädigen.
- B.6 Bei längerer Lagerung müssen die bearbeiteten Teile vor Korrosion geschützt werden.
- B.7 Auf Anfrage kann Maina zwei verschiedenen Typen von Oxidationsschutz liefern:
 - a) für die kurzfristige Lagerung an überdachten Stellen (max. 1 Monat) mit transparentem, bernsteinfarbener Ölfilm, der nicht vor der Aufstellung entfernt werden muss.
 - b) für mittelfristige Lagerung an überdachten Orten oder für Seefracht (max. 3 Monate) mit trockener, transparenter Wachsfilm, der vor der Aufstellung mit Lösemittel entfernt werden muss.

Für längerfristige Lagerungen muss der Oberflächenzustand geprüft und ggf. ein neuer Schutzfilm angebracht werden.
- B.8 Bei langfristiger Lagerung (über 3 Monate) müssen die Lager und die Teleskopgruppe vor der Inbetriebnahme erneut geschmiert werden.

C - SICHERHEITSVORSCHRIFTEN

- C.1 Die Kardantriebe sind potentiell gefährliche Elemente und deshalb muss der Anwender die angemessenen Schutzsysteme in Übereinstimmung mit den Vorschriften zur Arbeitssicherheit im Land der Installation vorsehen.
- C.2 Die Tätigkeiten zum Bewegen, Aufstellen, Schmieren und Warten dürfen nur von qualifiziertem und erfahrenem Person vorgenommen werden.
- C.3 Während der Tätigkeiten zum Bewegen, Aufstellen, Schmieren und Warten sind die angemessenen Kleidungsstücke zu tragen, die sich nicht in den mechanischen Elementen verfangen können und es sind die angemessenen PSA zu tragen.
- C.4 Beim Heben und Bewegen ist ein angemessener Abstand von dem Kardantrieb einzuhalten.
- C.5 Wenn zur Reinigung des Kardantriebs giftige chemische Produkte verwendet werden, dann müssen Personen und Umwelt angemessen geschützt werden.
- C.6 Sicherstellen, dass die an den Kardantrieb angeschlossenen Maschinen in Sicherheit gesetzt sind und deshalb während der verschiedenen Tätigkeiten nicht starten können.
- C.7 Während des Betriebs dürfen nie und in keinem Fall die bei der Bestellung vereinbarten Lastwerte (Drehmoment, Drehzahl, Arbeitswinkel usw.) überschritten werden.

D - MONTAGE

- D.1 Den Kardantrieb aus der Verpackung nehmen und ihren Zustand überprüfen.
- D.2 Vor der Montage sorgfältig die bearbeiteten Oberflächen der Gabeln und Gegenflanschen reinigen, um einen perfekten Kontakt zu garantieren und eine optimale Übertragung des Drehmoments zu gewährleisten.
- D.3 Die Fluchtungsgewichte nicht entfernen.
- D.4 Die ausziehbaren genuteten Teile nicht herausziehen, um diese nicht mit denen anderer Wellen zu verwechseln, was zum Verlust der Fluchtung und des Gleichlaufs sowie des ursprünglichen Fluchtungszustands der Welle führen kann.
- D.5 Die internen Gabeln des Antriebs müssen ausgerichtet sein. Die Markierungszeichen kontrollieren.
- D.6 Bei den Gegenflanschen müssen die Koaxialitätsabweichung der Zentrierung und der senkrechten Ausrichtung sich innerhalb der Grenzwerte befinden.
- D.7 Die Gegenflanschen gleichmäßig auf $100 \div 150$ °C erwärmen, wenn sie mit der Lasche verbunden werden und auf $300 \div 350$ °C bei fester Verbindung, bevor sie auf die Wellen montiert werden. Die Kardanflanschen werden nach dem vollständigen Abkühlen der Gegenflanschen montiert. Die Beschreibung Maina PFB 1202 (für festes Aufziehen) und PFB 1100 (bei Aufziehen mit Lasche) anfordern.
- D.8 Die Gegenflanschen müssen gut befestigt und auf den Wellen zentriert sein. Überprüfen, dass:
 - kein Spiel zwischen Bohrung und Welle vorhanden ist,
 - axial kein Spiel oder Bewegungsmöglichkeit vorhanden ist,
 - die Laschen oder Nutenteile spielfrei auf den Seiten anliegen.
- D.9 Prüfen, dass die Abstände zwischen den Wellenenden mit den Projektzeichnungen Maina kompatibel sind.
ANM.:
Wenn feste Kardantriebe einzubauen sind, dann muss eines der Teile sich frei bewegen können, um die leichten Längenänderungen aufgrund der Konstruktionstoleranzen oder Temperaturänderungen auszugleichen.
- D.10 Vor dem Einbau die Flanschflächen sorgfältig reinigen. Sicherstellen, dass keine Spuren von Fett, Schutzanstrich oder Rost vorhanden sind.

D.11 Auf Anfrage werden Sätze mit Zugankern oder Schrauben für die Verbindung mit den Gegenflanschen geliefert. Maina liefert normalerweise:

- Sechskant- oder Zylinderkopfschrauben (nach DIN 931 - 12.9 oder 10.9)
- Selbstsichernde Muttern (nach DIN 980 - 10 oder 8). Die Muttern müssen mit einem Drehmomentenschlüssel oder ähnlicher Vorrichtung nach Tabelle 1 Drehmomente oder gemäß Zeichnungen angezogen werden. Nach einer gewissen Zahl von Einsätzen (etwa 6 Mal fest- und losschrauben) verlieren sie ihre Wirkung und müssen ausgewechselt werden.

Normalerweise werden die Zuganker oder die Schrauben auf der Seite des Gegenflansch eingesetzt, wobei die Mutter auf dem Kardanflansch angezogen wird. In Sonderfällen können die Schrauben auch auf der Käfigseite eingesetzt oder es können Käfigschrauben verwendet werden.

ANM.:

Die Schrauben und Muttern nicht mit MoS_2 -haltigen Ölen oder Fetten schmieren.

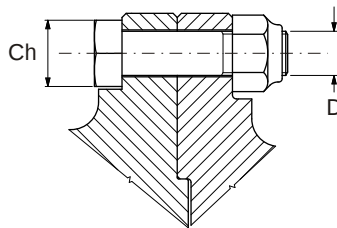


Tabelle 1

D [mm]	M16	M16	M18	M20	M22	M22	M24	M27	M30	M30	M33	M36
Ch [mm]	24	24	27	30	32	32	36	41	46	46	50	55
Ma [Nm]	287	287	396	560	745	745	967	1415	1920	1920	2600	3330

D.12 Die Lager und die Teleskopgruppe sind bereits in unserer Werkstatt vorgeschmiert worden und müssen vor der Installation und bei kurzfristiger Lagerung nicht gefettet werden.

D.13 Wenn die Inbetriebnahme drei Monate nach der Montage erfolgt, muss der Zustand der Kardantriebe geprüft und diese wieder geschmiert werden.

D.14 Wenn alles für die Inbetriebnahme bereit ist und nach der Prüfung auf richtige Montage, Anzug und Schmierung, kann die Maschine gestartet werden. Es wird ein langsames Anlaufen empfohlen, wobei zu kontrollieren ist, dass es keine Störungen bei der Drehung entstehen und das alles in Ordnung ist.

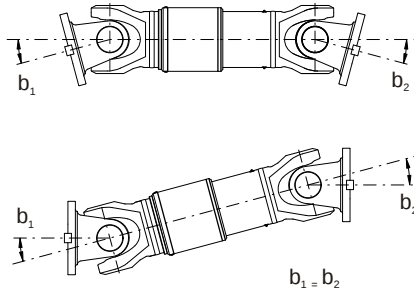
Falls die Kardane direkt an die Wellen der Elektromotoren angeschlossen sind, muss auf die Isolierung vor Kriechströmen kontrolliert werden, die von starken elektromagnetischen Feldern erzeugt werden, die vom Magnetismus der Motoren verursacht werden.

E - FUNKTIONSPRÜFUNG

E.1 Die Kardantriebe der Serien "A"- "B"- "C"- "E"- "H" müssen innerhalb der im Katalog oder auf den Zeichnungen oder anderen Unterlagen genannten Grenzwerten verwendet werden.

E.2 Das Nenn Drehmoment des Kardantriebs M_K muss immer höher sein als das maximal übertragene Drehmoment. Deshalb muss geprüft werden, ob die angemessenen Betriebsfaktoren SF und Standzeitfaktoren KL vorliegen und dass das maximal übertragene Drehmoment bei den Beschleunigungs- und Abbremspitzen unter dem Grenzdrehmoment M_{Cs} liegt.

- E.3 Die maximal zulässige Drehzahl hängt von dem Arbeitswinkel ab und muss 20% niedriger als die kritische Biegedrehzahl des Antriebs sein.
- E.4 Die vorgesehenen Winkel bei Arbeit und Leerlauf (während der Instandhaltung bei den maximalen Öffnungsgrenzwerten) dürfen auf keinen Fall überschritten werden. Die Standard-Kardantriebe von Maina gestatten einen maximalen Neigungswinkel von 15°, als Summe der Winkel der beiden Ebenen.
- E.5 Die beiden Halbwinkel der Gelenke müssen gleich sein. Bei Drehzahlen unter 300 rpm ist eine Differenz von 2 ÷ 3° zulässig, bei höheren Drehzahlen muss diese Differenz im Bereich 1 ÷ 1.5° liegen.



Bei einer Verlagerung der beiden Ebenen:

$$\operatorname{tg} b_1 = \operatorname{tg} b_2 = \left((\operatorname{tg} b_v)^2 + (\operatorname{tg} b_h)^2 \right)^{0.5}$$

b_v = Winkel in der vertikalen Ebene

b_h = Winkel in der horizontalen Ebene

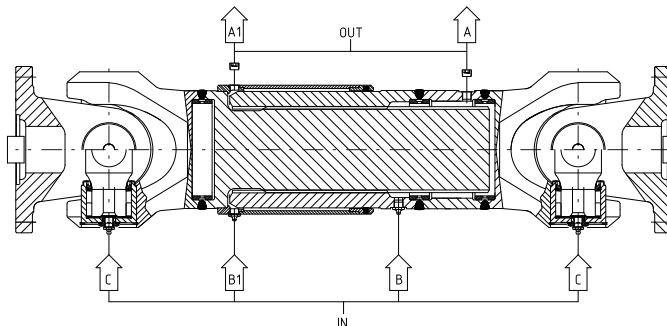
- E.6 Wenn der Kardan den Motor mit einem Getriebe verbindet und dieses zu laut und mit starken Schlägen läuft, dann muss die Fluchtung der Wellen in den beiden Ebenen überprüft werden. Dabei kontrollieren, dass die beiden Halbwinkel gleich sind. Dieses Problem tritt verstärkt auf, wenn die Drehzahl und der Neigungswinkel steigen.
- E.7 Aufgrund der verständlichen Schwierigkeit bei der Ausrichtung zwischen den beiden voneinander entfernt gelegenen Wellenende und aufgrund der oben genannten Gründe, werden bei Industrieanwendungen Arbeitswinkel zwischen 1° und 10° empfohlen, wobei 15° nur in Sonderfällen erreicht werden sollten. Je größer der Arbeitswinkel, um so höher sind die Druckkräfte auf die Wellenaufleger des Kardans.
- E.8 Um die Schmierung der Lager zu erleichtern und um eine statische Abnutzung der Kugellagern einzudämmen, die zu Vibrationen führt, werden Arbeitswinkel von 1 ÷ 2° empfohlen min.
- E.9 Bei Verwendung in Walzstraßen prüfen, dass die Verlängerungslager des Zylinderwechsels korrekt positioniert sind und über bequeme Einstellungen verfügen, die nicht zu stark auf die Verlängerungen einwirken und die sichere Auflagen haben und eine optimale Fluchtung der Hülsen mit dem Zylinderhälsen garantieren. Sie dürfen die Drehung nicht beeinträchtigen und störungsfrei die maximale Öffnung der Zylinder auch bei der Instandhaltung gewährleisten und müssen so bemessen sein, dass die das Gewicht der Verlängerungen ohne Verformung aushalten.
- E.10 Überprüfen, dass während der Arbeiten des Zylinderwechsels mit Ein- und Auskuppeln der Manschetten auf den Zylinderhälsen es nicht zu starken axialen Stößen kommt. Dazu die tangierende Positionierung der planen Keile prüfen und Teleskopverlängerungen mit axialer

Ausgleichsvorrichtung verwenden, die als Stoßdämpfer dienen, sowie Manschetten, die mit großen Abschrägungen an der Bohrungskontur und auf den Keilen versehen sind. In diesem Fällen müssen, um ein Abziehen des Kardans beim Zylinderwechsel zu vermeiden, axiale Klemmvorrichtungen auf dem Verlängerungslager oder dem Kardan selbst vorgesehen werden.

- E.11 Kontrollieren, dass die Verbindungen der Hülsen mit dem Zylinderhals genau und präzise sind und dass diese bei der Drehung keine Vibrationen erzeugen. Zu diesem Zweck müssen die planen und runden Keile in gutem Zustand gehalten werden.
- E.12 Falls in der Anlage starke Stöße oder hohe Drehmomente erzeugt werden oder wenn das aufgenommene Drehmoment konstant über den Grenzwerten liegt, dann ist ein Überlastschutzsystem vorzusehen, das mit einer niedrigen Hysterese sofort anspricht und auf diese Weise eine gute Sicherheitsmarge bezogen auf das Grenzdrehmoment des Antriebs garantiert.

F - SCHMIEREN

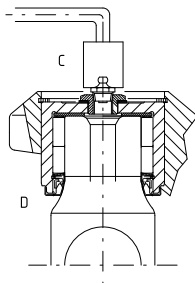
- F.1 Die Lager und die Teleskopgruppe sind bereits in unserer Werkstatt vorgeschmiert worden und müssen vor der Installation und bei kurzfristiger Lagerung nicht gefettet werden.
- F.2 Wenn die Inbetriebnahme drei Monate nach der Montage erfolgt, muss der Zustand der Kardantriebe geprüft und diese wieder geschmiert werden.
- F.3 Die Leistungen und die Standzeit eines Kardantriebs hängen wesentlich von einem korrekten Schmierprogramm ab.
Die Nutwelle nicht bewegen, wenn sie vorher nicht geschmiert wurde.
- F.4 MAINA empfiehlt die folgende Schmierhäufigkeit:
- Erstes Jahr
Alle 200 ÷ 350 effektiven Betriebsstunden
- Nach dem ersten Jahr
Bei normalen Einsatzbedingungen alle 2000 ÷ 3000 Stunden oder alle 6 Monate.
Bei schweren Einsatzbedingungen alle 500 ÷ 1000 Stunden oder alle 2 bis 3 Monate.
Die Abstände hängen von der Häufigkeit der Anwendung, der Belastung, den Umgebungsbedingungen, der Drehzahl, dem Reversierbetrieb, dem Arbeitswinkel, dem Zustand der Dichtung, der Häufigkeit der Wellenbewegung, der Hublänge, den Leerlaufbewegungen und Bewegungen unter Last ab.
Bei besonders kritischen Einsatzbedingungen können kürzere Schmierabstände erforderlich sein.
- F.5 Die Schmierstellen eines Standard-Kardantriebs befinden sich:
- auf dem Boden jedes Lagers (C) oder in der Mitte des Kreuzgelenks zum Schmieren der Lager
- auf dem Abstandshalter (B) und auf dem Schutzrohr (B1) zum Schmieren der Teleskopgruppe.



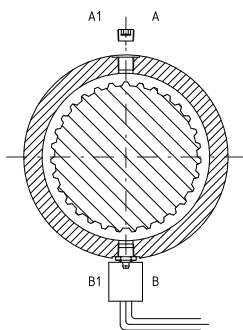
ANM.:

- a. Beim erneuten Schmieren ein kompatibles Schmiermittel verwenden.
- b. Die Schmiernippel vor jedem Schmiereingriff reinigen.
- c. Nicht mit zu hohem Druck schmieren:
MAXIMAL ZULÄSSIGER DRUCK 6 BAR.

F.6 Das Fett in die Lager (Punkt C) pumpen, bis das Schmiermittel kontinuierlich aus den Dichtungen (Punkt D) austritt).



F.7 Die Teleskopgruppe muss in der Position minimales Ausfahren geschmiert werden. Der Teil des Abstandshalters mit der Nutwelle muss komplett mit Fett gefüllt sein. Nicht mehr Fett einpumpen, als auf der Zeichnung angegeben. Um das Fett einzuführen, die Decken auf dem oberen Teil (Punkte A und A1) entfernen und das Fett durch den Schmiernippel auf der Unterseite (Punkte B und B1) einpumpen. So lange Fett pumpen, bis es gleichförmig aus der oberen Entlüftungsöffnung austritt. Erst die hintere Kammer (von Punkt B) und dann die vordere Kammer (von Punkt B1) füllen. Nach dem Schmieren die Nutwelle ein oder zwei Mal mit offenen Deckeln und Entlüftungsöffnungen bewegen. Dann die Deckel wieder zuschrauben.



G - SCHMIERMITTEL

- G.1 Für normalen Betrieb empfiehlt MAINA lithiumverseifte Fette.
- G.2 Bei Temperaturen von +90 bis -30°C Fette mit einer Penetration 1 oder 2 nach DIN 51804. Bei anderen Temperaturen wenden Sie sich bitte an unseren technischen Kundendienst.
- G.3 Bei schwerem Einsatz empfiehlt MAINA die folgenden technischen Daten für das Schmiermittel:

Seife	Lithium
Walk-Penetration	315 ÷ 325 möglich 265 ÷ 295
Tropfpunkt	174 ÷ 193 °C möglich 165 °C
Prozentualer Seifengehalt	7%

Mineralöl	75%
Ölviskosität bei 40°C	1000 ÷ 1500 cSt
Ölviskosität bei 100°C	60 ÷ 100 cSt
EP-Additive	2%
Mineralzuschlag MoS ₂	5 ÷ 10%
Timken-Last	18 kg
Korrosion	negativ

MAINA empfiehlt die folgenden Fetttypen für Kardanantriebe der Größe 39 oder höher und für schwere Einsatzbedingungen (Walzkäfige):

CASTROL	CASTROL MOLUB-ALLOY 870
WULKEN	MOLUBROL W/PA 10
OPTIMOL	LONGTIME PD2
KLUBER	KLUBERLUB BE41-1501
MOBIL	MOBILUX EP111
SIGNAL	MOLYVIS GLA SPECIAL

Die Fette müssen außerdem:

- Oxidationshemmer enthalten
- wasserabweisend sein
- frei von Basen, Säuren und Unreinheiten sein
- eine gute thermische Stabilität aufweisen.

G.4 Für hohe Drehzahlen (> 500 rpm) müssen die Additive eine gute Schleuderfestigkeit aufweisen.

G.5 Bei mittelschwerem Industrieinsatz empfiehlt MAINA die folgenden Fette:

BP	ENERGREASE LS2
ESSO	BEACON EP2
SHELL	ALVANIA EP2
MOBIL	MOBILUX 2
TEXACO	MULTIFAK EP2

Es können auch Synthetikfette verwendet werden.

G.6 Die zu benutzende Fettmenge ist auf den Zeichnungen oder im Katalog genannt.

H - WARTUNG

H.1 Nach der Installation und der Inbetriebnahme ist die Vorbereitung eines akkuraten und regelmäßigen Wartungs- und Schmierprogramms für den einwandfreien Betrieb und die Lebensdauer der Kardanantriebe von höchster Wichtigkeit.

Hier ein ungefährender Leitfaden, da die Häufigkeit der Kontrollen von den Arbeitsbedingungen und dem Typ der Maschine abhängt, bei denen die Kardanantriebe installiert werden.

H.2 ANFÄNGLICHE KONTROLLE

1. Kontrolle nach ca. 1 Woche
2. Kontrolle nach ca. 2 ÷ 3 Wochen
3. Kontrolle nach ca. 4 ÷ 6 Wochen

H.3 REGELMÄSSIGE KONTROLLEN

Alle 1000 ÷ 2000 Betriebsstunden oder mindestens ein Mal im Jahr bei leichtem Einsatz oder alle sechs Monate bei schwerem Einsatz.

Die regelmäßigen Kontrollen müssen folgendermaßen ausgeführt werden:

Schrauben

Bei Bedarf anziehen.

Verschleiß

Prüfen:

- Axialspiel der Lager
- Axialspiel des Kreuzgelenks
- Radialspiel der genuteten Verzahnungen
- Drehspiel der genuteten Verzahnungen.

Geräuschentwicklung/Vibrationen

Die Ursachen ungewöhnlicher Lärmentwicklung und von Vibrationen suchen und diese umgehend beheben.

Temperatur

Sicherstellen, dass die Lagertemperatur die Umgebungstemperatur nicht um $35 \div 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ übersteigt.

Position der Gegenflanschen

Kontrollieren, dass die Auflager nicht nachgegeben haben, was mit einem Setzen der Unterbauten oder Verformungen zusammen hängen kann.

Schmierung

Kontrollieren, dass kein Fett aufgrund von Schleudern oder anderen Ursachen wie Verschleiß oder Bruch der Dichtungen, Bruch oder Austritte der Schmiernippel, Deckel oder Entlüftungsventile austritt.

H.4 Wenn bei den genannten Kontrollen Anomalien auftreten, wie zu starke Geräuschentwicklung, Fettaustritte, zu starke Spiele bei den Kreuzgelenken, zu starker Verschleiß der Nutwellen, Fehlen von Schrauben, Überhitzung, dann müssen die Kardantriebe für die notwendige Wartung ausgebaut werden.

Die zu kontrollierenden kritischen Punkte sind in bezogen auf die Bedeutung absteigender Reihenfolge:

- Kreuzgelenkzapfen im Übergangsbereich zwischen den Walzen (Ende des Anschlusses und Beginn des nächsten Anschlusses) und im Anschlussbereich, wo Risse oder Mikrorisse vorhanden sein können;
- Verbindungsschweißstellen der Rohre, Manschetten und Wellen, bei denen es an den Seiten der Schweißnähte zu Rissbildung kommen kann;
- Außenring der Lager und Walzen, bei denen es zu Ablösungen, Verschleiß, Korrosion, Oxidation, Pitting, Verformung, Stauchungen, Walzungen und Rissen in den Durchgangsbereichen von der flachen Seite des Bodens zur zylindrischen Oberfläche des Rings kommen kann;
- genutete Verzahnungen, bei denen es zu Bruch der Zähne oder Rissen am Zahnansatz kommen kann, zu Verformungen, Schuppenbildung, Verschleiß, Stauchungen, Mikroverschweißungen, Korrosion, Erosion;
- Schrauben der Flanschverbindung, bei denen es zu Brüchen, Losschrauben, Verformung der Schrauben und Korrosion kommen kann. Außer dem Ausbau wird hier das Auswechseln der Schrauben empfohlen;
- Gabeln, bei denen es zu Verformungen der Aufnahmebohrungen der Lager kommen kann, zur Stauchung der Bohrungen der Flanschverbindungsschrauben, zur Stauchung der Querkeile und/oder deren Sitze und Stauchung, Verschleiß, Stöße der Hirth-Verzahnungen oder der stirnseitigen Nutensteine;
- kompletter Kardantrieb, bei dem es zu Verformungen kommen kann (Dreh- und Biegeverformung), zu Verschleiß der flachen und runden Keile und der Abschrägungen der Hülsenzyylinder, Erlahmen der Druckfedern, Bruch der Dichtlippen, Bruch des Nutwellenschutzrohrs.

Bauteile, die sich nicht mehr für den Betrieb eignen und die nicht wieder hergestellt werden können, müssen mit Original-Ersatzteilen ausgewechselt werden. Bei Auswechseln des Kreuzgelenks und der Lager muss der Kardantrieb dynamisch gewuchtet werden, falls dies auf der Zeichnung angegeben ist.

Während der Reparatur müssen die kritischen Bauteile des Antriebs sorgfältig Sichtkontrollen, Maßkontrollen und nicht zerstörenden Prüfungen unterzogen werden, um deren Wiederverwendung zu prüfen.

Wir empfehlen zur Ausführung der Reparaturen vor allem bei großformatigen Kardanantrieben, die Firma Maina zu kontaktieren.

I - LAGER AUS- UND WIEDEREINBAUEN

Um die Lager bequem abziehen zu können, sollte für die Arbeit einen entsprechenden Hebebock mit manueller Pumpe oder elektrohydraulischem Steueraggregat vorbereitet werden.

Der Hebebock muss mit einem Abstandsrohr versehen sein, das auf der Gabelaugenfläche aufliegt und den Durchgang des Lagers gestattet. Das Abstandsstück hat einen ca. 5 mm größeren Durchmesser als die Bohrung auf der Gabel und ist so lang, dass das Lager komplett aus seinem Sitz abgezogen werden kann.

Die Seeger-Ringe zur axialen Lagerbefestigung entfernen. Falls die Lager noch axial vorgespannt sein sollten, dann werden die beiden Lager des gleichen Abzweigs mit einem Zuganker durch das Kreuzgelenkt komprimiert.

Das Lager mit einem entsprechenden Zuganker befestigen, der in die Gewindebohrung auf dem Lagerboden eingeschraubt wurde, nachdem der Deckel oder der Fettnippel entfernt wurden. Dabei nicht zu viel Kraft anwenden.

Den Zuganker mit einer Kontermutter auf dem Lager befestigen und dann das Lager mit einem Hebebock abziehen. Sollte das Abziehen durch vorhandenen Rost erschwert sein, dann muss das Gabelauge leicht und gleichförmig mit einer freien Flamme erhitzt werden. In besonders komplizierten Fällen den Kreuzgelenkzapfen mit Wasser abkühlen und gleichzeitig das Gabelauge auf $120 \div 180^\circ\text{C}$ erwärmen.

Nach dem Abziehen der Lager müssen die Sitze derselben sorgfältig gereinigt werden und dabei allen Rost von den Oberflächen entfernen. Nach dem Reinigen die Unversehrtheit aller Nuten der Seeger-Ringe und die Ovalisierung der Gabelbohrung überprüfen.

Die neuen Bauteile reinigen und dabei den Wachsschutzfilm von den bearbeiteten Verbindungs- und Gleitstellen entfernen, die von der Montage betroffen sind. Alle Staubreste von den Lagern und dem Kreuzgelenk entfernen, da Unreinheiten den Betrieb und die Standzeit der Lager beeinträchtigen.

Zum Reinigen Terpentin, säurefreies Petroleum oder Benzin mit 5% Öl benutzen.

Mit einer dünnen Schicht aus reinem Mineralöl oder faserigem Fett die Lager innen und außen, die Kreuzgelenkzapfen, die Bohrungen auf den Gabeln, die Dichtlippen und die genuteten Gruppen schmieren, um die Montage zu erleichtern.

Der Zusammenbau der Kreuzgelenke und der Gabeln muss in einer Werkstatt mit einem geeigneten und staubgeschütztem Raum gemäß der nachstehenden Anleitung erfolgen.

Das Aufziehen der Lager in die Bohrung muss einen gewissen Kraftaufwand erfordern. Zusammen mit den Lagern müssen immer auch die Seeger-Ringe ausgewechselt werden.

Nachstehend die Verfahren zum Auswechseln des Kreuzgelenks und zum Aufziehen der Lager bis Größe 62. Bis Größe 22 ist kein Hebezeug erforderlich, darüber hinaus ist ein kleiner Auslegerkran für Werkstätten mit einer Traglast von 3000 kg notwendig.

a) Auf allen Gabeln (zum Flanschen und zum Schweißen) das Maß A messen, und zwar zwischen den beiden externen Auflageflächen der Sitze der Seeger-Ringe.

b) Die noch nicht geschmierten Lager auf den Kreuzgelenkzapfen montieren und nachdem diese einen sicheren Kontakt mit dem Kreuzgelenkboden haben und nach einigen Drehungen das Maß B' zwischen den beiden externen Lagerböden messen. Die Kreuzgelenkgruppe und das zusammengebaute Lager auf den Pressentisch legen und mit

einer variablen axialen Last zwischen 300 ÷ 3000 kg je nach Größe komprimieren und dabei eine Kompression von 0.13 ÷ 0.15 mm des Maßes B' erzeugen. Diese Tätigkeit kann auch mit den Zugankern ausgeführt werden. Wenn die Presse benutzt wird, dann muss die Last ein paar Mal angelegt werden, um ein Setzen der Gruppe zu ermöglichen. Mit den Lagern unter Axiallast die Quote B ($B = B'$ circa 0.13 mm) zwischen den beiden Außenflächen des Lagerbodens messen, wo die Seeger-Ringe zur Befestigung greifen.

c) Die theoretische Dicke der Seeger-Ringe für die Lagerbefestigung für jeden Abzweig des Kreuzgelenks mit der folgenden Formel berechnen:

$$X = (A - B) / 2 + Y$$

Y = 0.010 für die Größen 18 und 22
Y = 0.015 für die Größen 25 und 28
Y = 0.020 für die Größen 31 und 39
Y = 0.025 für die Größen 44 und 62

Für die Quote X ist eine Abweichung von ± 0.01 zulässig. Der Einbau der Dichtringe muss einen gewissen Kraftaufwand erfordern und nach der Montage darf es kein Axialspiel des Kreuzgelenks geben.

d) Auf der Flächenschleifmaschine die Seeger-Ringe jedes Kreuzgelenkabzweigs schleifen und dabei die Stärke auf Quote X bringen, so dass die Kreuzgelenkachse mit der Längsachse des Kardans zentriert wird und die Koaxialität der Drehung des Kreuzgelenks mit dem Zentralkörper des Kardantriebs garantiert wird. Je schneller der Kardan, um so wichtiger ist die Koaxialität.

e) Die Bleche oder Labyrinth zum Schutz und zur Dichtung (wenn getrennt geliefert) auf die Kreuzgelenke montieren und dabei prüfen, dass sie senkrecht zum Zapfen sitzen und dass ihre axiale Position es der stirnseitigen Lippe der Dichtung ermöglicht, angemessen auf der Dichtfläche aufzuliegen.

Die feste Verbindung des Blechs auf dem Zapfen muss nach dem Schmieren der betroffenen Oberflächen erfolgen. Dabei zum Andrücken eine Matrix aus weichem Material (Plastik, Holz, Aluminium) verwenden, um die Oberfläche, auf der die externe Dichtlippe gleitet, nicht zu beschädigen oder zu verformen. Nach der Montage die Innenfläche der Bleche schmieren, auf denen die Dichtung arbeitet.

f) Mit dem Einbau des Kreuzgelenks beginnen und dabei den Halbkardan oder den Kardan vertikal positionieren und das Kreuzgelenk in die an die Einschub- oder Buchsengruppe geschweißte Gabel mit Z-Bewegung einsetzen. Die Zapfen dabei in die Bohrungen in den Lagersitzen einführen. Das Kreuzgelenk an der Gabel befestigen und dazu die falschen Lager aus Kunststoff oder Holz verwenden. Mit dem Kardan in vertikaler Position die Tätigkeit wiederholen und das Kreuzgelenk in die geflanschte Gabel einsetzen und dieses Mal die Gabel mit einer Z-Bewegung bewegen. Zur Bewegung der Gabel die Bohrungen des Flansch mit Hebeösen und den entsprechenden Bolzen verwenden. Die falschen Positionierungslager montieren (ggf. nur eines, wenn die Lager bereits einbaubereit sind).

g) Die Dichtungen auf den Lagern anbringen und die Räume zwischen den Lippen mit Fett füllen. Vor dem Aufziehen kann auf dem Außendurchmesser der Dichtung schnell eine dünne Schicht LOCTITE 406 aufgetragen werden. Beim Aufziehen der Dichtungen werden diese mit einer geeigneten Matrix aus Kunststoff oder Holz, die auf dem ringförmigen Sitz innerhalb der Dichtung selbst aufliegt, in ihren Sitz geschoben. Die Dichtungen nie durch stirnseitiges Drücken auf die ganze Dichtung montieren, da dies die

stirnseitige Lippe beschädigen kann, die im Bereich des Innenbleches sogar geschnitten werden kann.

h) Die Lager aufziehen und diese erst auf die Schweißgabel, dann auf die geflanschte Gabel montieren. Ein Lager nach dem anderen aufziehen und dabei auf der anderen Seite der gleichen Kreuzgelenkachse das zuvor montierte falsche Lager benutzen, als Gegendruck für den Einbau. Diese Tätigkeit wird durch ein leichtes Erwärmen der Gabeln erleichtert. Das Vorwärmen muss mit einer breiten und diffusen Gasflamme erfolgen, so dass die Erwärmung gleichförmig ist und nicht über $120^{\circ} \div 150^{\circ}\text{C}$ liegt. Die Hände mit angemessenen Handschuhen schützen. Die Lager müssen gleichzeitig im Sitz und auf der Welle aufgezogen werden. Das erste Lager in seinen Sitz einsetzen und den Seeger-Ring als Anschlag einlegen und dann das Lager gegen den Seeger-Ring ziehen. Nach dem Einsetzen des zweiten Lagers muss ein öldynamischer Hebebock oder die entsprechenden Zuganker verwendet werden, um den zweiten Seeger-Ring einzubauen und um die korrekte axiale Vorspannung zu finden. Der Hebebock muss eine Hohlwelle und einen Zuganker haben, der Druck auf das gegenüberliegende Lager ausübt. Diese Art der Verbindung vermeidet Verformungen der Gabelaugen. Damit die Lager besser gleiten und um die Gruppe zentriert zu halten, sind die Gabelaugen warm zu halten.

ANMERKUNG:

Falls keine Aufziehausrüstung vorhanden sein sollte, ist der Einbau trotzdem möglich. Dabei direktes Schlagen oder Kraftanwendung auf den Lagerboden mit Holz- oder Stahlhämmern vermeiden (Gummihammer oder Bleihammer verwenden). Zwischen dem Lager und den Hammer immer eine Unterlegscheibe aus weichem Material verwenden, auf der das Lager nur in einem ringförmigen Bereich so nahe wie möglich am Außendurchmesser aufliegen sollte. Wenn kein Hebebock vorhanden ist, können Gewindeguganker verwendet werden, die von einem zum anderen Ende der Kreuzgelenkgruppe durchgehen. Dabei die Befestigungsmutter mit Handschlüsseln oder Pneumatikschrauben betätigen.

Kontrollieren, dass die Seeger-Ringe mit Überlappung montiert wurden und dass das Kreuzgelenk kein axiales oder radiales Spiel hat. Nach dem Einbau dürfen die Gabeln nicht frei gleiten, sondern sich nur bei einer mäßigen Kraftanwendung aufgrund des Reibmoments auf den Lagern bewegen. Für kleine Drehungen müssen sich die Gabeln alleine tragen.

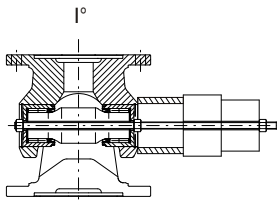
Kontrollieren, dass die Dichtungslippen nicht gequetscht, geschnitten oder beim Aufziehen gedreht werden. Abschließend die Lager durch die entsprechenden Schmiernippel mit Fett füllen.

Ausrüstung für den Einbau:

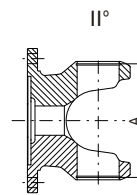
- Hebebocke mit Hohlwelle mit der Drehung des zu wartenden Kardans angemessenen Maßen und Lasten, komplett mit Steueraggregat oder Handpumpe.
- 4 falsche Lager
- 1 Zuganker zum Aufziehen der Lager
- 1 Zuganker zum Abziehen der Lager
- Unterlegscheiben, Zahnkränze zum Auflegen der Kontermuttern und verschiedene Muttern
- 1 Ring zum Aufziehen der Labyrinthbleche
- 1 Ring zum Aufziehen der Dichtungen
- 1 hohles Abstandsstück zum Abziehen der Lager
- 2 Zahnkränze zum Aufziehen der Lager

SEQUENZA - REIHENFOLGE ZUM AUSWECHSELN DES KREUZGELENKS UND DER LAGER

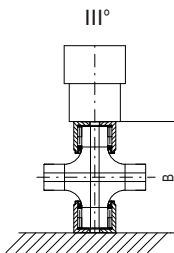
AUSBAU DER LAGER



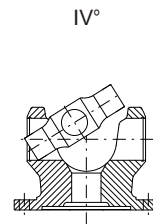
MESSUNG ZWISCHEN SEEGER-RINGEN



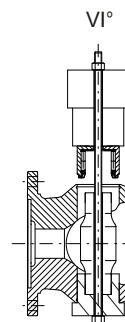
MESSUNG VOR EINBAU



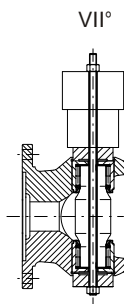
EINSETZEN DES KREUZGELENKS



EINBAU ERSTES LAGER



EINBAU ZWEITES LAGER



Die Kreuzgelenke und Lager haben Bohrungen und die in der der folgenden Tabelle genannten Gewinde (mit den Zeichnungen oder den Teilen prüfen, da diese Änderungen unterliegen können).

BOHRUNGSGRÖSSE			LEISTUNGEN DES ZUGANKERS	
KARDANGRÖSSE	DURCHMESSER KREUZGELENKBOHRUNG [mm]	DURCHMESSER LAGERBOHRUNG	DURCHMESSER ZUGANKER KLASSE 12.9	ACHSLAST [N]
18	10	M10x1	M8	35575
22	10	M10x1	M8	35575
25	16	M20x1.5	M14	111780
28	16	M22x1.5	M14	111780
31	17	M24x1.5	M16	152600
35	17	M24x1.5	M16	152600
39	33	M36x1.5	M30	545290
44	26	M38x1.5	M24	343115
49	32	M42x1.5	M30	545290
55	35	M48x1.5	M30	545290
62	45	M52x1.5	M30	545290

L - KENNZEICHNUNG, TECHNISCHE DATEN UND ERSATZTEILE

Die Kardane Serie "A"- "B"- "C"- "E"- "H" sind mit ihrer Seriennummer auf dem Außendurchmesser eines Endflanschs markiert.

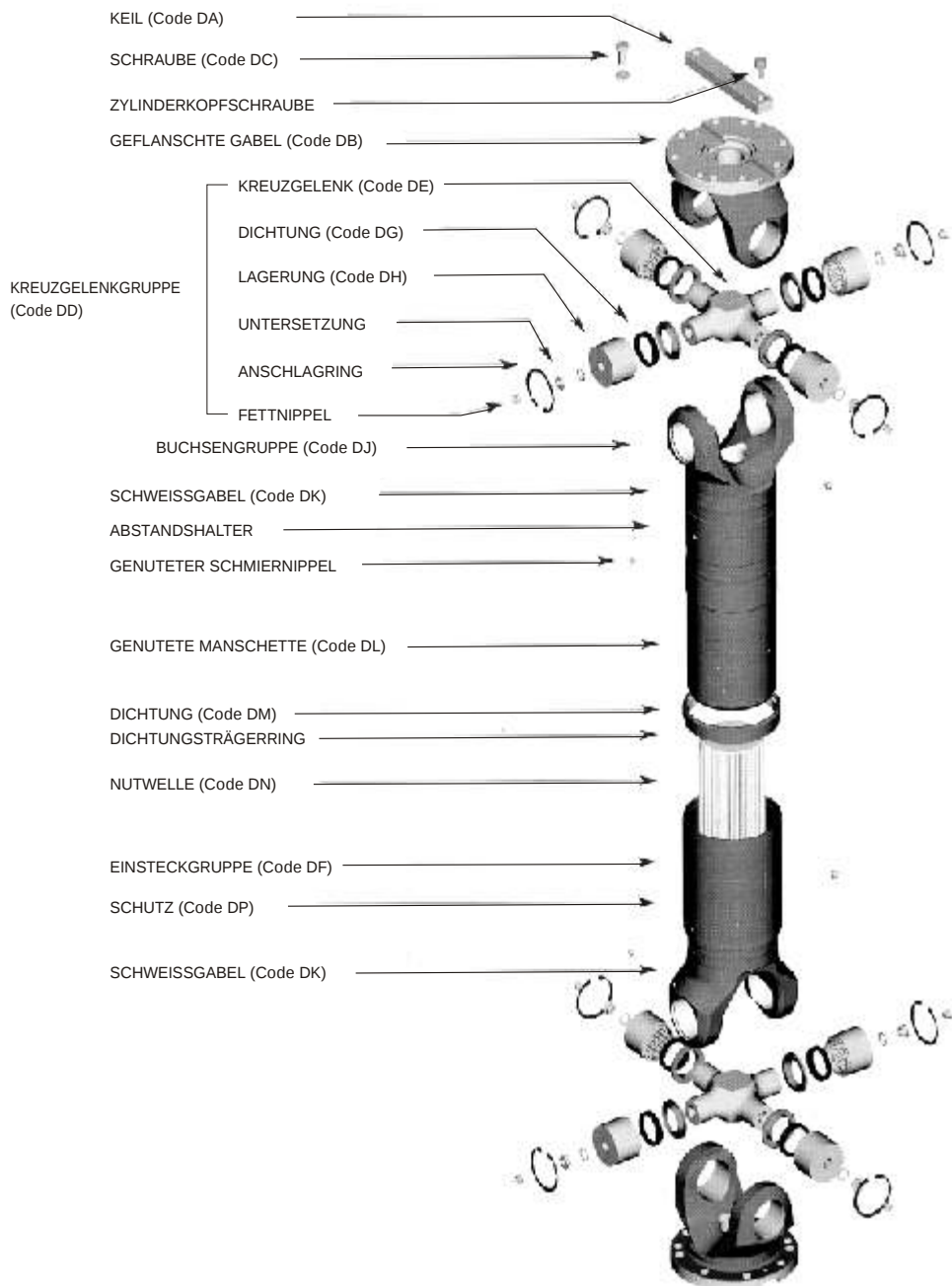
Um die Stillstandszeiten zu beschränken, empfehlen wir, nicht nur die Kreuzgelenkgruppen auf Lager zu halten, sondern auch die kompletten Kardantriebe, die bei der Überholung der installierten Kardantriebe eingebaut werden.

Die Überholung besteht normalerweise aus dem Ausbau, dem Reinigen, dem Entfernen des Lacks von den kritischen Bereichen für eine nicht zerstörende Kontrolle (mit penetrierenden Flüssigkeiten oder einem Magnetoskop), der Rückgewinnung der Bauteile durch Reparieren der defekten Oberflächen, Auswechseln der abgenutzten Teile, Wiedereinbau und erneutem Lackieren.

Die technischen Daten und die Betriebsmerkmale befinden sich im Katalog und/oder auf den Zeichnungen bei Bauvarianten.

Nachstehend sind die wichtigsten Bauteile eines Standard-Kardantriebs aufgeführt.

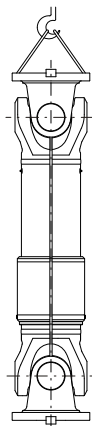
Zum Bestellen eines Ersatzteils den Namen und die Handels-Artikelnnummer des verlangten Bauteils oder den Produktionscode auf der Gesamtzeichnung der Ersatzteile nennen.



M - VERTIKALE KARDANANTRIEBE

Vertikale Kardanantriebe werden generell montiert und komplett mit Gegenflanschen (oben und unten) geliefert. Für einen korrekten Einbau des Antriebs ist folgendermaßen vorzugehen:

- Die Befestigungsschrauben der Gegenflanschen von den entsprechenden Muttern und Unterlegscheiben lösen und diese in entsprechende Behälter legen, um sie nicht zu verlieren.
- Die Gegenflanschen (oben und unten) von dem Kardanantrieb trennen.
- Die Gegenflanschen (oben und unten) auf die entsprechenden Wellenenden aufziehen.
- Den Kardanantrieb vertikal ausrichten, mit einem Stahlseil anschlagen, wie in der Abbildung zu sehen, wobei der untere Flansch sich auf der Höhe des entsprechenden Gegenflanschs befinden muss.



- Die Schrauben und Muttern einsetzen und mit dem geforderten Drehmoment (Tabelle 1) anziehen.
- Den Kardan mit einer Zugstange, die eine axiale Auflagerung nach oben gestattet, in der vertikalen Position abstützen.
- Die Kardanverlängerung von der Seilanschlagung (als Schutz gegen Herausrutschen) befreien.
- Allmählich eine vertikale Kraft nach oben anlegen, um die innere Nutwelle aus dem Rohr zu schieben, bis sich der obere Flansch auf der Höhe des entsprechenden Gegenflanschs befindet.
- Die Schrauben und Muttern einsetzen und mit dem geforderten Drehmoment (Tabelle 1) anziehen.
- Den Kardanantrieb von allen Anschlagungen befreien.
- Den Antrieb gemäß den vorliegenden Anweisungen schmieren.
- Den Antrieb mit niedriger Drehzahl (ca. 20% des Nennwerts) 30 Minuten lang drehen lassen. Dann die Situation prüfen und auf Anomalien kontrollieren.
- Den Antrieb 30 Minuten lang mit Nenndrehzahl laufen lassen. Dann die Situation prüfen und auf Anomalien kontrollieren.

Für alles, was nicht in diesem Absatz genannt wurde, siehe die einzelnen Punkte in dem vorliegenden Dokument.

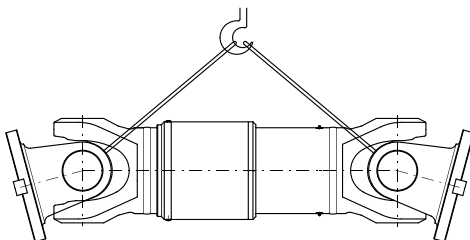
NORMAS DE INSTALACIÓN, LUBRICACIÓN, UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO

A - SUMINISTROS

- A.1 La transmisión cardánica Maina de la serie “A”-“B”-“C”-“E”-“H” se suministran normalmente ensambladas, equilibradas (si fuera necesario) y, salvo que se solicite de otra manera, lacadas (mano de fondo + color final) según lo especificado en Maina PFB 1104.
- A.2 La protección anticorrosión de las superficies de las horquillas y de las contrabridas se efectúa con material de protección superficial. Cualquier tratamiento anticorrosión alternativo deberá solicitarse en el pedido con antelación.
Los rodamientos y el cuerpo deslizante vienen prelubricados.

B - CONSEJOS PARA LA MANIPULACIÓN Y EL ALMACENAJE

- B.1 Levante las transmisiones horizontalmente, utilizando cuerdas de nylon.
En caso de manipulación en posición vertical, fije el cardán antes de levantarlo, de manera que las partes acanaladas no se separen.



- B.2 El transporte y el almacenaje deben realizarse en posición horizontal. Seleccionar los equipos de levantamiento según los pesos indicados en el diseño o en el catálogo.
- B.3 Evitar levantarlas o transportarlas en posición vertical. Para el transporte en posición vertical es necesario contar con una protección especial que impida que el cuerpo se desplace.
- B.4 El embalaje debe ser tal que evite golpes a la transmisión cardánica y debe además protegerla de las condiciones ambientales, de la humedad y de la condensación.
- B.5 Almacenar preferiblemente en cajas de madera adecuadas. Evitar cualquier tipo de impacto durante la manipulación y el almacenaje. Cualquier golpe durante el transporte y almacenaje podría dañar los rodamientos, las partes acanaladas y las correspondientes protecciones.
- B.6 En el caso de períodos prolongados de almacenaje procurar proteger las partes trabajadas de cualquier posible corrosión.
- B.7 Previa solicitud, Maina puede suministrar dos tipos de protección antioxidante:
 - a) para almacenaje durante períodos de tiempo relativamente breves a cubierto (1 mes como máximo), con película oleosa transparente, color ámbar, la cual no debe retirarse antes de la instalación.
 - b) para almacenamiento a medio plazo a cubierto o para el caso de transporte por mar (máximo 3 meses) con película cerosa, seca, transparente, la cual debe ser retirada con disolvente, antes de la instalación.

Para períodos de almacenamiento más prolongados, es necesario controlar las condiciones de las superficies y eventualmente aplicar una nueva película protectora.

- B.8 Para períodos de almacenaje mayores (superiores a tres meses), es necesario volver a lubricar los rodamientos y el conjunto telescópico, antes de la puesta en marcha.

C - NORMAS DE SEGURIDAD

- C.1 Las transmisiones cardánicas son elementos potencialmente peligrosos y por tanto el usuario debe contar con sistemas de protección idóneos de acuerdo a las normas de seguridad en el trabajo en vigor en el país de instalación.
- C.2 Las operaciones de desplazamiento, instalación, lubricado y mantenimiento deben ser efectuadas exclusivamente por personal cualificado y experto.
- C.3 Durante las operaciones de desplazamiento, instalación, lubricado y mantenimiento deberán utilizarse indumentarias apropiadas para el manejo de las piezas mecánicas y deberán utilizarse siempre dispositivos idóneos de protección individual.
- C.4 Durante las operaciones de levantamiento y desplazamiento, es necesario mantener una adecuada distancia respecto a la transmisión cardánica.
- C.5 Si, para la limpieza de la transmisión cardánica se utilizarán productos químicos tóxicos, es necesario contar con medidas de protección adecuadas para las personas y el medio ambiente.
- C.6 Asegurarse de que la máquina conectada a la transmisión cardánica se encuentre en condiciones de seguridad para cualquier operación.
- C.7 Durante el funcionamiento no deben superarse los valores de carga recomendados para la fase correspondiente (acoplamiento velocidad, ángulo de funcionamiento, etc.).

D - MONTAJE

- D.1 Sacar la transmisión cardánica de su embalaje y comprobar el estado de conservación.
- D.2 Antes de realizar el montaje, limpie cuidadosamente las superficies de las horquillas y de las contrabridas a fin de garantizar un contacto perfecto y asegurar una óptima transmisión del acoplamiento.
- D.3 No retirar las masas de equilibrado.
- D.4 No quitar las partes telescópicas acanaladas para evitar cambiarlas con las de otras transmisiones, con la consiguiente pérdida de alineación y de la homocineticidad de la condición original de balance de la transmisión.
- D.5 Las horquillas internas de la transmisión deben estar alineadas. Compruebe las marcas.
- D.6 En las contrabridas, las tolerancias de coaxialidad de la alineación y de perpendicularidad deben encontrarse entre los valores indicados anteriormente.
- D.7 Calentar las contrabridas de manera uniforme a $100 \div 150$ °C mediante calentamiento con lengüeta y a $300 \div 350$ °C mediante calentamiento forzado, antes del montaje en los árboles. Las bridas de los cardanes se montan después del completo acondicionamiento de las correspondientes contrabridas. Solicite el modelo Maina PFB 1202 (en caso de calentamiento forzado) y PFB 1100 (en caso de calentamiento con lengüeta).
- D.8 Las contrabridas deben estar soldada fija y centrada sobre los árboles.
Verificar que:
- no se produzca ningún juego entre el orificio y el árbol,
 - axialmente no se produzca ningún juego o posibilidad de movimiento,
 - las lengüetas o los acanalados no presenten ningún juego en su movimiento lateral.
- D.9 Verificar que las distancias entre los extremos de los árboles sean compatibles con las indicaciones del diseño de Maina.

NOTA:

Si hay que montar transmisiones cardánicas de tipo fijo, una de las partes deberá estar libre para moverse para compensar ligeras variaciones de longitud debido a las tolerancias constructivas o cambios de temperatura.

- D.10 Limpiar cuidadosamente la superficie de las bridas antes de proceder a realizar el montaje. Asegúrese de que no se observan trazas de lubricante, protecciones ni óxido.
- D.11 Previa solicitud, se pueden proporcionar conjuntos de tirantes o de los tornillos de unión de las contrabridas. Maina normalmente suministra:
- tornillos de cabeza hexagonal o cilíndrica (según DIN 931 - 12.9 o 10.9)
 - tuercas autobloqueantes (según DIN 980 - 10 o 8). Las tuercas deberán apretarse mediante llaves dinamométricas o herramientas similares, según la tabla 1 de los pares o como viene indicado en el diseño. Después de un determinado número de operaciones (cerca de 6 atornillados y desatornillados) éstos pierden la eficacia y deben ser sustituidos. Normalmente, los tirantes o los tornillos se introducen del lado de la contrabrida, con la tuerca apretada sobre la brida del cardán. En casos particulares, es posible insertar los tornillos del lado de la articulación o utilizar tornillos de sujeción.

NOTA:

No lubricar los tornillos y las tuercas con lubricantes o grasas que contengan MoS₂.

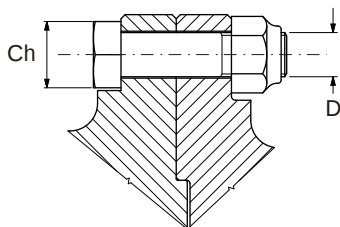


Tabla 1

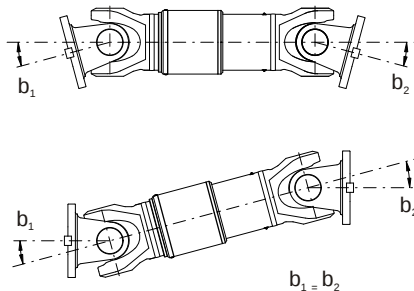
D [mm]	M16	M16	M18	M20	M22	M22	M24	M27	M30	M30	M33	M36
Ch [mm]	24	24	27	30	32	32	36	41	46	46	50	55
Ma [Nm]	287	287	396	560	745	745	967	1415	1920	1920	2600	3330

- D.12 Los rodamientos y el conjunto telescópico vienen prelubricados de fábrica y no requieren un engrase antes de la instalación, en el caso de almacenamiento durante períodos breves de tiempo.
- D.13 Si la puesta en marcha se lleva a cabo después de tres meses desde el montaje, es necesario controlar la condición de las transmisiones cardánicas volver a lubricar.
- D.14 Cuando todo esté listo para la puesta en marcha y habiendo comprobado que todo haya sido correctamente montado, apretado y lubricado, es posible poner en marcha la máquina. Se recomienda un arranque lento, controlando que durante la rotación no se produzcan interferencias y que todo esté correctamente regulado.
- En el caso que los cardanes estén directamente unidos con los árboles de los motores eléctricos, es necesario verificar cuidadosamente el aislamiento de corrientes parasitarias generadas por los fuertes campos electroestáticos generados por el magnetismo de los motores.

E - COMPROBACIÓN FUNCIONAL

- E.1 Las transmisiones cardánicas de la serie "A"-"B"-"C"-"E"-"H" deben ser utilizadas dentro de los límites indicados en el catálogo, diseño o en otros documentos.

- E.2 El par nominal de la transmisión cardánica M_K debe ser siempre mayor que el par máximo transmitido. En consecuencia es necesario comprobar que existan adecuados factores de servicio SF y de vida KL y que el par máximo transmitido en los transistores de aceleración y desaceleración es inferior al par límite M_{cs} .
- E.3 La máxima velocidad admisible de rotación, función del ángulo de operación, debe ser inferior al 20% respecto a la velocidad crítica extensional de la transmisión.
- E.4 En ningún caso debe superar a los ángulos de funcionamiento y en condiciones de vacío (durante las operaciones de mantenimiento en relación a los límites admisibles de apertura) indicados en el diseño. Las transmisiones cardánicas estándares Maina admiten un ángulo de inclinación máximo de 15° , como la suma compuesta de los ángulos en los dos planos.
- E.5 Los dos semiángulos de los pivotes deben ser iguales. Para velocidades de rotación inferiores a 300 rpm se admite una diferencia de $2 \div 3^\circ$, en cambio, para velocidades de rotación superiores, dicha diferencia debe mantenerse en $1 \div 1.5^\circ$.



En el caso de desalineación en los dos planos:

$$\operatorname{tg} b_1 = \operatorname{tg} b_2 = ((\operatorname{tg} b_v)^2 + (\operatorname{tg} b_h)^2)^{0.5}$$

b_v = ángulo en el plano vertical

b_h = ángulo en el plano horizontal

- E.6 Si el cardán une el motor al reductor y este último resulta excesivamente ruidoso, con fuertes vibraciones, habrá que comprobar la alineación de los árboles en los dos planos controlando la equivalencia de ambos semiángulos. Este problema será más importante al incrementarse la velocidad y el ángulo de inclinación.
- E.7 Dadas las evidentes dificultades de alineación entre los dos extremos del árbol y por las razones arriba mencionadas, en las aplicaciones industriales se recomiendan ángulos de operación comprendidos entre 1° y 10° , alcanzando los 15° únicamente en casos especiales. Mayor es el ángulo de funcionamiento, mayor serán las reacciones sobre los soportes de los árboles que sostengan el cardán.
- E.8 Para favorecer la lubricación de los rodamientos y limitar los fenómenos de acanalado estático, de las pistas de vibraciones, se recomienda un ángulo de operación de $1 \div 2^\circ$ min.
- E.9 En el caso de aplicaciones en sitios de laminado, verificar que los elementos de apoyo a las extensiones de cambio cilíndricos estén correctamente no posicionados, y con correcta regulación, que no fueren las extensiones que tengan 1 base segura para una óptima alineación con los cilindros, que no obstaculicen la rotación, que permitan sin la máxima apertura de los cilindros incluso en la fase de mantenimiento y que estén correctamente dimensionados para admitir el nivel de peso de las extensiones sin deformarse.
- E.10 Verificar que, durante las operaciones de cambio de cilindros con empalmes y desacoplados de los cuerpos de los cilindros, no se produzcan fuertes golpes axiales; con el fin de controlar el posicionamiento tangencial de las llaves planas y utilizar una

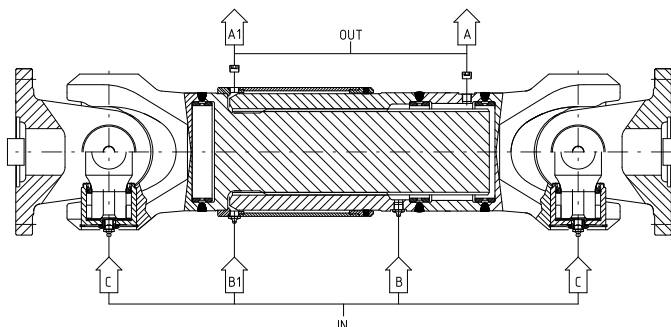
extensión telescópica dotada de un dispositivo de compensación axial que tenga además una función de amortiguación, así como elementos dotados de campos sin ángulos vivos de entrada en el contorno del agujero y en la llave. En tal caso, para evitar que durante las operaciones de cambio de cilindros el cardán se desatornille, es necesario aplicar un dispositivo de bloqueo o sujeción axial para el apoyo del alargó o en el mismo cardán.

- E.11 Controlar que los acoplamientos con el cuerpo de los cilindros sean correctos y precisos y que en rotación no se produzcan vibraciones; y con tal fin mantener en buen estado las llaves planas y redondas.
- E.12 En el caso que en la instalación se produzcan golpes y pares elevados o que el par absorbido esté siempre por encima de los límites, será necesario contar con un sistema de protección contra sobrecargas que intervenga prontamente, con una baja histéresis, y que garantice un buen margen de seguridad respecto al par límite de la transmisión.

F - LUBRICACIÓN

- F.1 Los rodamientos y el conjunto telescópico vienen prelubricados de fábrica y no requieren de lubricación antes de la instalación, en el caso de almacenamiento durante períodos breves de tiempo.
- F.2 Si la puesta en marcha se efectúa después de tres meses del montaje, será necesario controlar la condición de las transmisiones cardanes y volver a lubricar.
- F.3 Las prestaciones y la duración de una transmisión cardánica dependen en gran medida de un correcto programa de lubricación.
No haga ningún desplazamiento de las piezas acanaladas sino sólo después de haberlo lubricado.
- F.4 MAINA recomienda los siguientes intervalos de lubricación:
 - Primer año
Cada $200 \div 350$ horas de funcionamiento efectivo
 - Después del primer año
En condiciones de funcionamiento normal, cada $2.000 \div 3.000$ horas o cada seis meses.
En condiciones de funcionamiento pesado, cada $500 \div 1.000$ horas o cada dos o tres meses.

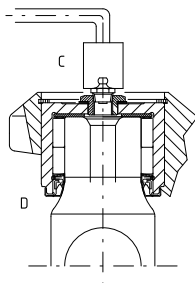
Los intervalos dependen de la frecuencia de los impactos, del nivel de carga, de las condiciones ambientales, de la velocidad de rotación, funcionamiento reversible, del ángulo de funcionamiento, condiciones de estanquidad, de la frecuencia de los movimientos del árbol, longitud del recorrido, movimientos en vacío o con carga.
Condiciones de funcionamiento particularmente críticas pueden requerir intervalos más reducidos.
- F.5 Los puntos de lubricación de una transmisión cardánica estándar se ubican:
 - en el fondo de cada rodamiento (C) o en el centro de la cruceta, para lubricar los rodamientos
 - en el espaciador (B) y en el tubo de protección (B1), para lubricar el conjunto telescópico.



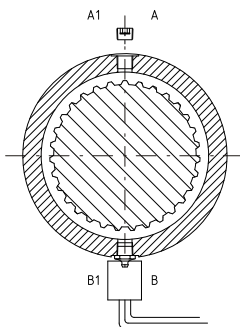
NOTA:

- a. En el caso de relubricación utilizar un lubricante compatible.
- b. Limpiar los engrasadores antes de cada operación de lubricación.
- c. No lubricar con una presión demasiado elevada:
PRESIÓN MÁXIMA ADMISIBLE 6 BAR.

F.6 Bombear el lubricante en los rodamientos (punto C) hasta que el lubricante sobresalga de manera continua de los estrechamiento (punto D).



F.7 El conjunto telescópico debe ser lubricado en la posición de mínima extensión. La parte del espaciador que contiene al árbol dentado debe quedar completamente limpia de lubricante. No aplicar más lubricante que la cantidad indicada en el diseño. Para introducir el lubricante, extraer los tapones de la parte superior (puntos A y A1) y bombear el lubricante mediante un engrasador colocado en la parte inferior (puntos B y B1). Aplicar el lubricante hasta que sobresalga de manera continua del escape superior. Rellenar primero la cámara posterior (del punto B) y luego la cámara anterior (del punto B1). Después de lubricar, dejar desplazar la pieza acanalada una o dos veces con los tapones y los escapes abiertos. Volver a colocar los tapones.



G - LUBRICANTES

- G.1** Para un funcionamiento normal MAINA recomienda la utilización de lubricantes al jabón de litio.
- G.2** Para temperaturas de +90 a -30°C, utilizar lubricantes con grado de penetración 1 o 2, según DIN 51804. Para otras temperaturas, ponerse en contacto con nuestro servicio técnico.
- G.3** Para servicios intensos, MAINA recomienda utilizar lubricantes que tengan las siguientes características técnicas:

Jabón
Penetración de operación

Litio
315 ÷ 325 a ser posible 265 ÷ 295

Punto de gota	174 ÷ 193 °C a ser posible 165 °C
Porcentaje de jabón	7%
Aceite mineral	75%
Viscosidad del aceite a 40°C	1000 ÷ 1500 cSt
Viscosidad del aceite a 100°C	60 ÷ 100 cSt
Agentes aditivos de tipo EP	2%
Carga mineral de MoS ₂	5 ÷ 10%
Carga Timken	18 kg
Corrosión	negativa

MAINA recomienda los siguientes tipos de aceites para transmisiones cardánicas de dimensiones 39 o superior y para aplicaciones duras (jaula de laminado):

CASTROL	CASTROL MOLUB-ALLOY 870
WULKEN	MOLUBROL W/PA 10
OPTIMOL	LONGTIME PD2
KLUBER	KLUBERLUB BE41-1501
MOBIL	MOBILUX EP111
SIGNAL	MOLYVIS GLA SPECIAL

Los aceites deben también:

- contener agentes inhibidores de la oxidación
- ser de tipo hidrorrepelente
- estar libres de agentes alcalinos, ácidos, y de cualquier tipo de impurezas
- tener una buena estabilidad térmica.

G.4 Para velocidades de rotación elevadas (> 500 rpm), los agentes aditivos deben tener una buena resistencia a la centrifugación.

G.5 Para servicios industriales moderados, MAINA recomienda los siguientes tipos de lubricantes:

BP	ENERGREASE LS2
ESSO	BEACON EP2
SHELL	ALVANIA EP2
MOBIL	MOBILUX 2
TEXACO	MULTIFAK EP2

También se pueden utilizar aceites de tipo sintético.

G.6 La cantidad de lubricante a utilizar viene indicada en el diseño o en el catálogo.

H - MANTENIMIENTO

H.1 Después de la instalación y de la puesta en funcionamiento, para una correcta operación y una mayor duración de la transmisión cardánica es esencial disponer de un programa de mantenimiento preciso y regular y seguir un programa de lubricación adecuado.

Las recomendaciones siguientes son únicamente orientativas, visto que con la frecuencia de las revisiones depende de las condiciones de funcionamiento y del tipo de máquina en la cual se instale las transmisiones cardánicas.

H.2 CONTROL INICIAL

- 1° control después de 1 semana aprox.
- 2° control después de 2 ÷ 3 semanas aprox.
- 3° control después de 4 ÷ 6 semanas aprox.

H.3 CONTROLES HABITUALES

Cada 1.000 ÷ 2.000 horas de funcionamiento o al menos una vez al año para servicios ligero y cada seis meses para servicios pesados.

Los controles periódicos deben realizarse de la manera siguiente:

Pernos

Apretarlos si es necesario.

Desgaste

Verificar:

- juego radial en los rodamientos
- juego axial de la cruceta
- juego radial de piezas dentadas acanaladas
- juego de torsión de piezas dentadas acanaladas.

Ruido/Vibraciones

Investigar las causas de ruidos no habituales y de vibraciones excesivas, solucionando cualquier problema a la mayor brevedad posible.

Temperatura

Asegurarse de que la temperatura de los rodamientos no supere de 35 ÷ 40 °C la temperatura ambiente.

Posición de las contrabridas

Verificar que no existan cesiones en los soportes, producidos por los ajustes de la base o por cualquier tipo de deformación.

Lubricación

Comprobar que no se produzcan pérdidas de lubricante, debidas a centrifugación u otras causas, como desgaste o roturas de las guarniciones de las juntas, roturas o pérdidas engrasadores, tapones o válvulas de escape.

- H.4 Si en los controles se detecta cualquier anomalía, cualquier ruido excesivo, pérdida de lubricante, juego excesivo en la cruceta, desgastes excesivos de las piezas acanaladas, pérdida de pernos, sobrecalentamientos, las transmisiones cardánicas deben ser desmontadas para efectuar un mantenimiento necesario.

Los puntos críticos de control, en orden descendente de importancia son los siguientes:

- perno de la cruceta en la zona de transición entre los rodillos (final de la unión e inicio del sucesivo r) y en la zona de conexión, donde pueden producirse grietas o microgrietas;
- soldaduras de las uniones de los tubos, manguito y árboles, donde pueden producirse grietas en los lados;
- anillo externo de los rodamientos y rodillos sobre el cual pueden producirse separaciones de capas, desgastes, corrosión, oxidación, pitting, deformaciones, recalado, laminaciones y grietas en la zona de paso de la parte plana del fondo en la superficie cilíndrica del anillo;
- dentaduras acanaladas sobre las cuales puedan producirse roturas de los dientes o grietas en la base de los dientes, deformaciones, películas de óxido, desgaste o recalados, gripados, microsoldaduras, corrosiones, erosiones;
- tornillería de unión de las bridas sobre las cuales puedan producirse roturas, desatornillados, deformación de los tornillos y corrosión; en cada operación de desmontaje es recomendable sustituir la tornillería;
- horquillas sobre las cuales puedan producirse deformaciones de los agujeros de alojamiento de los rodamientos, recalados de los huecos de los tornillos de unión de las bridas, recalados de las llaves transversales y/o de sus alojamientos o recalados, desgaste, grietas en la parte dentada tipo hirth o agarres frontales;
- transmisión cardánica completa sobre la cual pueda producirse deformaciones (torsionales o flexionales), desgastes de las llaves planas y redondas y de los ángulos vivos de las bocas de los cilindros, flexibilidad de las pinzas de propulsión, rotura de los labios de las guarniciones, rotura del tubo de protección del acanalado.

Los componentes que no sean idóneos para el ejercicio y no sean posible reacondicionarlos deben ser sustituidos utilizando recambios originales. En el caso de

sustitución de la cruceta y de los rodamientos, la transmisión cardánica debe ser balanceada dinámicamente según lo indicado en el diseño.

Durante la reparación los componentes críticos de la transmisión deben ser cuidadosamente inspeccionados mediante exámenes visivos, dimensionales y no destructivos, con el fin de verificar la reutilización. Recomendamos contactar con la empresa Maina para efectuar las labores de reacondicionamiento, en particular para los cardanes de grandes dimensiones.

I - DESMONTAJE Y MONTAJE DE LOS RODAMIENTOS

Para proceder al decalado de los rodamientos de manera cómoda, resulta útil disponer para la operación de un gato especial de tipo cavo, con bomba manual o centralita electrohidráulica de mando a distancia.

El gato debe estar dotado de un distanciador tubular de apoyo a la superficie del ojo de la horquilla de manera que se permita el pasaje del rodamiento. El distanciador deberá tener un diámetro interno mayor de alrededor de 5 mm respecto al agujero sobre la horquilla y una longitud tal que permita la extracción completa del rodamiento de su sede.

Extraer los anillos seeger de fijación axial de los rodamientos. En el caso que los rodamientos se encuentran axialmente pre-accionados, para facilitar la operación desprender los dos rodamientos de la misma rama con un tirante que atraviese la cruceta. Enganchar el rodamiento con un tirante especial atornillado en el agujero acanalado ubicado en la parte inferior del rodamiento, después de haber extraído la tapa o el engrasador, prestando atención a que no se produzcan movimientos forzados.

Bloquear el tirante sobre el rodamiento con una contratuercas y a continuación proceder a la operación de decalado del rodamiento mediante un gato. En el caso que la extracción resultara difícil por la presencia de óxido, calentar ligera y uniformemente el ojo de la horquilla con una llama libre tipo mechero. En los casos más difíciles, se puede enfriar el perno de la cruceta utilizando agua y al mismo tiempo calentar el ojo de la horquilla hasta $120 \pm 180^\circ\text{C}$.

Después de haber desmontado los rodamientos, realizar una limpieza cuidadosa de las sedes eliminando de la superficie cualquier resto de oxidación. A continuación, controlar la integridad de los huecos de los seeger y el apoyo del hueco sobre la horquilla.

Limpiar los nuevos componentes, eliminando las protecciones cerosas de las superficies de acoplamiento y desplazamiento interesadas en el montaje. Limpiar cualquier resto de polvo que pueda haberse acumulado en los rodamientos y la cruceta porque cualquier impureza puede influir negativamente en el funcionamiento y duración de los rodamientos.

Para la limpieza utilizar aguarrás o petróleo sin ácidos o gasolina con un 5% de lubricante.

Lubricar o engrasar con una capa fina de aceite mineral puro o grasa fibrosa la parte exterior e interior de los rodamientos, los pernos de la cruceta, los agujeros sobre la horquilla, los labios de las guarniciones y los conjuntos acanalados con el fin de facilitar el montaje.

El ensamblado de la cruceta y de la horquilla debe efectuarse en un entorno aislado de polvo y siguiendo el orden previamente indicado. El acoplamiento de los rodamientos en el agujero debe ser ligeramente forzado. Junto con los rodamientos serán siempre sustituidos los anillos seeger.

A continuación se indican los procedimientos para la sustitución de la cruceta y el acoplamiento de los rodamientos hasta el tamaño 62. Hasta el tamaño 22 no son necesarios medios de elevación, una vez superado este tamaño se debe disponer de una pequeña grúa bandera con capacidad de carga de 3.000 kg.

a) Medir en todas las horquillas (con brida y por soldar) el nivel A, midiéndolo entre los dos planos externos de apoyo entre los anillos seeger.

b) Montar los rodamientos sin lubricar en los pernos de la cruceta después de haberlos reforzados con el fondo de la misma y de haber producido alguna fricción, medir el nivel B' entre los fondos externos de los rodamientos. Poner el conjunto de cruceta + rodamientos ensamblado encima de una prensa plana y apretar con una carga axial variable entre 300 ÷ 3.000 kg en función de los tamaños, obteniendo una compresión de 0,13 ÷ 0,15 mm del nivel B'. Esta operación puede incluso ser ejecutarse con tirantes. Si se utiliza la prensa aplicar la carga un par de veces para asentar correctamente el conjunto. Con los rodamientos bajo carga axial medir el nivel B (B = B' 0,13 mm aprox.) entre los dos planos externos del fondo de los rodamientos donde deberán operar los anillos seeger de sujeción.

c) Calcular el espesor teórico de los anillos seeger de bloqueo de los rodamientos para cada rama de la cruceta según la siguiente fórmula:

$$X = (A - B) / 2 + Y$$

Y = 0,010 para los tamaños 18 y 22
Y = 0,015 para los tamaños 25 y 28
Y = 0,020 para los tamaños 31 y 39
Y = 0,025 para los tamaños 44 y 62

Para el nivel X se admite una tolerancia de $0 \pm 0,01$. El montaje de los anillos de las juntas debe resultar forzado y al final del montaje no debe existir ningún juego axial de la cruceta.

d) Rectificar con una levigadora ambos anillos seeger de cada rama de la cruceta llevando su espesor a nivel X, de manera que el eje de la cruceta y el eje longitudinal del cardán estén centrados y así garantizar la coaxialidad de rotación de la cruceta con el cuerpo central de la transmisión cardánica. Cuanta más velocidad admita el cardán, más importante será la coaxialidad.

e) Montar (si suministradas por separado) las bandas o juntas de protección sobre las crucetas y verificar que estén en posición ortogonal respecto al perno y que su posición axial permita al labio frontal de la guarnición apoyarse adecuadamente sobre la superficie de unión.

Un acoplamiento forzado de las bandas en el perno debe realizarse después de haber lubricado las superficies interesadas, utilizando para el empuje una matriz de material dúctil (plástico, madera, aluminio) para evitar dañar o deformar la superficie sobre la que deslizará el lado externo de la guarnición. Después de realizar el montaje, engrasar la superficie interna de las bandas sobre las cuales funcionará la guarnición.

f) Iniciar el montaje de la cruceta posicionando el semicardán o el cardán en posición vertical e insertando la cruceta en el interior de la horquilla soldada al conjunto macho o hembra con un movimiento en Z, insertando los pernos en los agujeros de las bases de los rodamientos. Fijar la cruceta a la horquilla utilizando falsos rodamientos de plástico o madera. Con el cardán en posición vertical repetir la operación insertando el perno en la horquilla embridad, manipulando esta vez la horquilla con un movimiento en Z. Para manipular la horquilla utilizar los agujeros de la brida a través de cáncamos y relativos pernos. Montar los falsos rodamientos de posicionamiento (eventualmente uno sólo en el caso que los rodamientos estén listos para ser montados).

g) Montar las guarniciones sobre los rodamientos y aplicar lubricante en los espacios entre los labios. Antes de efectuar el ajuste se puede aplicar rápidamente sobre el diámetro externo de la guarnición una ligera capa de adhesivo LOCTITE 406. Durante el acoplamiento de las guarniciones, presionar en su sede utilizando una matriz plástica o de madera que se apoye sobre el área anular al interior de la junta misma. Nunca montar las guarniciones empujando frontalmente sobre toda la junta ya que puede dañar el labio frontal o incluso cortarse en la zona de la banda interna.

h) Acoplar los rodamientos montándolos primero en la horquilla por soldar y luego en la embrizada. Ajustar un rodamiento a la vez utilizando, por el otro lado del mismo eje cruceta, el falso rodamiento montado precedentemente como reacción al montaje. Facilitar la operación calentando suavemente las horquillas. La operación de precalentamiento debe efectuarse con una llama larga y difusa alimentada con gas de manera que el calentamiento sea homogéneo y nunca superior a $120 \div 150$ °C. Proteger las manos utilizando guantes adecuados. Los rodamientos deben ser acoplados contemporáneamente en la sede y en el árbol. Introducir el primer rodamiento en la sede y colocar el anillo seeger de retén, empujando el rodamiento contra el seeger. Después del montaje del segundo rodamiento es necesario utilizar un gato oleodinámico o los tirantes especiales para montar el segundo seeger y crear la correcta precarga axial. El gato debe tener un árbol cavo y un tirante que lleve la reacción en el rodamiento opuesto. Esta modalidad de acoplamiento permite evitar la deformación de las orejas de la horquilla. Para facilitar el desplazamiento de los rodamientos y tener centrado el grupo, mantener calientes las vías de la horquilla.

NOTA:

Si no se dispone del equipo para el acoplamiento, es igualmente posible efectuar el montaje evitando golpear o forzar directamente en el centro del fondo del rodamiento con mazas o martillos (utilizar martillos de goma o plomo). Es necesario interponer siempre entre el rodamiento y la maza una arandela de material dúctil que se apoye en el rodamiento en un área anular más cercana al diámetro externo. Si no se dispone de un gato habrá que utilizar tirantes roscados que pasen de un extremo al otro del grupo crucetas maniobrando la tuerca de montaje con llaves manuales o herramientas neumáticas.

Controlar que los seeger estén montados con una interferencia adecuada y que la cruceta no tenga juegos axiales o radiales. Una vez acabado el montaje, las horquillas no deberán poder flotar libremente sino que únicamente moverse con poco esfuerzo. ligeros debido al movimiento de fricción sobre los rodamientos. Para las pequeñas rotaciones las horquillas deben autosostenerse.

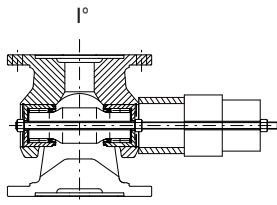
Controlar que los labios de las guarniciones de las juntas no resulten mordidos, rotos o dañados durante el acoplamiento. Aplicar lubricante en los rodamientos utilizando lubricantes adecuados.

Equipo útil para el montaje:

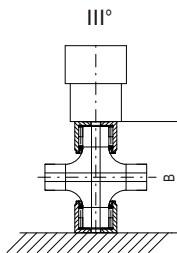
- gatos para árbol con cables con dimensiones y capacidad de carga adecuadas para la rotación del cardán que se pondrá en mantenimiento, completos de mando o bomba manual.
- 4 falsos rodamientos
- 1 tirante de acoplamiento de rodamientos
- 1 tirante de decalado de rodamientos
- arandelas, levas de apoyo de las contratuerzas y tuercas variadas
- 1 anillo para el acoplamiento de las bandas de las juntas
- 1 anillo para el acoplamiento de las guarniciones
- 1 espaciador de cables para el decalado de los rodamientos
- 2 arandelas para el calaje de rodamientos

SECUENCIA PARA LA SUSTITUCIÓN DE CRUCETAY RODAMIENTOS

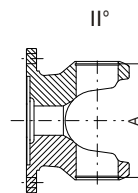
DESMONTAJE DE LOS RODAMIENTOS



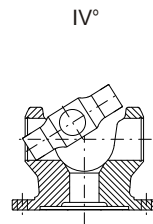
MEDICIÓN PRE-MONTAJE



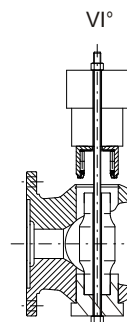
MEDICIÓN ENTRE ANILLOS SEEGER



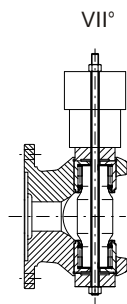
INSERCIÓN DE LA CRUCETA



MONTAJE PRIMER RODAMIENTO



MONTAJE DEL SUGUNDO RODAMIENTO



La cruceta y los rodamientos presentan las perforaciones y las roscas indicadas en la siguiente tabla (verificar con los diseños o los recambios, porque sujetos a variación).

DIMENSIONES DE LOS AGUJEROS			PRESTACIONES DEL TIRANTE	
DIMENSIÓN DEL CARDÁN	DIÁMETRO DEL AGUJERO EN LA CRUCETA [mm]	DIÁMETRO DEL AGUJERO EN EL RODAMIENTO	DIÁMETRO DEL TIRANTE CLASE 12.9	CARGA AXIAL [N]
18	10	M10x1	M8	35575
22	10	M10x1	M8	35575
25	16	M20x1.5	M14	111780
28	16	M22x1.5	M14	111780
31	17	M24x1.5	M16	152600
35	17	M24x1.5	M16	152600
39	33	M36x1.5	M30	545290
44	26	M38x1.5	M24	343115
49	32	M42x1.5	M30	545290
55	35	M48x1.5	M30	545290
62	45	M52x1.5	M30	545290

L - IDENTIFICACIÓN, DATOS TÉCNICOS Y RECAMBIOS

Los cardanes serie "A"-"B"-"C"-"E"-"H" se identifican con el número de registro marcado en el diámetro externo de una brida de extremidad.

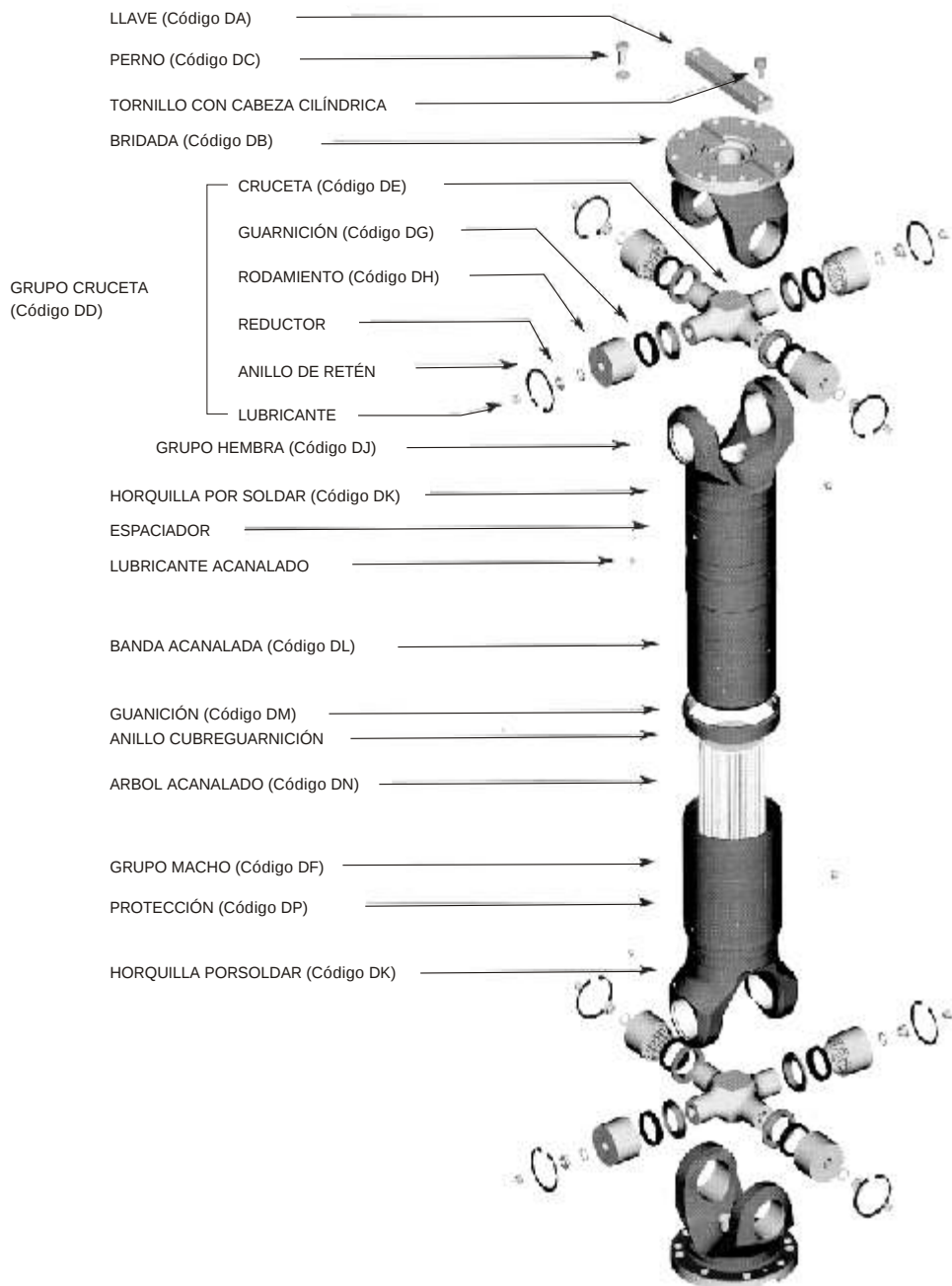
Para limitar los tiempos de bloqueo es aconsejable tener a mano en el almacén no sólo los grupos de crucetas sino también las transmisiones cardánicas completas que sustituirán las instaladas en la revisión.

La revisión normalmente consiste en el desmontaje, limpieza, desbarnizado de las zonas críticas para un control no destructivo (con líquidos penetrantes o magnetoscópico), recuperación de componentes mediante reacondicionamiento de las superficies defectuosa, sustitución de las piezas desgastadas, montaje y repaso del barnizado final.

Las características técnicas y de funcionamiento se describen en el catálogo y/o en el diseño en caso de variantes constructivas.

A continuación se indican los principales componentes de una transmisión cardánica estándar.

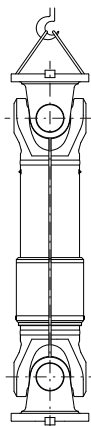
Para solicitar un componente de recambio, es necesario indicar el nombre y el código comercial del componente solicitado o el correspondiente código de producción presente en el diseño global de la sección de recambios.



M - TRANSMISIONES CARDANICAS VERTICALES

Las transmisiones cardánicas verticales se entregan generalmente ensambladas y completas con contrabridas (superior e inferior). Para realizar un montaje correcto de la transmisión, seguir los siguientes pasos:

- Desatornillar los tornillos de fijación de las contrabridas de las tuercas y arandelas y colocarlas en recipientes para evitar perderlos.
- Liberar la contrabrida (superior e inferior) de la transmisión cardánica.
- Ajustar la contrabrida (superior e inferior) sobre las correspondientes extremidades del árbol.
- Colocar la transmisión cardánica en posición vertical, asegurándola con cable de acero como se muestra en el dibujo, con la brida en correspondencia de su contrabrida.



- Montar los tornillos y los pernos (tabla 1).
- Sostener el cardán en posición vertical, a través de un tirante capaz de ejercer una presión axial hacia lo alto.
- Liberar la extensión de cardán del arnés.
- Ejercer gradualmente una fuerza vertical hacia lo alto separando lentamente el acanalado macho de la hembra, hasta conseguir el posicionamiento de la brida en correspondencia de la contrabrida correspondiente.
- Montar los tornillos y los pernos (tabla 1).
- Liberar la transmisión cardánica de todos los arneses.
- Lubricar la transmisión según la modalidad indicada en estas instrucciones.
- Poner en rotación la transmisión con un bajo número de giros (alrededor del 20% del valor nominal) durante 30 minutos y controlar la situación, verificando que no se produzca ninguna anomalía en el funcionamiento.
- Llevar la transmisión a velocidad de rotación nominal durante 30 minutos y controlar la situación, verificando que no se produzca ninguna anomalía durante el proceso.

Por todo lo que no esté indicado en este párrafo, referirse a cada uno de los puntos del presente documento.

