

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 2: Vertical generators**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 2: Alternateurs verticaux**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 2: Vertical generators**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 2: Alternateurs verticaux**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.140

ISBN 978-2-8322-8102-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Preparation.....	6
5 Installation flowchart.....	6
6 Steps.....	8
6.1 Step 1: Turbine shaft free	8
6.2 Step 2: Generator foundation check	8
6.3 Step 3-1: Lower bracket assembly	8
6.4 Step 3: Lower bracket installation	9
6.5 Step 4: Lower bracket bases embedment.....	9
6.6 Step 5-1: Stator assembly.....	9
6.7 Step 5: Stator installation.....	10
6.8 Step 6: Thrust and guide bearing assembly.....	10
6.9 Step 7: Brakes and jacks installation.....	11
6.10 Step 8: Lower generator shaft installation	11
6.11 Step 9: Thrust block installation	11
6.12 Step 10-1: Rotor assembly	11
6.13 Step 10: Rotor installation.....	12
6.14 Step 11: Upper shaft installation	13
6.15 Step 12-1: Upper bracket assembly.....	13
6.16 Step 12: Upper bracket installation	13
6.17 Step 13: Uncoupled generator shafts runout check	14
6.18 Step 14: Turbine and generator shafts coupling	14
6.19 Step 15: Unit alignment.....	15
6.20 Step 16: Upper bracket and/or stator bases embedment	18
6.21 Step 17: Generator guide bearings assembly and adjustment	19
6.22 Step 18: Slip (collector) rings installation and runout checks.....	19
6.23 Step 19: Brush holder supporting structure and brushes installation.....	19
6.24 Step 20: Remaining generator parts installation completion	19
6.25 Step 21: Cleaning, painting and inspection before initial tests	20
6.26 Step 22: Generator complete	20
6.27 Step 23: Commissioning	20
Bibliography.....	21
Figure 1 – Generic installation flowchart – Generator.....	7
Figure 2 – Stator and rotor magnetic centre	17
Figure 3 – Unit alignment (thrust bearing below the rotor).....	18
Table 1 – Runout and shaft verticality	15
Table 2 – Circularity, concentricity and verticality.....	16
Table 3 – Air gap	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES
AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –****Part 2: Vertical generators****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 63132-2 has been prepared by IEC technical committee 4: Hydraulic turbines.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
4/381/FDIS	4/391/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 63132 series, published under the general title *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines*, can be found on the IEC website

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020

GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –

Part 2: Vertical generators

1 Scope

The purpose of this part of IEC 63132 is to establish, in a general way, suitable procedures and tolerances for installation of generator. This document presents a typical assembly. There are many possible ways to assemble a unit. The size of the machines, design of the machines, layout of the powerhouse or delivery schedule of the components are some of the elements that could result in additional steps, the elimination of some steps and/or assembly sequences.

It is understood that a publication of this type will be binding only if, and to the extent that, both contracting parties have agreed upon it.

This document excludes matters of purely commercial interest, except those inextricably bound up with the conduct of installation.

This document applies to vertical generators according to IEC 60034-7¹.

The tolerances in this document have been established upon best practices and experience, although it is recognized that other standards specify different tolerances.

Brushless excitation system is not included in this document.

Wherever this document specifies that documents, drawings or information is supplied by a manufacturer (or by manufacturers), each individual manufacturer will furnish the appropriate information for their own supply only.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-7:-, *Rotating electrical machines - Part 7: Classification of types of constructions, mounting arrangements and terminal box position (IM Code)*²

3 Terms and definitions

No terms and definitions are listed in this document.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

¹ Third edition under preparation. Stage at the time of publication: IEC/ACDV 60034-7:2019.

² Third edition under preparation. Stage at the time of publication: IEC/ACDV 60034-7:2019.

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 Preparation

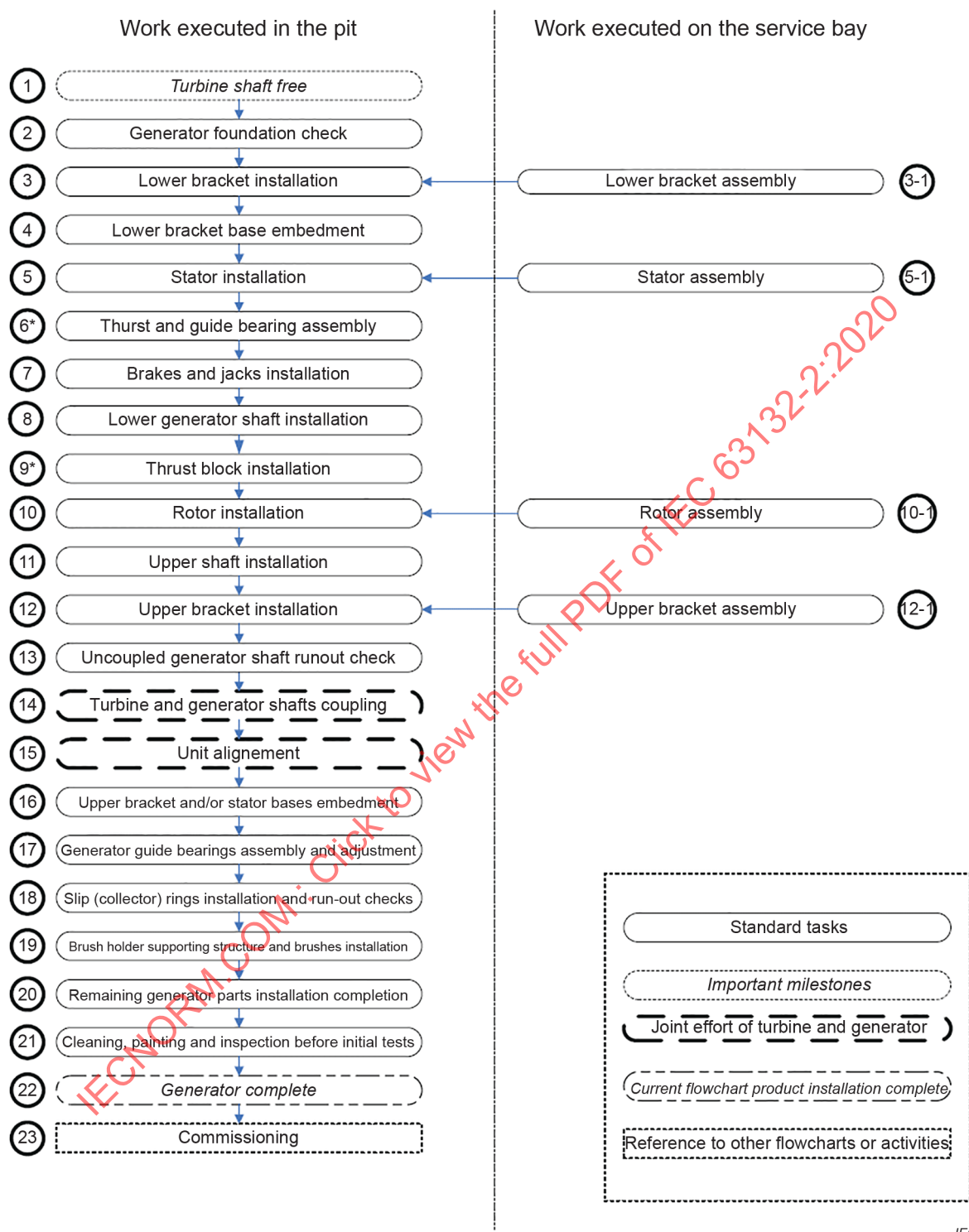
Embedded parts such as piping and foundation plates are covered in the turbine embedded parts.

5 Installation flowchart

The installation flowchart of this document showed in Figure 1 is mainly based on a vertical generator having its thrust bearing under the rotor. If the generator has the thrust bearing above the rotor or supported by the head cover, some corrections to the flowchart will be necessary.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020

Generator



IEC

NOTE 1 This flowchart represents a generator with thrust bearing below the rotor. For generators with thrust bearing above the rotors, the steps with an asterisk would be totally or partially done between steps 11 and 12 in the flowchart.

NOTE 2 The generator installation is linked to the turbine installation.

Figure 1 – Generic installation flowchart – Generator

6 Steps

6.1 Step 1: Turbine shaft free

See the relevant turbine part of this document.

6.2 Step 2: Generator foundation check

a) Objective of work in the step

- Check the foundations for the upper and/or lower brackets (if applicable) and the stator.
- Check the openings for cables/bars for phase terminals and neutral point.
- Check the embedded water and oil piping.

b) Explanation of work

- Check the foundations for the lower bracket, upper bracket and the stator.
- Check the dimension of the openings.
- Check the position of piping (if secondary stage concreting is used, also check).
- Install the foundation bolts.
- Install the sole plates.

c) Recommendations

The tolerances should be provided by the generator supplier.

- If a one-stage concreting method is used

The location in plan, elevation and/or locations of the foundation plates should be checked.

- If a two-stage concreting method is used

The location in plan, elevation and/or locations of the foundation bolts, embedded parts and block-outs should be checked.

d) Additional information

There are two different methods for embedding the sole plates; one-stage concreting or two-stage concreting method.

Care shall be taken when placing concrete to avoid moving the generator foundations.

If the two-stage concreting method is used, the entire surface of the block-out for the lower bracket and stator bases should be prepared to ensure proper bonding between secondary and primary concrete.

There are many different generator configurations. See IEC 60034-7 for a description of the possibilities. The various configurations may or may not have a lower or an upper bracket.

6.3 Step 3-1: Lower bracket assembly

a) Objective of work in the step

- Assemble the lower bracket.

b) Explanation of work

- Attach the arms to the hub, as per the design (i.e. welding, bolting).
- This task is generally carried out outside of the pit.

c) Recommendations

The tolerances should be provided by the generator supplier, if required.

If the lower bracket is assembled by welding, non-destructive tests (NDT) according to the inspection and test plan (ITP) may be required.

d) Additional information

The generator supplier should take precautions to limit the distortion by welding in order to be able to connect to the embedded parts.

The lower bracket, upper bracket, rotor and stator assemblies are typically the largest components in a unit and take considerable time (days to months) to assemble. Their assembly works are often carried out in parallel and can greatly affect the assembly space requirements and availability. This step is presented to ensure the reader is aware that there are often challenges to find space and have all parties work effectively together on this issue.

6.4 Step 3: Lower bracket installation

a) Objective of work in the step

- Install the lower bracket in the correct position.

b) Explanation of work

- Place the lower bracket on the sole plates.
- Control the concentricity, elevation and level of the lower bracket.

c) Recommendations

Concentricity, elevation and level should be checked. The tolerances should be provided by the generator supplier. When determining the correct elevation, the lower bracket deflection due to the total weight of the rotating parts and the hydraulic thrust acting on the runner when the unit is at the desired operating condition should be considered.

d) Additional information

Different designs require different tolerances; therefore, it is recommended that the generator supplier provides the tolerances.

The lower bracket is aligned to the centre of bottom ring. The turbine shaft is typically to be a relative reference. Other methods that employ benchmarks could also be used to align the lower bracket.

In some cases, the brakes and jacks are installed in this step instead of Step 7: Brakes and jacks installation.

6.5 Step 4: Lower bracket bases embedment

a) Objective of work in the step

- Embed the lower bracket bases.

b) Explanation of work

- Grout the through-bolts or the foundation bolts and sole plates.

c) Recommendations

Before embedment, check that any reinforcement will not interfere with the sole plates and foundation bolts.

d) Additional information

Ensure that the air can escape upwards during grouting. Some designs do not require second stage concrete.

Depending on the design, it may be possible to embed the lower bracket foundation plates before installation of the lower bracket.

Care shall be taken when placing concrete to avoid moving the lower bracket bases.

6.6 Step 5-1: Stator assembly

a) Objective of work in the step

- Assemble the stator.

b) Explanation of work

- Assemble the stator frame by bolting or welding.
- Stack the core.
- Install the winding.
- Execute the electrical tests and mechanical measurements.

c) Recommendations

Please see Step 15: Unit alignment. The tolerances depend on the design.

d) Additional information

The stator can be assembled in the shop, in the pit or beside the pit. The stator can be assembled from a number of pre-assembled blocks comprising cores, windings and frame, or the frame is assembled first at the site and then the core is stacked in one complete ring. Protect all winding parts especially during drilling and welding work occurring nearby.

See the additional information in Step 3-1: Lower bracket assembly.

6.7 Step 5: Stator installation

a) Objective of work in the step

- Install the stator in the pit.

b) Explanation of work

- Install the stator at the proper level, elevation and position.

c) Recommendations

Please see Step 15: Unit alignment. The tolerances depend on the design.

The stator magnetic centre elevation and stator core verticality should be checked. The tolerances should be provided by the generator supplier.

d) Additional information

The stator is aligned to the centre of the bottom ring using a relative reference. The turbine shaft flange is typically the relative reference. Other methods that employ benchmarks could also be used to align the stator.

The alignment of the stator will be checked during the unit alignment (see Step 15: Unit alignment). In some cases, the stator position may require adjustment.

6.8 Step 6: Thrust and guide bearing assembly

a) Objective of work in the step

- Assemble the combined thrust and guide bearing.

b) Explanation of work

- The thrust and guide bearing components and accessories are installed in the oil reservoir located on the thrust bearing bracket.
- Check and eliminate any oil leakage from the oil reservoir.

c) Recommendations

The thrust bearing and bracket assembly is located concentric, at the proper elevation and level. The tolerances should be provided by the generator supplier.

d) Additional information

The thrust bearing is aligned to the centre of the thrust bearing bracket. This may be required for the bearing to function properly.

The alignment of the thrust bearing, the thrust bearing bracket and the rotating components will be checked in Step 15: Unit alignment. In some cases, the position of these components may require adjustment.

In order to install the rotor, a minimum of four guide bearing segments, spaced 90° apart, shall be installed.

In some designs, the thrust bearing may be supported on the top of the head cover. In this case, the thrust bearing housing is aligned to the centre of the head cover. The thrust bearing is aligned to the centre of the thrust bearing housing.

In some designs, the generator guide bearing(s) may not be combined with the thrust bearing. Other designs may also have a smaller diameter on the generator guide bearing preventing the installation of the thrust block.

The electrical insulation of the bearing system should be checked.

NOTE The term "thrust bearing bracket" means either the lower or the upper bracket on which the thrust bearing is located. In the case of a thrust bearing located below the rotor, the thrust bearing bracket is the lower bracket.

6.9 Step 7: Brakes and jacks installation

- a) Objective of work in the step
 - Install the brakes and lifting jacks.
- b) Explanation of work
 - Assemble the jacks, as per the design (i.e. on the lower bracket arms or on support pedestals on the concrete).
 - Assemble the pipes.
 - Install the accessories (compressor, control panel, air tank, oil reservoir, etc.).
- c) Recommendations

The level and height tolerances for the brake shoes should be provided by the generator supplier.
- d) Additional information

N/A

6.10 Step 8: Lower generator shaft installation

- a) Objective of work in the step
 - Install the lower generator shaft (if applicable) for coupling with the turbine shaft.
- b) Explanation of work
 - Install the lower shaft in the pit.
- c) Recommendations

The level, elevation, concentricity and inclination should be checked. The tolerances should be provided by the generator supplier.
- d) Additional Information

N/A

6.11 Step 9: Thrust block installation

- a) Objective of work in the step
 - Place the thrust block on the thrust bearing and assemble to the shaft.
- b) Explanation of work
 - Connect the thrust runner to the thrust block.
 - Connect the thrust block to the lower shaft (when the thrust bearing is below the rotor).
 - Connect the thrust block to the upper shaft (when the thrust bearing is above the rotor).
- c) Recommendations

Level, elevation, concentricity and inclination should be checked. The tolerances should be provided by the generator supplier.
- d) Additional information

It is assumed that the thrust runner is connected to the thrust block.

There are different designs which require different checks during installation of the shaft and thrust block. In some designs, the thrust block may be integral to the shaft; in other designs, the thrust block may attach to the rotor. There are also designs where the thrust block is located on the turbine shaft, in which case the sequence of steps shall be revised.

In case of the thrust bearing being above the rotor, this step will follow Step 12: Upper bracket installation.

6.12 Step 10-1: Rotor assembly

- a) Objective of work in the step

- Assemble the generator rotor in the erection area.

b) Explanation of work

- Assemble the rotor spider, as per the design (i.e. welding, bolting).
- Stack the rotor rim and clamping in stages according to drawings and instructions.
- Adjust, if necessary, and tighten/shrink the rim to the hub/spider.
- Mount the poles on the rotor rim.
- Make the pole-to-pole connections and damper winding connections (if exist).
- Assemble the rotor brake ring.
- Assemble the ventilator ring, and the fan blades or rotating air guide, according to the design.
- Dry (if necessary) and cleaning or painting according to the design.
- Execute the electrical tests and mechanical measurements.

c) Requirements and recommendations

Please see Step 15: Unit alignment. The tolerances depend on the design.

d) Additional information

If the rotor hub is assembled by welding, NDT according to the ITP is required.

It is a best practice to check the circularity, diameter and stacking height of the rotor rim.

It is a best practice to check the magnetic centre elevation at this step.

It is a best practice to verify the tightening and locking of all bolts and connections of rotating parts.

In some designs, shims are provided between the poles and the rim to adjust the rotor circularity, concentricity, and average diameter. In this case, it is a best practice to check the stator inner diameter to determine the required shimming adjustment.

Protect the rotor especially during drilling and welding work occurring nearby.

The tolerances of the rim stacking height and magnetic centre elevation should be provided by the generator supplier.

See the additional information in Step 3-1: Lower bracket assembly.

6.13 Step 10: Rotor installation

a) Objective of work in the step

- Move the rotor into the unit's pit.

b) Explanation of work

- Couple the rotor and the lower shaft.
- Couple the rotor with the thrust block, according to the design.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

There are many possible coupling systems, such as:

- friction coupling;
- fitted bolts;
- fitted sleeves;
- keys or dowels.

Depending on the design, machining of the bores and/or bolts may be required.

The tightening procedure should be provided by the generator supplier.

In the case of the thrust bearing being above the rotor, the rotor will be temporarily placed on the jacks until the upper shaft and the thrust block are installed.

6.14 Step 11: Upper shaft installation

a) Objective of work in the step

- Install the upper shaft on the rotor.

b) Explanation of work

- Install the upper shaft with respect to the centre of the rotor.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

There are many possible coupling systems, such as:

- friction coupling;
- fitted bolts;
- fitted sleeves;
- keys or dowels.

Depending on the design, machining of the bores and/or bolts may be required.

The tightening procedure should be provided by the generator supplier.

6.15 Step 12-1: Upper bracket assembly

a) Objective of work in the step

- Assemble the upper bracket.

b) Explanation of the work

- Attach the arms to the hub, as per the design (i.e. welding, bolting).
- This task generally happens outside of the pit.

c) Recommendations

The tolerances should be provided by the generator supplier, if required.

If the upper bracket is assembled by welding, NDT according to the ITP may be required.

d) Additional information

See the additional information in Step 3-1: Lower bracket assembly.

6.16 Step 12: Upper bracket installation

a) Objective of work in the step

- Place the upper bracket in the pit.

b) Explanation of work

- Place the upper bracket on the stator or other support.
- Install the upper guide bearing housing (if applicable).

c) Recommendations

The concentricity, elevation and level should be checked.

The tolerances should be provided by the generator supplier.

If the thrust bearing is above the rotor, refer to recommendations regarding the thrust bearing elevation setting in Step 3: Lower bracket installation.

d) Additional information

The upper bracket is installed with respect to the centre of the upper shaft or the rotor depending on design.

The alignment of the upper bracket will be checked in Step 15: Unit alignment. In some cases, its position may require adjustment.

6.17 Step 13: Uncoupled generator shafts runout check

a) Objective of work in the step

- Check that the runout of the generator components is within the tolerance.

b) Explanation of work

- Rotate the generator and measure the runout of the generator shaft system.

c) Recommendations

The runout tolerance given in Step 15: Unit alignment should be used.

d) Additional information

It is a good practice to check the height differences between the theoretical elevation and the actual bottom surface elevation of the coupling flange.

It is a good practice to check the relationship between the generator lower shaft and the turbine shaft at this step. The concentricity of the two shafts and the verticality of the generator lower shaft can be checked and adjusted if necessary.

In order to perform the runout check and unit alignment, a minimum of four guide bearing segments (at the guide bearing closest to the thrust bearing), spaced 90° apart, shall be installed and have their clearance set at a small value to limit the lateral movement while still allowing the unit to rotate freely. In the case where the generator guide bearing is a sleeve or split sleeve style bearing, temporary adjustable guides may need to be installed to limit the lateral movement. All other interference (bearing, sealing, bearing covers, etc.) should be removed.

It could also be helpful to have a preliminary assembly of the high pressure oil injection system, if present, to facilitate the rotations.

6.18 Step 14: Turbine and generator shafts coupling

a) Objective of work in the step

- Couple the turbine and generator shafts.

b) Explanation of work

- Fit of the coupling flanges.
- Couple of the shafts.
- Tighten of the coupling bolts.

c) Recommendations

In many cases, the shafts coupling holes will be marked with numbers. In this case, these holes will determine the angular positioning. When numbers are not marked, it is a good practice to match the high point on generator shaft flange to the low point on the turbine shaft flange.

It is a good practice to check the lower bracket deflection at this step when the turbine shaft with the runner is coupled to the lower shaft, and all rotating weight is now supported by the thrust bearing. If necessary, the lower bracket elevation may need adjustment to compensate for the deflection due to the weight of the runner and turbine shaft.

d) Additional information

There are many possible coupling systems, such as:

- friction coupling;
- fitted bolts;
- fitted sleeves;
- keys or dowels.

Depending on the design, machining of the bore and/or bolts may be required

The tightening procedure should be provided by the supplier who supplied the fasteners.

This step can be used to calibrate the lower bracket. At this time, it is known how much the lower bracket will deflect with a known weight (the rotating components). The elevation of the lower bracket can be adjusted so that the rotating parts will be at the correct elevation when the hydraulic thrust is applied.

6.19 Step 15: Unit alignment

a) Objective of work in the step

- Align and set the elevation of the rotating components within the stationary components.

b) Explanation of work

- In order to perform the unit alignment, a minimum of four guide bearing segments (at the guide bearing closest to the thrust bearing), spaced 90° apart, need to be installed and have their clearance set at a small value to limit the lateral movement while still allowing the unit to rotate freely. All other interferences (bearings, seals, bearing covers, etc.) should be removed.
- Rotate the unit and perform all measurements and adjustment to achieve required tolerances.
- Secure the shaft system to allow the bearing, shaft sealing and cover installation and adjustment.

c) Recommendations

The items listed in Table 1 should be checked.

Table 1 – Runout and shaft verticality

Item	Tolerance	Minimum No. of measurements	Measurement location
Shaft run-out	0,05 × L/D mm (peak to peak) Minimum: half of the design radial clearance of the bearing. Maximum: 1,5 times the design radial clearance of the bearing.	4 readings for each dial indicator at each bearing ^a	At each bearing
Shaft verticality	0,06 mm/m	4 readings ^b	Shaft

^a Readings at the guide bearing closest to the thrust bearing shall be used to compensate the translation movement within this bearing to determine the pure rotation movement at the measured guide bearing journals.

^b There are many methods in measuring shaft verticality; however, they all require rotations. One common method is to mount a level on the shaft body and record the level at every 90° positions. The verticality of the shaft is obtained by calculating the best centre of the 4 readings. The verticality is corrected by re-aligning the thrust bearing horizontal plane.

Refer to the unit alignment step in the appropriate turbine flowchart to determine the applicable turbine tolerances that should be applied during the unit alignment.

Straightness verification may be useful to determine the cause of the run-out problem.

There are two methods presented for checking rotor and stator circularity, concentricity and verticality.

- Method 1: This method is generally applied when the degree of confidence in the rotor circularity, concentricity and vertically is low. For example, when the rotor spider shall be welded at the site, or in case of a refurbishment project, this method will be applied. If the stator and rotor verticalities are verified in previous steps, it is not necessary to repeat in this step. See Table 2.

Table 2 – Circularity, concentricity and verticality

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Stator circularity	8 % of the design air gap max. 1,5 mm	8 when $D_{SC} < 5$ m 12 when $5 \text{ m} \leq D_{SC} < 7,5$ m 16 when $7,5 \text{ m} \leq D_{SC} < 10$ m 24 when $D_{SC} \geq 10$ m	Top and bottom of core
Stator concentricity	5 % of the design air gap max. 1 mm	8 when $D_{SC} < 5$ m 12 when $5 \text{ m} \leq D_{SC} < 7,5$ m 16 when $7,5 \text{ m} \leq D_{SC} < 10$ m 24 when $D_{SC} \geq 10$ m	Top and bottom of core
Stator core verticality ^a	6 % of the design air gap	8 when $D_{SC} < 5$ m 12 when $5 \text{ m} \leq D_{SC} < 7,5$ m 16 when $7,5 \text{ m} \leq D_{SC} < 10$ m 24 when $D_{SC} \geq 10$ m	Top and bottom of core
Rotor circularity	6 % (average top and bottom air gap reading)	Number of rotor spider arms	Top and bottom of poles
Rotor concentricity	1,2 % (average top and bottom air gap reading)	Number of rotor spider arms	Top and bottom of poles
Rotor pole verticality ^a	6 % of the design air gap	Number of rotor spider arms	Top and bottom of poles
Key D_{SC} : diameter of the stator core ^a This tolerance is applied at each measurement location.			

- Method 2: This method is generally used when the level of confidence in the rotor circularity, concentricity and verticality is high. See Table 3.

Examples of where this method could be used:

- the rotor spider is final machined at the shop;
- no structural site welding is necessary;
- no adjustment between the rim and spider is required.

Table 3 – Air gap

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Air gap average with respect to design air gap	±5% of the design air gap	Number of poles	Top and bottom of poles
Air gap min./max. values	±5% of the average air gap	Number of poles	Top and bottom of poles

The rotor magnetic centre elevation and runner elevation should be checked and compared to the stator magnetic centre elevation. The tolerances for the difference in magnetic centre elevations should be provided by the generator supplier and the tolerance on runner elevation should be provided by the turbine supplier. See Figure 2.

For the applicable Kaplan or propeller turbine tolerances that should be applied during unit alignment, refer to mechanical parts step 17: Unit alignment of IEC 63132-4.

For the applicable Francis turbine tolerances that should be applied during unit alignment, refer to mechanical parts step 18: Unit alignment of IEC 63132-3.

d) Additional information

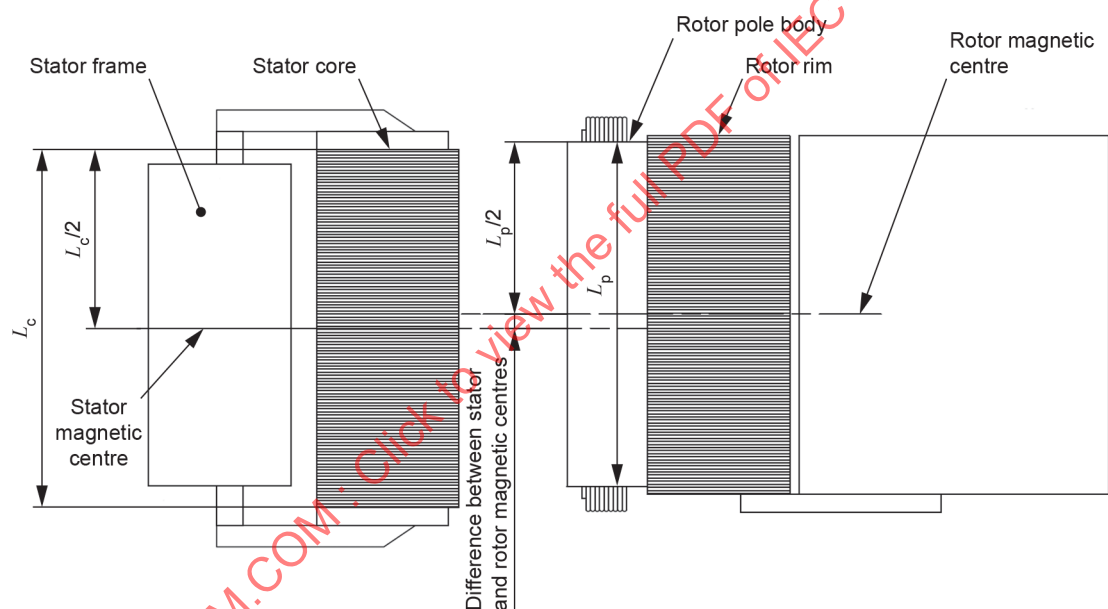
Unit alignment is a combined effort by both the turbine and generator suppliers. Adjustments on the turbine will affect generator results and vice-versa. Therefore, a good cooperation and coordination are required between the turbine and generator supplier. See Figure 3.

In the case where the generator guide bearing is a sleeve or split sleeve style bearing, temporary adjustable guides may need to be installed to limit the lateral movement.

In the case of water lubricated bearing with rubber layer pads, the minimum and maximum criteria for the shaft runout tolerance do not apply.

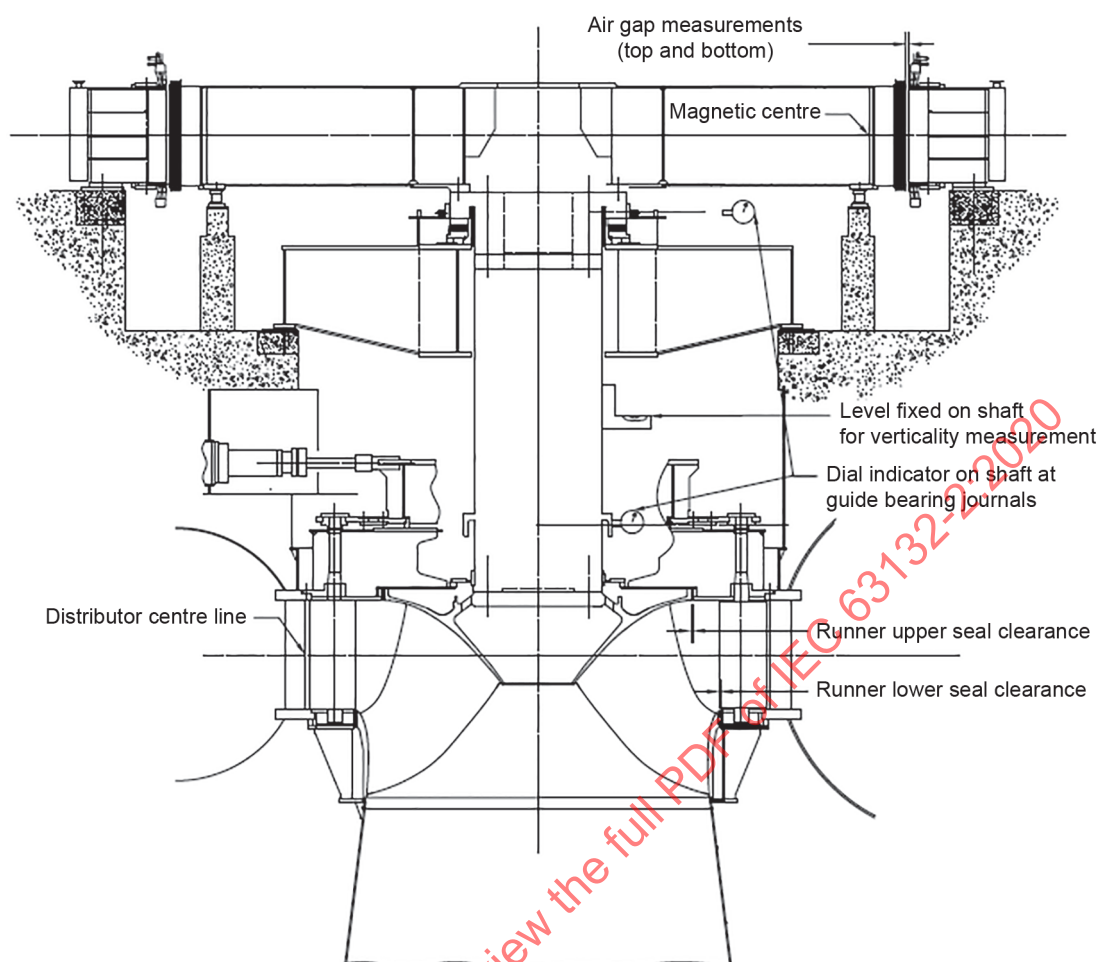
Uneven heating sources (lights, heaters, etc.) and air movement should be minimized. Care shall be taken to ensure reading repeatability. Measurement convention and timing shall be coordinated.

For thrust bearings which are rigidly supported, the axis of rotation passes through the centre of the guide bearing closest to the thrust bearing and is perpendicular to the plane of the thrust bearing pads (sliding surface). For thrust bearings which are hydraulically self-levelling, two guide bearings shall be installed (4 segments with small clearance) to define the axis of rotation. The axis of rotation is the axis passing through the centre of the two guide bearings. Therefore, in the case of units equipped with non-rigidly supported thrust bearings, the method to verify verticality and runout is different.



IEC

Figure 2 – Stator and rotor magnetic centre



IEC

Figure 3 – Unit alignment (thrust bearing below the rotor)

6.20 Step 16: Upper bracket and/or stator bases embedment

a) Objective of work in the step

- Grout the upper bracket and/or the stator sole plates.

b) Explanation of work

- Grout the through-bolts or the foundation bolts and sole plates.

c) Recommendations

Before embedment, it is recommended to check that the reinforcement, like rebars for example, will not interfere with the foundation plate.

d) Additional information

The surface between the primary and secondary concrete shall be prepared according to the grout specification.

Make sure that the air can escape upwards during grouting.

Generally, this is done only after final alignment of the generator to minimize the risks in case the stator needs to be re-located.

Some designs do not require second stage concrete; in this case, this step would have been done earlier.

Care shall be taken when placing concrete to avoid moving the upper bracket and stator bases.

6.21 Step 17: Generator guide bearings assembly and adjustment

- a) Objective of work in the step
 - Install the remaining guide bearings.
- b) Explanation of work
 - Install the remaining guide bearings and perform their final adjustment.
- c) Recommendations

The tolerances should be provided by the generator supplier.
- d) Additional information

This shall be coordinated with the turbine guide bearing installation.

6.22 Step 18: Slip (collector) rings installation and runout checks

- a) Objective of work in the step
 - Assemble the slip rings.
- b) Explanation of work
 - Assemble the slip rings.
 - Connect the rotor leads to the slip rings.
- c) Recommendations

The runout of both slip rings should be checked. The tolerances should be provided by the generator supplier.
- d) Additional information

Miscellaneous monitoring instruments, such as stroke limitation switch, tachometer or centrifugal switch, are often located on the slip rings/brush support structure.

Brushless exciter systems have no slip rings.

6.23 Step 19: Brush holder supporting structure and brushes installation

- a) Objective of work in the step
 - Assemble the brush support unit (brush support platform with brush support).
- b) Explanation of work
 - Install the brush holder supporting structure.
 - Align the brush holder angle to the slip rings.
 - Install the dust control system.
 - Insert the carbon brushes.
 - Sand to ensure proper contact between the brushes and the slip rings.
- c) Recommendations

The tolerance and position of brush components should be provided by the generator supplier.
- d) Additional information

Miscellaneous monitoring instruments are often located on the slip rings/brush support structure.

6.24 Step 20: Remaining generator parts installation completion

- a) Objective of work in the step
 - Install the remaining generator parts.
- b) Explanation of work
 - Install the cooling water system, lubrication oil system, high pressure oil supply, oil mist exhaust, brake-lifting system, standstill heating, cover for access shaft and breakthroughs for piping, cables and close leads with covers.

- Connect and wire all electrical loads and monitoring instruments.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

The jacking height of the brakes shall be adjusted so that it is smaller than the tightest vertical clearance in the unit.

6.25 Step 21: Cleaning, painting and inspection before initial tests

a) Objective of work in the step

- Ensure the generator is ready for commissioning.

b) Explanation of work

- Check that all components are properly fastened or locked.
- Check cleanliness of the entire generator.
- Check the coating and touch up if necessary.
- Carry out a leak test and a visual inspection of all screwed connections as well as welding seams during filling of the cooling water system.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

Check all monitoring devices and electrical components for their operation ability.

All electrical signals are tested during pre-commissioning in order to ensure the operating reliability of the generator.

6.26 Step 22: Generator complete

a) Objective of work in the step

- The generator is ready for the first run.

6.27 Step 23: Commissioning

This step identifies the next group of activities.

Bibliography

IEC 63132-1, *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 1: General aspects*

IEC 63132-3, *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 3: Vertical Francis turbines or pump-turbines*

IEC 63132-4, *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 4: Vertical Kaplan or propeller turbines*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	23
1 Domaine d'application	25
2 Références normatives	25
3 Termes et définitions	25
4 Préparation.....	26
5 Organigramme d'installation	26
6 Étapes	28
6.1 Étape 1: Arbre turbine libre	28
6.2 Étape 2: Vérification des fondations de l'alternateur.....	28
6.3 Étape 3-1: Assemblage du croisillon inférieur.....	28
6.4 Étape 3: Installation du croisillon inférieur.....	29
6.5 Étape 4: Bétonnage des assises du croisillon inférieur.....	29
6.6 Étape 5-1: Assemblage du stator	30
6.7 Étape 5: Installation du stator	30
6.8 Étape 6: Assemblage du palier guide et du palier de butée combinés	30
6.9 Étape 7: Installation des freins et des vérins	31
6.10 Étape 8: Installation de l'arbre alternateur inférieur.....	31
6.11 Étape 9: Installation du bloc de butée	31
6.12 Étape 10-1: Assemblage du rotor.....	32
6.13 Étape 10: Installation du rotor	33
6.14 Étape 11: Installation de l'arbre supérieur	33
6.15 Étape 12-1: Assemblage du croisillon supérieur.....	33
6.16 Étape 12: Installation du croisillon supérieur	34
6.17 Étape 13: Vérification de la déflexion latérale des arbres alternateur avant accouplement	34
6.18 Étape 14: Accouplement des arbres turbine et alternateur	35
6.19 Étape 15: Alignement du groupe	35
6.20 Étape 16: Bétonnage des assises du croisillon supérieur et/ou du stator.....	39
6.21 Étape 17: Assemblage et ajustement des paliers guides de l'alternateur.....	40
6.22 Étape 18: Installation des anneaux collecteurs et vérification de la déflexion latérale.....	40
6.23 Étape 19: Installation des balais et du mécanisme de support des balais.....	40
6.24 Étape 20: Achèvement de l'installation des composantes de l'alternateur restantes.....	41
6.25 Étape 21: Nettoyage, peinture et inspection avant les tests initiaux	41
6.26 Étape 22: Achèvement de l'installation de l'alternateur	41
6.27 Étape 23: Mise en service	41
Bibliographie.....	42
Figure 1 – Organigramme d'installation générique – Alternateur	27
Figure 2 – Centres magnétiques du stator et du rotor.....	38
Figure 3 – Alignement du groupe (palier de butée sous le rotor)	39
Tableau 1 – Déflexion latérale et verticalité de l'arbre	36
Tableau 2 – Circularité, concentricité et verticalité	37
Tableau 3 – Entrefer	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET TOLÉRANCES
D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –****Partie 2: Alternateurs verticaux****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 63132-2 a été établie par le comité d'études 4 de l'IEC: Turbines hydrauliques.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
4/381/FDIS	4/391/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63132, publiées sous le titre général *Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines hydroélectriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020

LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET TOLÉRANCES D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –

Partie 2: Alternateurs verticaux

1 Domaine d'application

L'objectif de la présente partie de l'IEC 63132 est d'établir, d'une façon générale, des procédures et des tolérances adéquates pour l'installation des turbines et alternateurs hydroélectriques. Ce document présente un assemblage typique. Il y a plusieurs façons possibles pour assembler un groupe. Les dimensions des machines, la conception des machines, le plan de la centrale et l'échéancier des livraisons des différentes composantes sont quelques éléments qui peuvent résulter en l'ajout d'étapes, l'élimination de certaines étapes et/ou des séquences d'assemblages.

Il est entendu que ce type de document sera contraignant seulement si, et dans la mesure où, les deux parties contractuelles l'ont convenu.

Ce document exclut les questions d'intérêt purement commercial, sauf celles inextricablement liées au déroulement de l'installation.

Les tolérances mentionnées dans ce document ont été déterminées selon les meilleures pratiques et l'expérience, bien qu'il soit reconnu que d'autres normes spécifient des tolérances différentes.

Ce guide s'applique aux alternateurs verticaux selon l'IEC 60034-7¹.

Partout où ce document précise que des documents, des dessins ou des renseignements sont fournis par un fabricant (ou par des fabricants), chaque fabricant fournira les informations appropriées pour leur propre approvisionnement seulement.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60034-7:—, *Rotating electrical machines - Part 7: Classification of types of constructions, mounting arrangements and terminal box position (IM Code)* (disponible en anglais seulement)²

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

¹ Troisième édition en cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 60034-7:2019.

² Troisième édition en cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/ACDV 60034-7:2019.

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Préparation

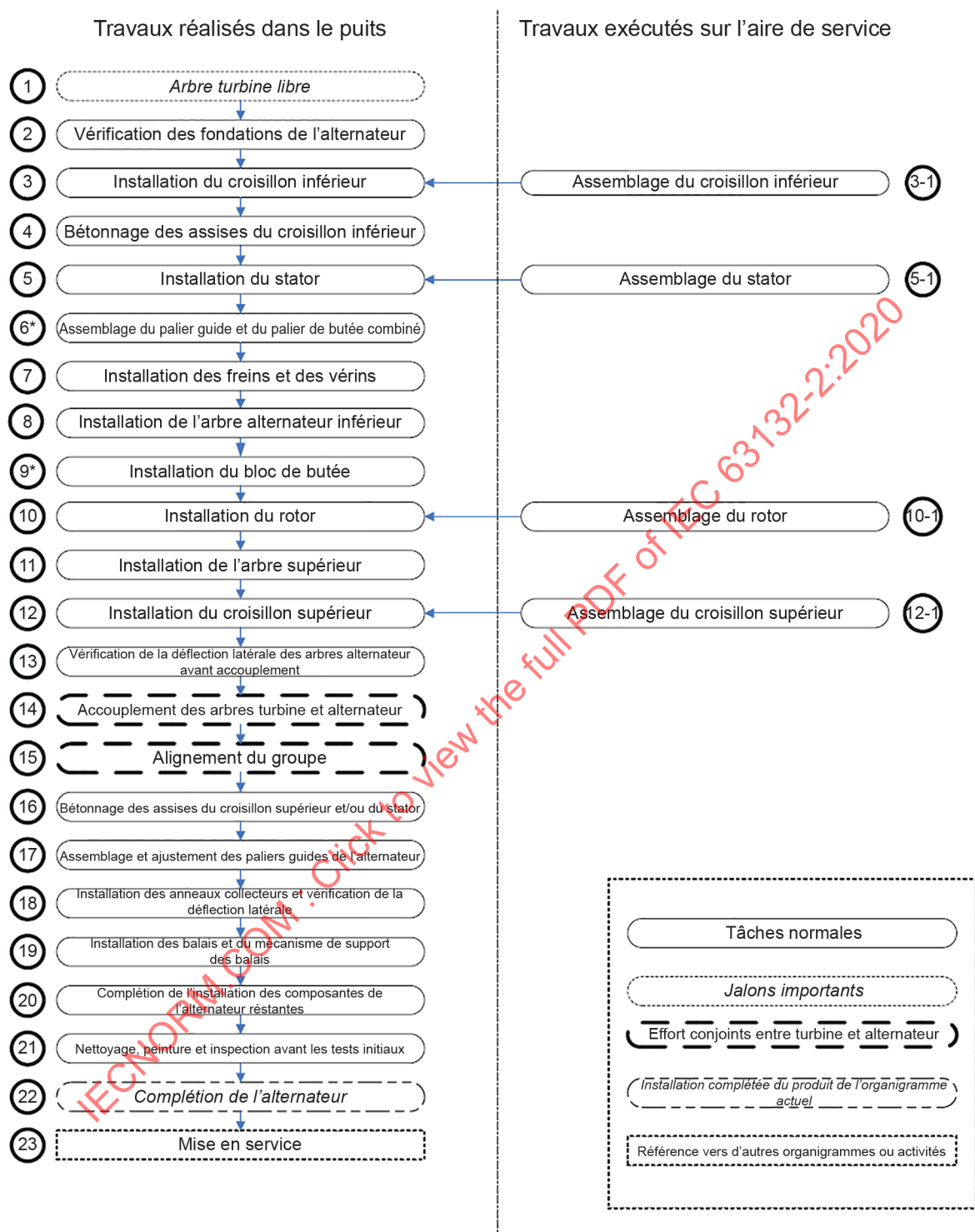
Les pièces encastrées dans le béton, telles la tuyauterie et les plaques de fondations, sont traitées dans les pièces encastrées turbine.

5 Organigramme d'installation

L'organigramme d'installation de ce document illustré à la Figure 1 est principalement basé sur un alternateur vertical ayant son palier de butée sous le rotor. Si l'alternateur a un palier de butée au-dessus du rotor ou supporté par le flasque supérieur, des corrections à l'organigramme seront nécessaires.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-2:2020

Alternateur



IEC

NOTE 1 Cet organigramme représente un alternateur avec un palier de butée situé sous le rotor. Pour les alternateurs avec un palier de butée situé au-dessus du rotor, les étapes marquées d'un astérisque seraient exécutées, en totalité ou en partie, entre les étapes 11 et 12 de l'organigramme.

NOTE 2 Selon l'organigramme d'installation des pièces mécaniques turbine, l'installation de l'alternateur est liée à l'installation de la turbine.

Figure 1 – Organigramme d'installation générique – Alternateur

6 Étapes

6.1 Étape 1: Arbre turbine libre

Voir la section turbine applicable de ce document.

6.2 Étape 2: Vérification des fondations de l'alternateur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Vérifier les fondations pour les croisillons supérieur et/ou inférieur (si applicable) et du stator.
- Vérifier les ouvertures pour les câbles/barres des bornes de phases et de neutre.
- Vérifier la tuyauterie encastrée pour l'eau et l'huile.

b) Explication de la tâche

- Vérifier les fondations du croisillon supérieur, du croisillon inférieur et du stator.
- Vérifier les dimensions des ouvertures.
- Vérifier les positions des tuyaux (vérifier aussi si une deuxième étape de bétonnage est prévue).
- Installer les boulons de fondations.
- Installer les plaques d'assise.

c) Recommandations

Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

- Si un procédé de bétonnage en une seule étape est utilisé

Il convient de vérifier la position en plan, l'élévation et/ou les positions des plaques de fondations.

- Si un procédé de bétonnage en deux étapes est utilisé

Il convient de vérifier la position en plan, l'élévation et/ou les positions des boulons de fondations, des pièces encastrées et des blocages.

d) Informations additionnelles

Il y a deux procédés différents pour encastrer les plaques d'assise: le bétonnage en une seule étape et le bétonnage en deux étapes.

Des précautions doivent être prises lors du bétonnage pour éviter de déplacer les fondations de l'alternateur.

Si le bétonnage en deux étapes est utilisé, toute la surface des blocages pour les bases du stator et du croisillon inférieur doit être préparée pour assurer une bonne adhérence entre le béton primaire et le béton secondaire.

Il y a plusieurs configurations différentes d'alternateur. Voir l'IEC 60034-7 pour une description des possibilités. Les différentes configurations peuvent avoir, ou non, un croisillon inférieur ou supérieur.

6.3 Étape 3-1: Assemblage du croisillon inférieur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Assembler le croisillon inférieur.

b) Explication de la tâche

- Fixer les bras au moyeu, selon la conception (i.e. soudage, boulonnage).
- Cette tâche est généralement effectuée à l'extérieur du puits.

c) Recommandations

Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur, si requises.

Si le croisillon inférieur est assemblé par soudage, des contrôles non destructifs (CND) selon le plan d'inspections et d'essais (PIE) pourraient être requis.

d) Informations additionnelles

Il convient que le fournisseur de l'alternateur prenne les précautions nécessaires pour limiter la distorsion pendant le soudage pour être capable d'assembler le croisillon inférieur avec les pièces encastrées.

Le croisillon inférieur, le croisillon supérieur, les assemblages rotor et stator sont généralement les pièces les plus imposantes dans un groupe et prennent un temps considérable à assembler (des jours, voire des mois). Ces travaux d'assemblage sont souvent effectués en parallèle et peuvent affecter grandement la disponibilité et les exigences de l'espace de travail. Cette étape est présentée pour s'assurer que le lecteur est informé qu'il y a souvent des défis pour trouver de l'espace libre et pour avoir toutes les parties concernées travaillant ensemble efficacement sur ce problème.

6.4 Étape 3: Installation du croisillon inférieur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer le croisillon inférieur dans la position correcte.

b) Explication de la tâche

- Placer le croisillon inférieur sur les plaques d'assise.
- Contrôler la concentricité, l'élévation et le niveau du croisillon inférieur.

c) Recommandations

Il convient de vérifier la concentricité, l'élévation et le niveau. Il convient que les tolérances soient fournies par le fournisseur de l'alternateur. Lors de la détermination de l'élévation correcte, il convient que la déflexion du croisillon inférieur causée par le poids total des pièces rotatives et la poussée hydraulique agissant sur la roue lorsque le groupe est en fonctionnement soit considérée.

d) Informations additionnelles

Des conceptions différentes demandent des tolérances différentes; il est donc alors recommandé que le fournisseur de l'alternateur stipule les tolérances.

Le croisillon inférieur est aligné avec le centre du flasque inférieur. L'arbre turbine est généralement une référence relative. D'autres méthodes employant des points de référence peuvent aussi être utilisées.

Dans quelques cas, les freins et les vérins sont installés à cette étape au lieu de l'Étape 7: Installation des freins et des vérins.

6.5 Étape 4: Bétonnage des assises du croisillon inférieur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Encastrer les assises du croisillon inférieur.

b) Explication de la tâche

- Verser du coulis de ciment pour encastrer les boulons d'ancrage ou les plaques d'assises avec leurs boulons de fondation.

c) Recommandations

Avant le bétonnage, vérifier qu'aucun élément de renforcement n'interférera avec les plaques d'assise et les boulons de fondation.

d) Informations additionnelles

S'assurer que l'air peut s'échapper vers le haut pendant que le coulis de ciment est versé. Certaines conceptions ne requièrent pas de deuxième étape de bétonnage.

Selon la conception, il est possible d'encastrer les plaques de fondations du croisillon inférieur avant l'installation du croisillon inférieur.

Des précautions doivent être prises lors du bétonnage pour ne pas déplacer les assises du croisillon inférieur.

6.6 Étape 5-1: Assemblage du stator

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Assembler le stator.

b) Explication de la tâche

- Assembler la carcasse du stator par boulonnage ou soudage.
- Empiler le noyau.
- Installer le bobinage.
- Exécuter les tests électriques et les mesures mécaniques.

c) Recommandations

SVP voir l'Étape 15: Alignement du groupe. Les tolérances dépendent de la conception.

d) Informations additionnelles

Le stator peut être assemblé en usine, dans le puits ou à côté du puits. Le stator peut être assemblé à partir de blocs pré-assemblés, comprenant le noyau, le bobinage et la carcasse, ou alors la carcasse est assemblée en premier au chantier et ensuite le noyau est empilé en un anneau complet. Protéger toutes les composantes du bobinage est essentiel, surtout lorsque des travaux de perçage ou de soudage sont effectués tout près.

Voir les informations additionnelles à l'Étape 3-1: Assemblage du croisillon inférieur.

6.7 Étape 5: Installation du stator

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer le stator dans le puits.

b) Explication de la tâche

- Installer le stator au niveau, à l'élévation et à la position appropriés.

c) Recommandations

SVP voir l'Étape 15: Alignement du groupe. Les tolérances dépendent de la conception.

Il convient que l'élévation du centre magnétique du stator et la verticalité du noyau du stator soient vérifiées. Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

d) Informations additionnelles

Le stator est aligné au centre du flasque inférieur en utilisant une référence relative. La bride de l'arbre turbine est normalement la référence relative. D'autres méthodes qui utilisent des points de références peuvent aussi être utilisées pour aligner le stator.

L'alignement du stator sera vérifié pendant l'alignement du groupe (voir Étape 15: Alignement du groupe). Dans certains cas, la position du stator peut nécessiter un ajustement.

6.8 Étape 6: Assemblage du palier guide et du palier de butée combinés

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Assembler le palier guide et le palier de butée combinés.

b) Explication de la tâche

- Les composantes et les accessoires des paliers guide et de butée combinés sont installés dans le réservoir d'huile situé sur le croisillon du palier de butée.
- Vérifier et éliminer toute fuite du réservoir d'huile.

c) Recommandations

L'assemblage du palier de butée et du croisillon est positionné de façon concentrique, à l'élévation et au niveau appropriés. Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

d) Informations additionnelles

Le palier de butée est aligné au centre du croisillon du palier de butée. Ceci peut être requis pour le bon fonctionnement du palier.

L'alignement du palier de butée, du croisillon du palier de butée et des composantes rotatives sera vérifié à l'Étape 15: Alignement du groupe. Dans certains cas, la position de ces composantes peut nécessiter un ajustement.

Afin d'installer le rotor, un minimum de quatre segments du palier guide, espacés de 90°, doivent être installés.

Dans certaines conceptions, le palier de butée peut être supporté sur le flasque supérieur. Dans ce cas, la cuve d'huile du palier de butée est alignée au centre du flasque supérieur. Le palier de butée est aligné au centre de la cuve d'huile du palier de butée.

Dans certaines conceptions, le ou les paliers guides peuvent ne pas être combinés avec le palier de butée. D'autres conceptions peuvent avoir un diamètre plus petit au palier guide de l'alternateur empêchant l'installation du bloc de butée.

Il convient que l'isolation électrique du système de paliers soit vérifiée.

NOTE Le terme "croisillon du palier de butée" signifie soit le croisillon inférieur, soit le croisillon supérieur, selon où le palier de butée est situé. Dans le cas d'un palier de butée situé sous le rotor, le croisillon du palier de butée est le croisillon inférieur.

6.9 Étape 7: Installation des freins et des vérins

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer les freins et les vérins de soulèvement.

b) Explication de la tâche

- Assembler les vérins, selon la conception (i.e. sur les bras du croisillon inférieur ou sur les piédestaux de support en béton).
- Assembler la tuyauterie.
- Installer les accessoires (compresseur, panneau de contrôle, réservoir d'air, réservoir d'huile, etc.).

c) Recommandations

Il convient que les tolérances de niveau et d'élévation pour les sabots de freins soient données par le fournisseur de l'alternateur.

d) Informations additionnelles

N/A

6.10 Étape 8: Installation de l'arbre alternateur inférieur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer l'arbre alternateur inférieur (si applicable) pour l'accouplement avec l'arbre turbine.

b) Explication de la tâche

- Installer l'arbre inférieur dans le puits.

c) Recommandations

Il convient de vérifier le niveau, l'élévation, la concentricité et l'inclinaison. Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

d) Informations additionnelles

N/A

6.11 Étape 9: Installation du bloc de butée

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Placer le bloc de butée sur le palier de butée et l'assembler à l'arbre.

b) Explication de la tâche

- Assembler la glace du palier de butée au bloc de butée.

- Assembler le bloc de butée à l'arbre inférieur (lorsque le palier de butée est sous le rotor).
- Assembler le bloc de butée à l'arbre supérieur (lorsque le palier de butée est au-dessus du rotor).

c) Recommandations

Il convient de vérifier le niveau, l'élévation, la concentricité et l'inclinaison. Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

d) Informations additionnelles

Il est supposé que la glace du palier de butée est connectée au bloc de butée.

Il y a différentes conceptions qui requièrent différentes vérifications pendant l'installation de l'arbre et du bloc de butée. Pour certaines conceptions, le bloc de butée peut être solidaire de l'arbre. Dans d'autres cas, le bloc de butée peut s'attacher au rotor. Il y a aussi des conceptions où le bloc de butée est situé sur l'arbre turbine; dans ce cas, la séquence d'étapes doit être révisée.

Dans le cas d'un palier de butée situé au-dessus du rotor, cette étape suivra l'Étape 12: Installation du croisillon supérieur.

6.12 Étape 10-1: Assemblage du rotor

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Assembler le rotor de l'alternateur sur l'aire de montage.

b) Explication de la tâche

- Assembler le croisillon rotor, selon la conception (i.e. soudage, boulonnage).
- Empiler la jante du rotor et serrer en étapes selon les dessins et les instructions.
- Ajuster, si nécessaire, et serrer/dilater la jante sur le croisillon ou le moyeu du rotor.
- Installer les pôles sur la jante du rotor.
- Fabriquer les connexions pôle-à-pôle et les connexions d'amortisseur du bobinage (si présentes).
- Assembler l'anneau de frein du rotor (ou piste de freinage).
- Assembler l'anneau et/ou les pales de ventilation ou les guide d'air rotatifs, selon la conception.
- Sécher (si nécessaire) et nettoyer ou peindre selon la conception.
- Exécuter les tests électriques et les mesures mécaniques.

c) Exigences et recommandations

SVP voir l'Étape 15: Alignement du groupe. Les tolérances dépendent de la conception.

d) Informations additionnelles

Si le moyeu du rotor est assemblé par soudage, les CND selon le PIE sont nécessaires.

Il est recommandé de vérifier la circularité, le diamètre et la hauteur de l'empilage de la jante.

Il est recommandé de vérifier l'élévation du centre magnétique à cette étape.

Il est recommandé de vérifier le serrage et le verrouillage de tous les boulons et connexions des pièces rotatives.

Pour certaines conceptions, des cales entre les pôles et la jante sont fournies pour ajuster la circularité, la concentricité et le diamètre moyen du rotor. Dans ce cas, il est recommandé de vérifier le diamètre intérieur du stator pour déterminer l'ajustement de calage requis.

Protéger le rotor est essentiel, surtout lorsque des travaux de perçage ou de soudage sont effectués tout près.

Il convient que les tolérances pour la hauteur de l'empilage et l'élévation du centre magnétique soient données par le fournisseur de l'alternateur.

Voir les informations additionnelles à l'Étape 3-1: Assemblage du croisillon inférieur.

6.13 Étape 10: Installation du rotor

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Déplacer le rotor dans le puits du groupe.
- b) Explication de la tâche
 - Assembler le rotor avec l'arbre inférieur.
 - Assembler le rotor avec le bloc de butée, selon la conception.

- c) Recommandations

N/A

- d) Informations additionnelles

Il y a plusieurs systèmes d'accouplement possibles, tels que:

- accouplement par friction;
- boulons ajustés ;
- manchons ajustés ;
- clavettes ou goupilles.

Selon la conception, l'usinage des trous et/ou des boulons peut être requis.

Il convient que la procédure de serrage soit donnée par le fournisseur de l'alternateur.

Dans le cas d'un palier de butée situé au-dessus du rotor, celui-ci doit être temporairement placé sur les vérins de soulèvement jusqu'à ce que l'arbre supérieur et le bloc de butée soient installés.

6.14 Étape 11: Installation de l'arbre supérieur

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Installer l'arbre supérieur sur le rotor.
- b) Explication de la tâche
 - Installer l'arbre supérieur par rapport au centre du rotor.

- c) Recommandations

N/A

- d) Informations additionnelles

Il y a plusieurs systèmes d'accouplement possibles, tels que:

- accouplement par friction;
- boulons ajustés;
- manchons ajustés;
- clavettes ou goupilles.

Selon la conception, l'usinage des trous et/ou des boulons peut être requis.

Il convient que la procédure de serrage soit donnée par le fournisseur de l'alternateur.

6.15 Étape 12-1: Assemblage du croisillon supérieur

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Assembler le croisillon supérieur.
- b) Explication de la tâche
 - Fixer les bras au moyeu, selon la conception (i.e. soudage, boulonnage).
 - Cette tâche est normalement effectuée à l'extérieur du puits.

- c) Recommandations

Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur, si requises.

Si le croisillon supérieur est assemblé par soudage, des CND selon le PIE peuvent être requis.

d) Informations additionnelles

Voir les informations additionnelles à l'Étape 3-1: Assemblage du croisillon inférieur.

6.16 Étape 12: Installation du croisillon supérieur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Placer le croisillon supérieur dans le puits.

b) Explication de la tâche

- Placer le croisillon supérieur sur le stator ou sur un autre support.
- Installer la cuve d'huile du palier guide supérieur (si applicable).

c) Recommandations

Il convient de vérifier la concentricité, l'élévation et le niveau.

Il convient que les tolérances soient données par le fournisseur de l'alternateur.

Si le palier de butée est situé au-dessus du rotor, se référer aux recommandations pour l'ajustement de l'élévation du palier de butée à l'Étape 3: Installation du croisillon inférieur.

d) Informations additionnelles

Le croisillon supérieur est installé en relation avec le centre de l'arbre supérieur ou du rotor selon la conception.

L'alignement du croisillon supérieur sera vérifié à l'Étape 15: Alignement du groupe. Dans certains cas, sa position peut nécessiter un ajustement.

6.17 Étape 13: Vérification de la déflexion latérale des arbres alternateur avant accouplement

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Vérifier que la déflexion latérale (ou runout) des composantes de l'alternateur est à l'intérieur des tolérances.

b) Explication de la tâche

- Faire tourner l'alternateur et mesurer la déflexion latérale du système d'arbres de l'alternateur.

c) Recommandations

Il convient que la tolérance de déflexion latérale donnée à l'Étape 15: Alignement du groupe soit utilisée.

d) Informations additionnelles

Il est recommandé de vérifier la différence de hauteur entre l'élévation théorique et l'élévation actuelle de la surface inférieure de la bride d'accouplement.

Il est recommandé de vérifier la relation entre l'arbre inférieur alternateur et l'arbre turbine à cette étape-ci. La concentricité des deux arbres et la verticalité de l'arbre inférieur alternateur peuvent être vérifiées et ajustées si nécessaire.

Dans le but d'exécuter les vérifications de déflexion latérale et d'alignement du groupe, un minimum de quatre segments de palier guide (au palier localisé le plus près du palier de butée), espacés de 90°, doivent être installés et avoir leur jeu ajusté à une valeur minimale pour limiter le mouvement latéral tout en permettant au groupe de tourner librement.

Dans le cas où le palier guide alternateur est un palier à coussinet, en un ou plusieurs morceaux, des guides ajustables temporaires peuvent devoir être installés pour limiter le mouvement latéral au palier. Il convient que toute autre interférence (palier, joint d'étanchéité, couvercles, etc.) soit enlevée.

Un assemblage préliminaire du système d'injection d'huile à haute pression, si présent, peut être utile pour faciliter les rotations.