



Installation, Operation, and Maintenance Guide

HPS EnduraCoil™ Cast Resin Transformers

For indoor/outdoor dry-type transformers which utilize a DH or Power style enclosure.

This manual covers the recommendations for the installation, operation and maintenance of cast resin transformers. It is emphasized that these abbreviated instructions should be used in conjunction with all local and National codes and should be referenced accordingly.



	Page
Warnings	2
Safety Instructions	3
Receiving and Inspection	4
Lifting Procedures	4
Storage	7
Installation Precautions	7
Dry-out	8
Location	9
Sound Levels	10
Grounding	11
Field Testing	11
Maintenance	13
Cleaning	14
Field Service	14

Disclaimer of Liability

The recommended practices in this manual are for general applications and are supplied without liability for errors or omissions. Technical data are subject to change and any necessary corrections are included in subsequent editions. Special requirements should be referenced back to the manufacturer and/or their representative.

This guide covers the recommendations for the installation, operation and maintenance of three phase dry-type cast resin transformers with or without enclosure. It is emphasized that these abbreviated instructions should be used in conjunction with all standards and local codes covering such work and should be referenced accordingly.

These recommended practices are for general applications and any special requirements should be referenced back to the transformer manufacturer and/or their representative.

It is further recommended that installation work be governed by ANSI/IEEE C57.94. This is the IEEE recommended practice for Installation, Application, Operation and Maintenance of Dry-type General Purpose Distribution and Power Transformers.

This manual contains warnings to observe in order to ensure personal safety and prevent property damage. Read these instructions carefully and look at the equipment to become familiar with the device before trying to install, operate, service or maintain it. The notices referring to personal safety are highlighted in the manual by a safety alert symbol, notices referring only to property damage have no safety alert symbol. These notices shown below are graded according to the degree of danger. If more than one degree of danger is present, the warning representing the highest degree of danger will be used.



DANGER

DANGER indicates an imminently hazardous situation which, if not avoided, will result in death or serious injury, and/or substantial property damage.



WARNING

WARNING indicates a potentially hazardous situation which, if not avoided, can result in death or serious injury, and/or substantial property damage.



CAUTION

CAUTION indicates a potentially hazardous situation which, if not avoided, can result in minor or moderate injury or property damage.

Important Note:

Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained, only by qualified personnel. No responsibility is assumed by the manufacturer for any consequences arising out of the use of this material.

NOTICE

NOTICE indicates a potentially hazardous situation which, if not avoided, can result in property damage.

Safety Precautions



DANGER

HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH

Refer to nameplate for ratings and voltages. This equipment must only be installed and serviced by qualified electrical personnel.

Follow all requirements in NFPA 70E and CSA 462 for safe work practice and personal protective equipment (PPE).

Turn off all power supplying this equipment before working on or inside equipment.

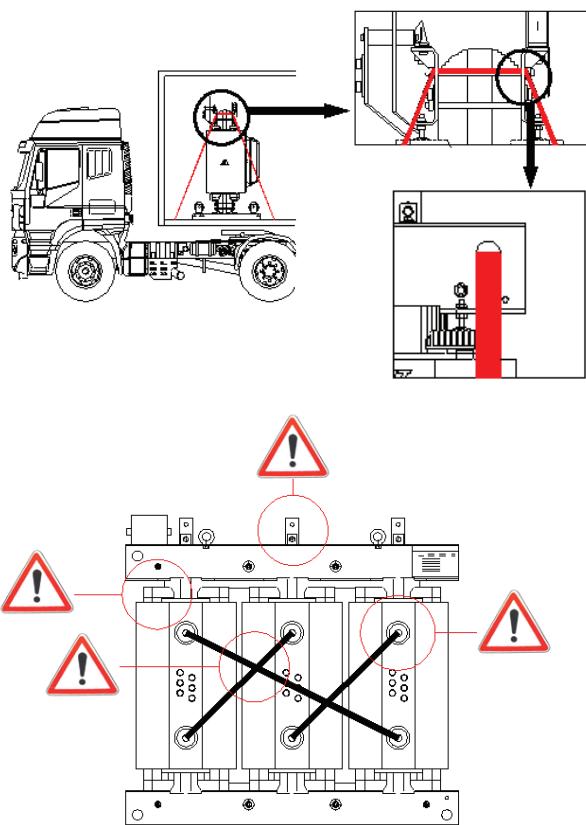
Always use a properly rated voltage sensing device to confirm power is off.

Replace all devices, doors, and covers before turning on power to this equipment.

Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.

1. Do not lift or move a transformer without proper equipment and experienced personnel. Lifting provisions are provided inside of the enclosure on the core/coil only. Always use lifting provisions provided by the manufacturer. **DO NOT LIFT THE TRANSFORMER BY THE ENCLOSURE.** Rolling and skidding are recommended on transformers with a pre-ordered skidding base (see figure 9).
2. Do not off-load the transformer until a full inspection has been completed.
3. Only use terminals for electrical connections. Flexible connectors are recommended for bus connections. The transformer terminals are not designed to support the weight of line or load cable. Uni-strut supports can be added in the field providing proper clearances are maintained.
4. Cover the core and coil with a suitable protective drop cloth if there is drilling, grinding, or painting to be done.
5. Connections should only be made in accordance with the nameplate diagram or connection drawings.
6. Make sure all power (including back-fed control, shared neutral and capacitor charge) is disconnected and all windings are grounded before attempting any work on the transformer or inside the control box.
7. Make certain all ground connections, line terminals and selected tap connections are complete and tightened before energizing the transformer.
8. Do not attempt to change any primary or secondary connections or taps while the transformer is energized.
9. Do not tamper with control panels, alarms, interlocks, or control circuits.
10. Do not adjust or remove any accessories or cover plates while the transformer is energized.
11. No supply cables (including shielded cables) should come in contact with the core or coil or any live part except the terminal that it is intended for. Ensure that minimum clearances are maintained. (refer to Field Testing section)
12. This equipment must only be installed and serviced by qualified electrical personnel.
13. Follow all requirements in NFPA 70E and CSA 462 for safe work practice and personal protective equipment (PPE).
14. Replace all devices, doors, and covers before turning on power to this equipment.
15. You are not allowed to perform any modification to the equipment (as this may affect warranty and cause a hazardous situation) without HPS's prior authorization.

Receiving & Inspection



Before any equipment is off-loaded, transformers should first be inspected for correctness of shipping information. Confirm that the identifying part number on the nameplate of the transformer matches the packing list and Bill of Lading.

Inspect the transformers immediately upon receipt for evidence of damage or indication of rough handling that may have been caused during shipment.

Examination should be made before removing transformer from shipping vehicles. Inspection should also be made for any evidence of water or other contaminants that may have entered the transformer during transit. **A claim should be filed with the carrier at once** and the manufacturer should be notified.

Ventilated dry-type transformers are shipped either completely assembled in a sheet metal enclosure or as a core and coil assembly with or without a separate enclosure. All parts and components are wrapped in clear plastic sheets and covered with a shipping tarpaulin. Drawings may also accompany the shipment in a separate package that detail assembly if required.

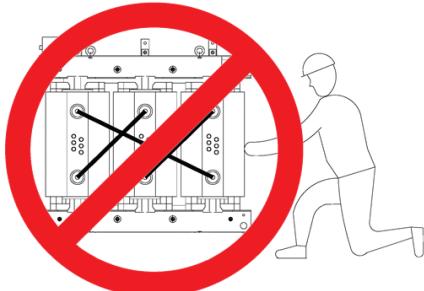
Once the transformer has been received, remove the covers or panels and proceed with an internal inspection for any evidence of damaged or displaced parts, loose or broken connections, damaged terminal boards, dirt or foreign materials and for the presence of any water or moisture. If any damage is evident, contact the transformer manufacturer or your representative immediately.

Lifting Procedures



WARNING

Failure to follow lifting procedures can result in death, serious injury, or damage the transformer and enclosure.



- Do not lift transformer by the enclosure.
- Do not lift transformer with shipping hooks.
- Do not lift transformer from beneath the enclosure.
- Do not jerk, lift to avoid mechanical stresses.
- Do not push, drag or pull the transformer directly on the floor unless it is supplied with the skid base.

Lifting provisions are provided on all dry-type transformers. Lifting provision can be 2 or 4 of 5/8" (16 mm) or 3/4" (19 mm) shouldered eye bolts or a pair of lifting angles (see figure 1) based on the total weight of transformer. Shouldered eye bolts are used if the unit weight is less than 15,000 lbs (6,804 kgs). Lifting angles are used if the transformer weight is 15,000 lbs (6,804 kgs) and greater. Use of slings for an angular lift is strongly recommended.

continued on following page

Lifting Procedures (*continued*)

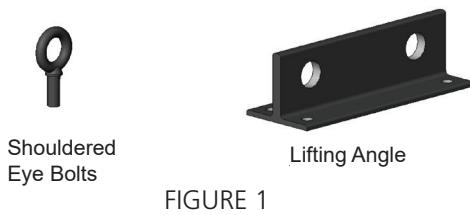


FIGURE 1

Before a lift is made, the following instructions should be read and understood.

1. Remove the roof of DH type of enclosure (see figure 2) or lifting cover plate on roof of power enclosure (see figure 3).
2. Inspect that the lifting eye bolts or lifting angles are properly seated and tight.
3. Verify lifting capacity of chains or slings, crane or other means refer to the weight of transformer on the nameplate.
4. Measure the distance between the eye bolts or lifting angles (see figure 4 & 5).

continued on following page

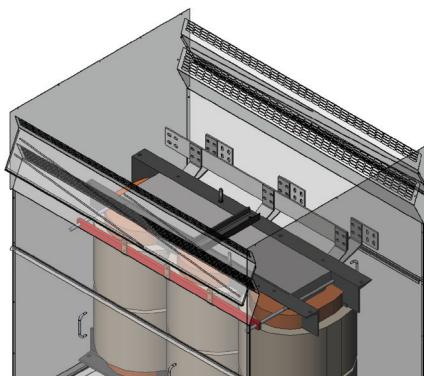


FIGURE 2

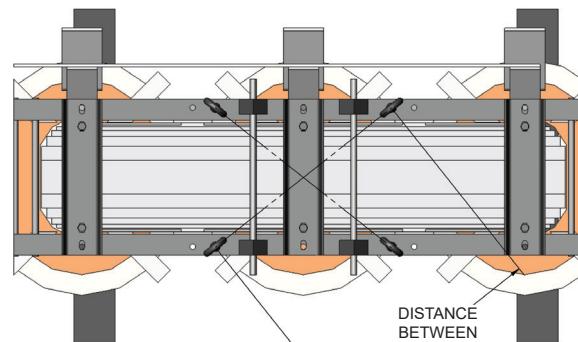


FIGURE 4

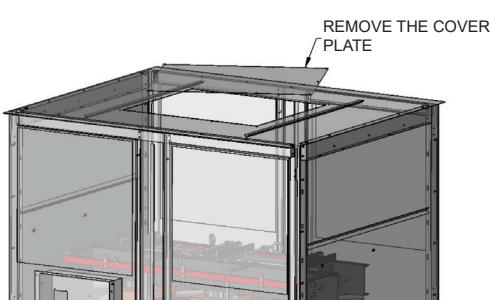


FIGURE 3

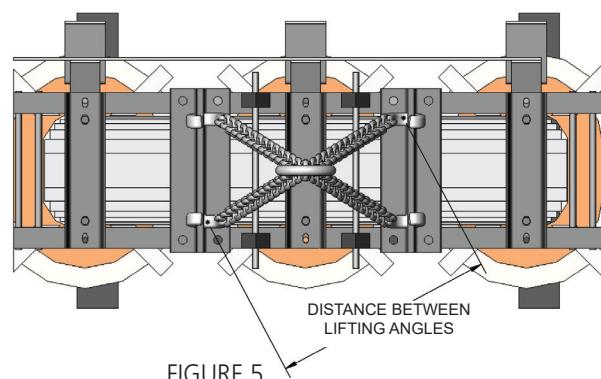


FIGURE 5

Lifting Procedures (continued)

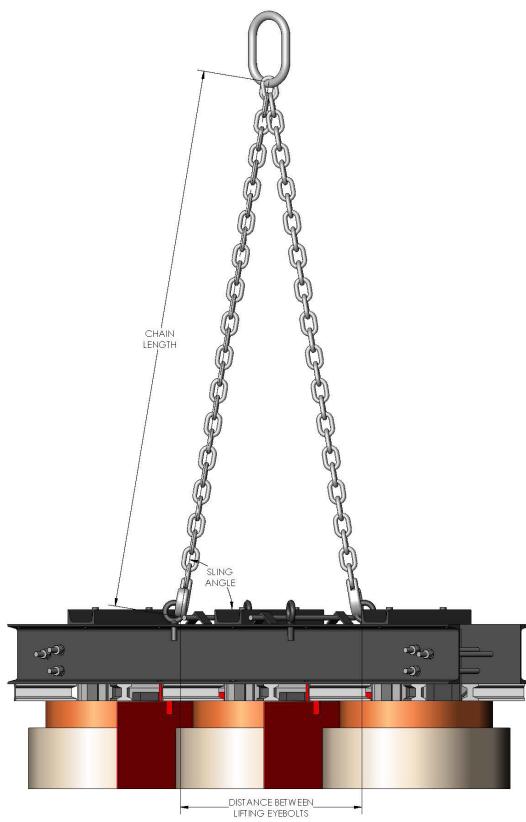


FIGURE 6

For symmetrical loads only (i.e. center of gravity of the unit is centered between lifting points)

*Eye		Chain Length (ft)							
Center	Inches	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'
10"		82°	84°	85°	86°	87°	87°	87°	88°
12"		80°	83°	84°	85°	86°	86°	87°	87°
14"		-	82°	83°	84°	85°	86°	86°	87°
16"		-	80°	82°	84°	85°	85°	86°	86°
18"		-	-	81°	83°	84°	85°	85°	86°
20"		-	-	80°	82°	83°	84°	85°	85°
22"		-	-	-	81°	82°	83°	84°	85°
24"		-	-	-	80°	81°	82°	84°	84°
26"		-	-	-	80°	81°	82°	83°	84°
28"		-	-	-	-	80°	82°	83°	83°
30"		-	-	-	-	80°	81°	82°	83°
32"		-	-	-	-	-	80°	81°	82°
34"		-	-	-	-	-	80°	81°	82°
36"		-	-	-	-	-	-	80°	81°

*Note: Distance between lifting eyes on front and rear frames

TABLE 1

5. Ensure that the sling angle is greater than 80 degrees (see figure 6 & table 1).
6. The direction of the pull (sling line) must be in-line with the plane of the eye bolts. When lifting a transformer with a 4-legged sling, align all four eyebolts to the center of the unit (see figure 5). Ensure slings have sufficient capacity for lift. When lifting a transformer with a 2-legged sling, ensure that the eye bolts are installed at opposite corners of the transformer and align to the center of the transformer core (see figure 7).
7. Always use all the eye bolts or lifting holes provided in angles when making a lift to avoid overrating of bolts or torsion of frames.
8. Lift the power transformer by the core & coil only through cutout in enclosure roof (see figure 8).

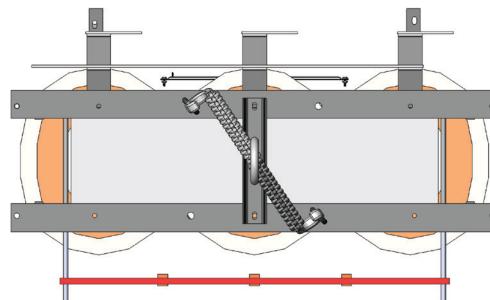


FIGURE 7

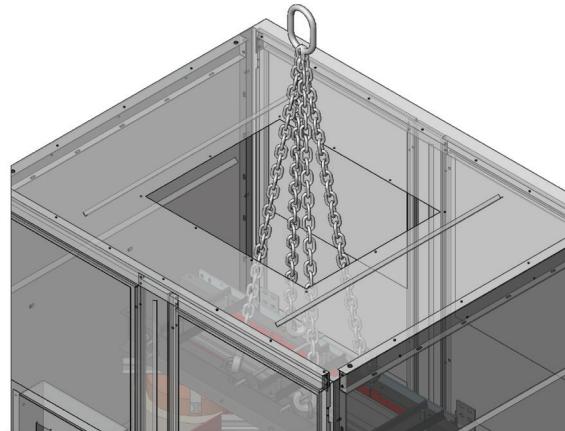


FIGURE 8

Storage



WARNING

Failure to follow storage requirements can result in death or serious injury, and/or substantial property damage.

Transformers must be stored in a warm, dry location, free of dust or airborne contaminants. The relative humidity to which the insulating materials are exposed should be kept as low as practical. It is preferred to store the transformer in a warm dry location to avoid moisture issues but may be able to be stored in temperatures to -20°C (-4°F). Transformer may be energized when the coil temperature is as low as -20°C (-4°F) but it is recommended they not be loaded until the coils reach 0°C (32°F). Fluctuating temperatures can cause condensation requiring a Dry-Out procedure. The floor on which the transformer is stored should be impervious to the upward migration of water vapor. Take precaution to guard against water from any source such as roof leaks, broken water or steam lines, windows, etc. It is not recommended that dry-type units be stored outdoors. If that is unavoidable, transformers must be properly protected from snow, rain, and other elements. Protection should include an initial wrap of first quality canvas with a final outside covering of plastic tarpaulin. It would also be desirable to include a desiccant such as a silica gel dry-out system to reduce the moisture content inside the assembly. If transformers are stored outdoors, dry-out is recommended before energizing as described on the following page.

Installation Precautions



WARNING

Failure to follow installation precautions can result in death or personal injury and can damage the transformer or enclosure.

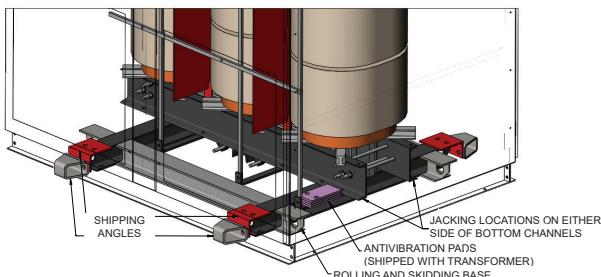


FIGURE 9

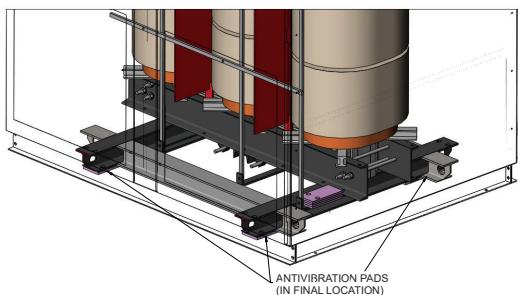


FIGURE 10

1. It is recommended that anti-vibration pads or other vibration isolation devices be present when installing dry-type transformers. Rubber anti-vibration pads are provided with the transformer and need to be installed on site. When installing the anti-vibration pads beneath transformer base beam, ensure the transformer is lifted by the core & coil only (refer to "Lifting Procedures"). If the enclosure is provided and attached to the core & coil by shipping angles, make sure that the shipping hooks and shipping angles are removed in all locations (see figure 9 and 10) before lifting the transformer by core & coil only to install the anti-vibration pads (or other vibration isolations required per design).
2. Cable type, size and entry location shall conform to Local Electrical Codes.
3. Terminals and terminal board shall not be used to support the weight of the line or load cables.
4. Maintain the appropriate clearance between supply cables and live parts of transformer based on system voltages. (refer to Field Testing)
5. Use of flexible connectors for bus connections is recommended.
6. It is recommended that the supply or load cables come in or exit from the bottom or side and shall not block ventilation openings.

continued on following page

Installation Precautions (continued)

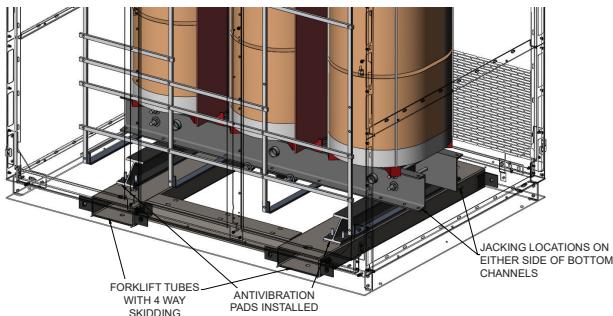


FIGURE 11



Dry-Out



DANGER

HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION, OR ARC FLASH

Failure to observe these dry-out procedures will result in death or severe personal injury, or considerable property damage.

7. If any drilling, grinding or painting needs to be done, the core and coil assembly must be protected by a cover sheet (e.g. Tarp) so that nothing can land on or inside the coil.
8. Do not replace brass bolts with other material bolts.

If a transformer has been exposed to moisture such as condensation or rain, or stored in a high humidity environment, the transformer must be dried out prior to energization. If the transformer has been accidentally exposed to excessive moisture, immediately remove the transformer from service. Perform Megger tests (Insulation Resistance Test) at intervals to indicate a change is taking place with the moisture content in the insulation. Then proceed with the following dry-out methods:

1. Surface moisture should be blown or wiped off any surface of the transformer to reduce the time of the dry-out period.
2. Direct external forced heated air, or radiant heat, up through the windings with all the ventilation openings cleared. Recommended temperature should not exceed 105°C (221°F). Continue this for a minimum of 24 hours or until all evidence of moisture or condensation is no longer visible.
3. Electric heaters could be installed inside the enclosure - particularly for transformers stored outdoors. These heaters should be located under the windings on both sides of the core. If heaters are used, air circulation through the enclosure must be permitted. Fiberglass furnace filters may be mounted temporarily over the inlet and outlet

continued on following page

Dry-Out (continued)

ventilation openings to minimize dust accumulation within the enclosure. These filters must be removed before the transformer is put into service. Recommended temperature should not exceed 105°C (221°F).

4. For dry-out using internal heating through the shorted terminal method, please contact the transformer manufacturer for specific instructions. The principles of this method require to short circuit LV and supply current to HV no more than 100% of nameplate current rating. The winding temperature should not exceed 105°C (221°F). Refer to Field Testing.
5. Variable factors affecting the construction and use of dry-type transformers makes it difficult to set limits for the insulation resistance. Experience to date indicates that 2 megohms, (one minute reading at approximately 25°C) per 1000 volts of nameplate voltage rating, but in no case less than 2 megohms total, may be satisfactory value for insulation resistance. Insulation megger test (500 V or 1000 V DC). Test to be done between:

LV to HV + Ground

HV to LV + Ground

Core to Ground (if the core is isolated)

It is emphasized that only specifically qualified personnel undertake this work.

Transformers that have been exposed to flood conditions, direct rain or sprinklers, may not be able to be dried out appropriately. Consult the manufacturer for further instructions.

Location



CAUTION

Failure to follow location instructions can result in injury and/or property damage.

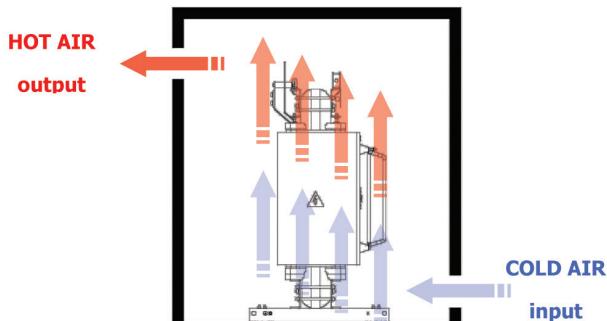
Ventilated dry-type transformers are normally designed for installation indoors in dry locations. They will operate successfully in the recommended humidity range. It is necessary to take precautions to keep them dry from condensation if they are de-energized for longer time periods. Refer to dry-out instructions. Dry-type transformers covered by this guideline are designed for operation at altitudes not exceeding 1000 m (3300 ft.) unless transformer has been specifically designed for higher altitude.

Environmental Considerations:

Ventilated dry-type transformers should not be located in environments containing contaminants including dust, fertilizer, excessive moisture, chemicals, corrosive gases, oils or chemical vapors. Locations where dripping water is present are to be avoided. If this is not possible, suitable protection must be provided to prevent water from entering the transformer enclosure.

continued on following page

Location (continued)



Dry-type transformers should not be installed in areas accessible to the public unless specially designed for this application.

Dry-type transformers can be located outdoors, but they must be designed especially for outdoor environmental protection. Suitable weather resistant and tamper-proof enclosures are required in locations where transformers may be exposed to driven water, snow, dust and sand particles. Consult the transformer manufacturer for further information.

Transformers with open bottom, should not be installed on or over combustible surfaces.

Transformers must be located at least 2 feet away from walls, obstructions, adjacent transformers or other reflecting surfaces on the ventilation side unless otherwise marked on nameplate. Transformers should not be located near other heat sources or obstructions that may affect their ventilation and increase the ambient temperature.

Directed air in the room near the transformer can disturb the natural air flow for cooling through the winding.

Adequate ventilation is essential for the proper cooling of transformers. Clean, cool, dry air is desirable. If the location has unusually high airborne contaminants, optional filters may be required. If transformers are installed in vaults or other places with restricted air flow, sufficient ventilation shall be provided to maintain correct air temperatures. The limits are specified by CSA and ANSI standards and are measured near the transformer ventilation openings. The area of ventilation openings required depends on the height of the vault or transformer room and the location of transformer ventilation openings. For self-cooled transformers, the required effective area must be at least one square foot each of inlet and outlet per 100 kVA of rated transformer capacity, after deduction of the area occupied by screens, gratings or louvers.

This is necessary to provide sufficient free circulation of air through and around the transformer. This will also permit ready access for maintenance.

If the transformer is to be located near combustible materials, the minimum distance **established by The Local Electrical Fire Code should be maintained.**

Sound Levels

The audible sound produced by transformers is due to energizing of the core by the alternating voltage applied to the windings. This creates vibrations whose fundamental frequency is twice the frequency of the applied voltage. The vibrations producing audible sound can occur in the core mounting and in the housing. The transmission of sound from the transformer can occur by various media such as air, metal, concrete, wood or any combination. Amplification of audible sound can

continued on following page

Sound Levels (continued)

occur in a given area due to the presence of reflecting surfaces or mounting surfaces.

Sound levels for transformers can vary from 60 dBA for a 500 kVA to 76 dBA for a 10,000 kVA and more.

These sound levels are determined by CSA and ANSI/IEEE Standards and are based on the following:

- **Sound levels specified are for a non-loaded condition at rated voltage and frequency**
- **Transformers are tested in a low ambient noise environment**
- **Walls or reflecting surfaces are at least 10' away from all sides of the transformer.**

It should be noted therefore that operating transformers when connected to a load, will exhibit higher sound levels than the standards referenced. Additionally, transformers are frequently installed in more confining electrical rooms which will have the effect of increasing the apparent sound level due to sound resonance. Transformers will exhibit higher than normal sound levels if installed on suspended floors that may resonate. It is a good practice to install power units on the ground floor or basement level to avoid suspended floors and away from office or living quarters. Vibration dampeners or spring isolators are also recommended to attenuate sound levels if vibration is affecting other parts of the building.

Flexible connectors can be installed between the bus bars and other equipment to avoid vibration transfer. Ensure all mounting bolts are tightened and that the transformer housing is securely assembled and separate from the transformer itself.

Transformers installed in close proximity to each other can experience a resonant frequency between them that results in higher than normal sound levels.

If noise levels are a factor in the location of any transformer, special consideration should be given to the installation site and attenuation (accessories used). Interrupting the sound transmission medium with the installation of sound absorbing foam or fiberglass material on the ceiling or walls, could also be considered.

Grounding



DANGER

HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION, OR ARC FLASH

Failure to properly ground the transformer as per all applicable codes and standards will result in serious personal injury or death.

All non-current carrying metal parts in transformers must be grounded as per all applicable standards, including the core and enclosure. Standard construction has the core grounded through direct contact with the clamping structure. Cores that have metal bolts passing through them are insulated from the core clamps and grounded at a single point. Isolating the core rods in this manner is necessary on these transformers to reduce the risk of circulating currents or hot spot. There are no requirements for isolating cores in any standards including UL, ANSI, CSA, IEEE and IEC.

Field Testing



CAUTION

Failure to follow field testing procedures could result in minor or major personal injury and/or equipment damage.

It is recommended that separate field testing and inspection be performed before placing a transformer in service to determine that it is in satisfactory operating condition and to obtain data for future comparison. We recommend to follow the ANSI/IEEE test procedure as a minimum.

Where low-frequency applied-voltage, insulation resistance (megger tests) are conducted, the test voltages shall not exceed 75% of factory test values. When field tests are made on a periodic basis, it is recommended that the test voltages be limited to 65% of factory test values. Disconnect surge arrestors if supplied. It is emphasized that any tests should be conducted by competent, qualified personnel in accordance with recognized safety standards and codes, particularly NFPA 70E or CSA Z462.

1. If the transformer has been shut down for a period of time, it must first be visually inspected for evidence of condensation, moisture or dust. It must be cleaned and dried out as described earlier before re-energizing.
2. Fans, motors, relays and other devices should be inspected to be certain they are working correctly. Accessories such as lightning arresters must be installed in accordance with the assembly drawing provided.
3. Verify the selection of taps, as per the nameplate - all tap jumpers should be in the identical position on each coil (note: there may be more than one set of taps on a coil). Tap jumpers may only be changed when the transformer is de-energized.
4. Some units are provided with winding temperature monitors. An instruction manual, complete with drawings, will have been provided. These devices consist of a temperature indicator and a thermal sensing probes. Ensure that all parts have been assembled and installed correctly. Failure to install this sensing probes into the correct insulated sleeve (thermowell) can result in severe damage to the transformer. Maintain electrical clearance if installing sensing probes from the temperature monitor or terminal block. For winding > 30kV BIL, do not put probe in the coil unless instructed to do so.
5. Check for tightness and cleanliness of all electrical connections including taps, phase connections and grounds.
6. A Megger Test (insulation resistance test) should be conducted on each transformer to determine the integrity of the insulation. An insulation resistance test is of value for future comparative purposes and for determining the suitability of the transformer for a high potential test. This test should be completed before the high potential (Hi-Pot) test, if applicable. Variable factors affecting the construction and use of dry-type transformers makes it difficult to set limits for the

continued on following page

RECOMMENDED TORQUE VALUES FOR BOLTED ELECTRICAL CONNECTIONS			
BOLT SIZE	CARBON ST.	BRASS	S.S STEEL
	GRADE 5 ft-lbs [Nm] ±5%	ALLOY CU270 ft-lbs [Nm] ±5%	B8 OR B8M ft-lbs [Nm] ±5%
1/4-20	7 [10]	3.8 [5]	5 [6]
3/8-16	25 [28]	14 [18]	15 [20]
1/2-13	60 [70]	33 [45]	37 [50]
8 mm	20 [23]	12 [14]	12 [14]
12 mm	60 [70]	33 [45]	37 [50]

*Note: The above torque values are for dry, unlubricated bolts.

Field Testing (continued)

Transformer Voltage Class	Minimum Clearance (mm)	Minimum Clearance (in.)
1.2 KV	25	1
2.5 KV	50	2
5.0 KV	100	4
8.7 KV	130	5.3
15 KV	200	8
18 KV	250	10
25 KV	300	12
34.5 KV	400	16

Note: "Some specific components of a transformer may require clearances different than those indicated above. For those exceptions, refer to the instructions provided in the assembly drawings or installation procedure."

insulation resistance. Experience to date indicates that 2 megohms, (one minute reading at approximately 25°C) per 1000 volts of nameplate voltage rating, but in no case less than 2 megohms total, may be a satisfactory value for insulation resistance. Insulation megger test (500 V or 1000 V DC). Tests to be done between:

- LV to HV + Ground
- HV to LV + Ground
- Core to Ground (if the core is isolated)

Note: If the transformer core is isolated, then the core strap between the core and the top core clamp, must be disconnected before taking the measurement from core to ground.

7. Turns ratio test for full winding and for all tap positions
8. Polarity or phase relationship.
9. Resistance measurements of windings.
10. Ensure that minimum clearances are maintained for all current carrying parts including windings, internal cable connections, PT's, NGR, CT's, auxiliary transformer and bus bars.

The following table may be used as a guide for minimum clearance for altitude not exceeding 1000 m (3300 ft). Above 1000 m (3300 ft) consult factory.

Maintenance



DANGER

Failure to de-energize and ground the transformer before opening the enclosure and/or working on the transformer will result in serious personal injury or death.

The transformer must be de-energized prior to any maintenance. It is also recommended that all terminals be grounded and include a lockout/tagout procedure.

Periodic Inspection and Maintenance:

Generally, very little maintenance is required for dry-type transformers. However, periodic care and inspection is required to ensure long-term, successful operation. The frequency of inspection will depend on the conditions where the transformer is installed.

For clean, dry locations, an annual inspection is normally sufficient. For other locations where the air is contaminated with dust or chemical vapors, inspection at three or six month intervals may be required.

With the transformer de-energized, remove all access panels on the enclosure and ground the terminals. Inspect for dirt particularly on insulating surfaces or any surface which tends to restrict air flow. Insulators, terminals and terminal boards should be inspected for discharge (tracking), breaks, cracks or burns and tightness of hardware. It is necessary to clean these parts to prevent flashover due to the accumulation of the contaminant.

Evidence of rusting, corrosion, and deterioration of the paint should be checked and corrective measures taken where necessary. Fan motors, and other auxiliary devices should also be inspected and serviced.

Cleaning



DANGER

Failure to de-energize and ground the transformer before opening the enclosure and/or working on the transformer will result in serious personal injury or death.

If excessive accumulation of dirt is apparent on the transformer windings or insulators, the dirt must be removed to permit the circulation of air. Particular attention should be given to cleaning the top and bottom ends of the winding assemblies and to cleaning ventilation ducts.

The windings may be cleaned with a vacuum cleaner, blower, or with compressed air. A vacuum cleaner is preferred as a first step followed by the use of compressed air. The compressed air should be clean and dry and applied at a relatively low pressure (not over 25 pounds per square inch). Leads, lead supports, coil support, terminal boards, bushings and other major insulating surfaces should be brushed or wiped with a dry cloth. The use of liquid cleaners is undesirable due to solvents which could have a detrimental effect on insulating materials.

Field Service



DANGER

Failure to de-energize and ground the transformer before opening the enclosure and/or working on the transformer will result in serious personal injury or death.

Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained, only by qualified personnel.

The following is intended as a troubleshooting guide to help determine corrective measures for power transformers in the field. It is emphasized that only qualified personnel should be permitted to examine installed transformers. Transformer must be de-energized before any work is conducted on a transformer. It is also recommended that all terminals be grounded.

1. Overcurrent

Fully loaded transformers may appear warm to the touch. Standards permit the temperature of the transformer enclosure cover to be 65°C rise (149°F) [80°C (176°F) in a not readily accessible location] over ambient which at 40°C(104°F) ambient could be a maximum of 105°C (221°F) and [120°C (248°F) in a not readily accessible location] continuous. In this condition, the temperature on a thermometer could be at the maximum of 220°C (428°F).

When temperatures exceed this, overheating of the transformer occurs and that may damage the transformer. Check for these conditions:

- ⌚ continuous overloads for long time periods
- ⌚ wrong external connections
- ⌚ excessive input voltage or current
- ⌚ voltage or current harmonics
- ⌚ poor room ventilation or heating from other sources
- ⌚ high ambient temperatures [standards permit 30°C (86°F) average, 40°C (104°F) maximum]
- ⌚ blocked air ducts or ventilation openings, filters
- ⌚ accumulation of dirt and dust restricting air circulation.

continued on following page

Field Service (continued)

2. Noise and Vibration

Sound levels for power transformers can vary from 60 dB(A) for a 500 kVA to 76 dB(A) for a 10000 kVA. These sound levels are determined by national standards and are based on the following:

- ⌚ values are for a non-loaded condition
- ⌚ tested in a low ambient noise environment
- ⌚ walls or reflecting surfaces at least 10' [3m] away from all sides of the transformer.

Transformers that are installed in more confining electrical rooms, when connected to the load, will exhibit higher (than standard) sound levels. Excessive noise can be caused by:

- ⌚ high input voltage
- ⌚ high frequency
- ⌚ unbalanced loads
- ⌚ excessive load current
- ⌚ voltage and current harmonics from non-linear loads
- ⌚ loosened core clamps
- ⌚ hardware or enclosures loosened due to shipping or handling
- ⌚ shipping plates are not removed
- ⌚ anti-vibration pads are not installed

Transformers will exhibit higher than normal sound levels if installed on suspended floors that may resonate. It is a good practice to install power units on the ground floor or basement level to avoid suspended floors. Vibration dampeners or spring isolators are recommended to attenuate sound levels. Additionally, flexible connectors should be installed between the bus bars and other equipment to avoid vibration transfer.

Transformers installed in close proximity to each other can also experience a resonant frequency between them that will result in higher than normal sound levels.

3. Reduced or Zero Voltage

Loose connections on transformer terminals or terminal boards, broken lead wires or shorted turns are all possible sources. As well, reduced output voltage may be from an incorrectly selected tap position.

4. Excess Secondary Voltage

Can be caused by higher input voltage or an incorrect tap position.

5. Smoke from Transformer

Smoke and/or fumes on initial start-up is common and is the result of oils and lubricants used in the manufacturing process. The smoke is considered an irritant and should be temporarily ventilated. It is not a long term health risk and should dissipate after 24 hours of loading.

continued on following page

Field Service (continued)



DANGER

Failure to de-energize and ground the transformer before opening the enclosure and/or working on the transformer will result in serious personal injury or death.

Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained, only by qualified personnel.

6. High Core Loss

Causes are high input voltage and/or lower frequency.

- ⇒ gap in the core due to shifting during shipment or handling.

7. Burned Insulation or Insulation Failure

With evidence of burned insulation, check for the following:

- ⇒ continuous overload condition
- ⇒ excessive harmonics
- ⇒ overheating due to lack of ventilation
- ⇒ lightening surge
- ⇒ switching or line disturbance
- ⇒ broken leads or arresters
- ⇒ damaged terminals or terminal boards
- ⇒ shorted turns or mechanical damage
- ⇒ contamination (insulation failure)

If transformer cores show evidence of overheating and discoloration, insulation near the core may also appear discolored. Very high core temperatures are caused by:

- ⇒ high input voltage
- ⇒ lower frequency or saturation of the core due to voltage harmonics.

8. Ferroresonance

Significant over voltages may occur on transformers due to the phenomena of ferroresonance. Ferroresonance is caused by both the use of single pole switching with ungrounded primaries and capacitor switching restrike.

The transient voltages generated are well in excess of the transformer's inherent ability to withstand over voltage.

Transformers are designed to operate at 6% over voltage at rated load, and 10% over voltage at no load.

In order to reduce the risk and help protect the transformer, the user may want to consider that transformers operating at 60 kV BIL or higher, have metal oxide arrestors installed at the entry point to the transformer on all phases. This applies to either the primary or secondary, if either are rated 60 kV BIL or higher. Ferroresonance may cause significant damage to electrical equipment, particularly transformers and protection is recommended.

9. High Exciting Current

Can be caused by:

- ⇒ high input voltage
- ⇒ low frequency
- ⇒ shorted turns
- ⇒ gaps in the core due to shifting during shipment or handling.

continued on following page

Field Service (continued)

10. Oscillatory Switching Transients

Occasionally, when a transformer is switched into or out of a system, a transient recovery voltage containing a large component of high frequency voltage will be subjected to the terminals of the transformer. This occurs most often when a vacuum breaker is used and is a direct result of the characteristic of the vacuum breaker to chop current. These current chops and subsequent re-ignitions produce a transient voltage at the terminals of the transformer that is oscillatory, of high frequency and prolonged duration. When this applied voltage has a frequency component near one of the natural frequencies of the transformer and of sufficient duration, internal damage to the insulation structure of the transformer will result.

When a transformer is used with vacuum or SF₆ circuit breakers, we recommend that the system engineer reviews the possibilities of oscillatory switching transients and employs appropriate mitigating methods to avoid transformer insulation damage.

11. Core Grounding

All non-current carrying metal parts in transformers must be grounded, and this includes the core. Transformer cores with through bolts must be insulated from the core clamps and grounded at a single point. Isolating the core in this manner is necessary to determine if there is an insulation failure in any through-bolts that might cause a high circulating current or hot spot. There are no requirements for isolating cores in any standards including UL, ANSI, CSA, IEEE and IEC. Note: If the transformer core is isolated, then the core strap between the core and the top core clamp, must be disconnected before taking the reading from core to ground. If there is a low megger reading, or low resistance between the core and ground on power transformers, causes may include:

- ⌚ dirt, dust or moisture bridging the insulation between the core and the core frames
- ⌚ shifted insulation due to shipping or handling.

12. Coil Distortion

Short circuited coils exhibit severe distortion from their normal round or symmetrical appearance.

13. High Conductor Loss

Overloads, or tap jumpers not on the identical tap position can result in conductor heating.

14. Breakers/Fuses Opening

Breakers and fuses opening can be caused by:

- ⌚ overload conditions
- ⌚ voltage or current harmonics
- ⌚ short circuit
- ⌚ insulation failure that causes excessive current.
- ⌚ voltage too high when energized
- ⌚ setting too low to allow for inrush current

continued on following page

Field Service (continued)



DANGER

Failure to de-energize and ground the transformer before opening the enclosure and/or working on the transformer will result in serious personal injury or death.

Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained, only by qualified personnel.

15. Excessive Cable Heating

Causes include:

- ⌚ improperly bolted or crimped connections
- ⌚ loose connectors
- ⌚ loose lead wires or terminals
- ⌚ incorrectly sized cables or terminals
- ⌚ overload condition

16. Moisture

If a transformer has been exposed to moisture such as condensation or rain, the unit should be dried out prior to re-energization. (refer to Dry-Out section)

Hot or warmed air, radiant heat or internal heat should be directed through the windings. This should continue for 24 hours or until the evidence of condensation is no longer visible.

Transformers that have been exposed to flood conditions, direct rain or sprinklers, may not be able to be dried out appropriately. Consult the factory for further instructions.

If any of the above conditions are evident, the transformer should be immediately removed from service. Corrective measures should be taken in consultation with the manufacturer.

After an evaluation has been completed it will be determined if the transformer will be put back into service or returned to the manufacturer for further testing.



Hammond
Power Solutions

CANADA

595 Southgate Drive
Guelph, Ontario N1G 3W6
Tel: (519) 822-2441
Fax: (519) 822-9701
Toll Free: 1-888-798-8882
sales@hammondpowersolutions.com

UNITED STATES

1100 Lake Street
Baraboo, Wisconsin 53913-2866
Tel: (608) 356-3921
Fax: (608) 355-7623
Toll Free: 1-866-705-4684
sales@hammondpowersolutions.com



Guide d'installation, de fonctionnement et d'entretien

HPS EnduraCoil™

Transformateurs secs triphasés dotés de résine de coulée

Pour les transformateurs de type sec intérieur/extérieur qui utilisent un boîtier de type puissance ou DH.

Cet ouvrage traite des recommandations concernant l'installation, le fonctionnement et l'entretien d'un transformateur sec triphasé doté de résine de coulée. Il est souligné que cet abrégé des directives doit être utilisé conformément aux normes et aux règlements qui régissent ces actions, qui doivent par conséquent être consultés.



	Page
Avertissements	22
Consignes de sécurité	23
Réception et Inspection	24
Procédure de levage	24
Stockage	27
Mesures de sécurité pour l'installation	27
Séchage	28
Emplacement	29
Niveaux sonores	30
Mise à la terre	31
Essai sur le terrain	31
Entretien	33
Nettoyage	34
Entretien sur le terrain	34

Clause de non-responsabilité

Les pratiques recommandées dans cet ouvrage ont une portée générale et sont fournies sans garantie d'erreurs ou d'omissions. Les données techniques sont sujettes à modification et toutes corrections nécessaires sont comprises dans les éditions ultérieures. Il faut communiquer avec le fabricant du transformateur ou un de leurs représentants pour les exigences spéciales.

Ce guide contient des recommandations pour l'installation, le fonctionnement et l'entretien du transformateur sec triphasé doté de résine de coulée avec ou sans enceinte. Il est souligné que cet abrégé des directives doit être utilisé conformément aux normes et aux règlements qui régissent ces actions, qui doivent par conséquent être consultés.

Ces pratiques sont recommandées pour une utilisation générale et il faut communiquer avec le fabricant du transformateur ou un de leurs représentants pour les exigences spéciales.

L'installation doit également être conforme à la norme C57.94 de l'IEEE/ANSI. Cette norme est la pratique recommandée par l'IEEE pour l'installation, l'utilisation, le fonctionnement et l'entretien des transformateurs secs de distribution et d'alimentation à usage général.

Ce guide contient des avertissements à respecter afin d'assurer la sécurité personnelle et de prévenir les dommages matériels. Lire ces directives attentivement et observer l'équipement pour se familiariser avec l'appareil avant de tenter de l'installer, l'exploiter, le nettoyer ou l'entretenir. Les avis se rapportant à la sécurité personnelle sont mis en évidence dans le guide à l'aide d'un symbole d'alerte à la sécurité, les avis se rapportant strictement aux dommages matériels ne sont pas accompagnés d'un symbole. Les avis énumérés ci-dessous sont classés en fonction du degré du danger. S'il y a plus d'un degré de danger, l'avertissement qui représente le plus haut degré est utilisé.



DANGER

L'appellation « DANGER » désigne une situation de danger imminent qui, si elle n'est pas évitée, aura pour conséquence la mort ou des blessures graves, ou encore des dommages matériels substantiels.



AVERTISSEMENT

L'appellation « AVERTISSEMENT » désigne une situation de danger potentiel qui, si elle n'est pas évitée, pourrait provoquer la mort ou des blessures graves, ou encore des dommages matériels substantiels.



MISE EN GARDE

L'appellation « MISE EN GARDE » désigne une situation de danger potentiel qui, si elle n'est pas évitée, pourrait causer des blessures légères ou moyennes, ou encore des dommages matériels.

AVIS

L'appellation « AVIS » désigne une situation de danger potentiel qui, si elle n'est pas évitée, pourrait causer dommages matériels.

Remarque importante :

L'équipement électrique doit strictement être installé, utilisé, nettoyé et entretenu par du personnel qualifié. Le fabricant n'assume aucune responsabilité des conséquences inhérentes à l'utilisation de ce matériel.

Mesures de sécurité



DANGER

RISQUE DE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, D'EXPLOSION OU DE COUP D'ARC

Consulter la plaque nominale pour obtenir le pouvoir de rupture et la tension.

Cet équipement doit strictement être installé et entretenu par un électricien qualifié.

Respecter toutes les exigences des normes NFPA 70E et CSA 462 en matière de pratique de travail sécuritaire et d'équipement de protection individuelle (EPI)

Couper l'alimentation électrique avant d'effectuer des travaux à l'extérieur ou à l'intérieur de l'équipement.

Toujours utiliser un dispositif de détection de tension de calibre approprié pour confirmer que le courant est coupé.

Replacer tous les dispositifs, les portes et le couvercle avant de mettre l'équipement sous tension.

La violation de ces directives cause la mort ou des blessures graves.

1. Ne pas soulever ou déplacer un transformateur sans l'équipement approprié et le personnel qualifié. Les directives de levage sont fournies à l'intérieur de l'enceinte de la bobine/du noyau seulement. Toujours se conformer aux directives de levages du fabricant. NE PAS SOULEVER LE TRANSFORMATEUR PAR L'ENCEINTE. Il est recommandé de rouler ou de glisser les transformateurs à l'aide d'une base mobile commandée au préalable. (Voir l'illustration 9)

2. Ne pas décharger le transformateur avant d'avoir effectué une inspection complète.

3. Les bornes sont strictement réservées aux branchements électriques. Les raccords souples sont recommandés pour les connexions de bus. Les bornes du transformateur ne sont pas conçues pour supporter le poids de cordage ou de câble de chargement. Il est possible d'ajouter des supports Unistrut sur le terrain à condition de respecter le dégagement exigé.

4. Couvrir le noyau et la bobine d'une toile de protection appropriée lors d'opérations de forage, de meulage, ou de peinture.

5. Les raccords doivent être effectués conformément au schéma sur la plaque nominale ou au schéma de connexion.

6. S'assurer que l'électricité est complètement coupée (y compris les commandes à alimentation arrière, le capaciteur et le neutre partagé) et que le bobinage est mis à la terre avant d'effectuer un travail sur le transformateur ou à l'intérieur du boîtier de commande.

7. S'assurer que tous les points de branchement, les mises à la terre et les bornes de ligne sont terminés et fixés avant d'activer le transformateur.

8. Ne pas tenter de changer un raccordement primaire ou secondaire ou un branchement pendant que le transformateur est actif.

9. Ne pas altérer les panneaux de commande, les alarmes, les dispositifs de verrouillage ou les circuits de commande.

10. Ne pas ajuster ou retirer d'accessoires ou de platines lorsque le transformateur est actif.

11. Les câbles d'alimentation (y compris les câbles protégés) ne doivent pas entrer en contact avec le noyau, la bobine ou une pièce sous tension, sauf la borne voulue. S'assurer de respecter le dégagement minimal. (consulter la section « Essais sur le terrain »)

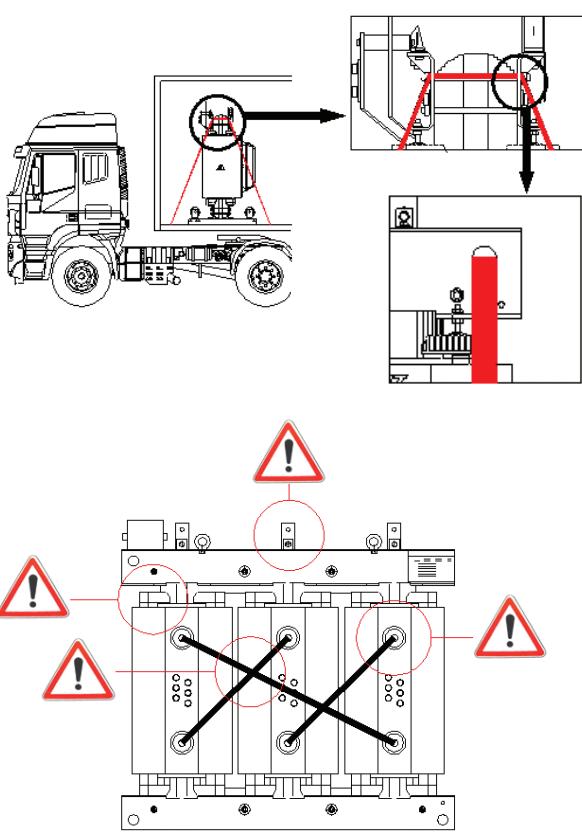
12. Cet équipement doit strictement être installé et entretenu par un électricien qualifié.

13. Respecter toutes les exigences des normes NFPA 70E et CSA 462 en matière de pratique de travail sécuritaire et d'équipement de protection individuelle (EPI)

14. Replacer tous les dispositifs, les portes et le couvercle avant de mettre l'équipement sous tension.

15. Il est interdit de modifier l'équipement de quelque manière que ce soit (puisque cela pourrait porter atteinte à la garantie et causer

Réception et Inspection



Avant de décharger l'équipement, il faut vérifier que les renseignements d'expéditions pour les transformateurs sont exacts. Confirmer que le numéro d'identification des pièces sur la plaque signalétique du transformateur correspond à la fiche d'envoi et au connaissance.

Lors de la réception, vérifier immédiatement que les transformateurs ne présentent pas de preuves de dommages ou d'indices de manutention brutale qui pourraient avoir été causés pendant le transport.

Effectuer la vérification avant de décharger le transformateur du véhicule d'expédition. Vérifier également qu'il n'y a aucun indice d'infiltration d'eau ou d'autres contaminants à l'intérieur du transformateur lors du transport. **Remplir une réclamation immédiatement auprès du transporteur** et aviser le fabricant.

Les transformateurs secs ventilés sont soit expédiés complètement assemblés dans une enceinte en tôle, soit sous forme de noyau et bobine assemblés avec ou sans enceinte séparée. Tous les composants et les pièces sont emballés dans de la pellicule plastique transparente et recouverts d'une bâche. S'il y a lieu, le chargement peut également contenir des schémas explicatifs pour l'assemblage dans un paquet séparé.

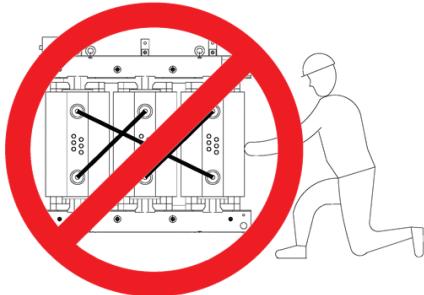
Une fois que la réception du transformateur est terminée, ouvrir les couvercles ou les panneaux et effectuer une inspection interne pour s'assurer qu'il n'y a pas de pièces endommagées ou déplacées, de raccords desserrés ou brisés, de plaques à bornes endommagées, de poussière ou de corps étrangers, ainsi que d'eau ou d'humidité. S'il y a présence de dommages quels qu'ils soient, communiquer avec le fabricant ou le représentant du transformateur immédiatement.

Procédure de levage



AVERTISSEMENT

La violation de ces directives peut causer la mort, des blessures graves ou peut endommager le transformateur et l'enceinte.



- Ne pas soulever le transformateur par l'enceinte
- Ne pas soulever le transformateur à l'aide de crochets de chargements.
- Ne pas soulever le transformateur par le dessous de l'enceinte.
- Ne pas secouer, soulever de manière à éviter les contraintes mécaniques.
- Ne pas pousser, trainer ou tirer le transformateur directement sur le plancher à moins qu'il ne soit équipé d'une base mobile.

Les directives de levage sont fournies sur tous les transformateurs secs. Les directives de levages peuvent comprendre deux ou quatre boulons à œil à collier de 16 mm (5/8 po) ou de 19 mm (3/4 po) ou une paire d'angles de levage (voir l'illustration 1) en fonction du poids du transformateur. On utilise les boulons à œil à collier si le poids de l'appareil est inférieur à 6 804 kg (15 000 lb). On utilise les angles de levage si le poids de l'appareil est supérieur ou égal à 6 804 kg (15 000 lb). Il est fortement recommandé d'utiliser des élingues pour effectuer un levage angulaire.

À suivre à la prochaine page

Procédure de levage (suite)

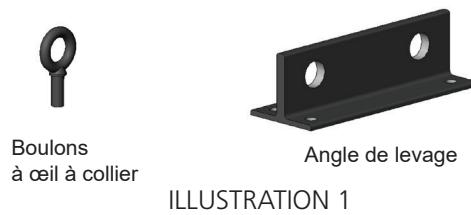


ILLUSTRATION 1

Lire et comprendre les directives suivantes avant de procéder au levage.

1. Retirer le toit de l'enceinte de type DH (voir l'illustration 2) ou soulever le couvercle sur le toit de l'enceinte d'alimentation (voir l'illustration 3)
2. Vérifier que les boulons à œil ou les angles de levages sont bien installés et fixés.
3. Vérifier la capacité de levage des chaînes ou des élingues, de la grue ou d'autres techniques à partir du poids du transformateur indiqué sur la plaque signalétique.
4. Mesurer la distance entre les boulons à œil ou les angles de levage (voir les illustrations 4 et 5).

À suivre sur la prochaine page

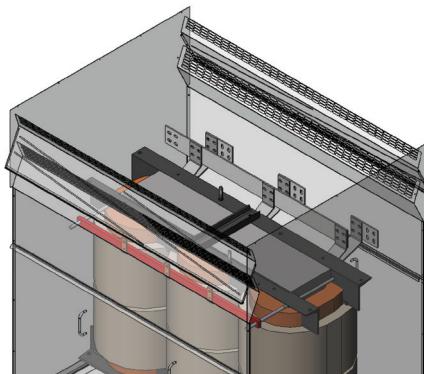


ILLUSTRATION 2

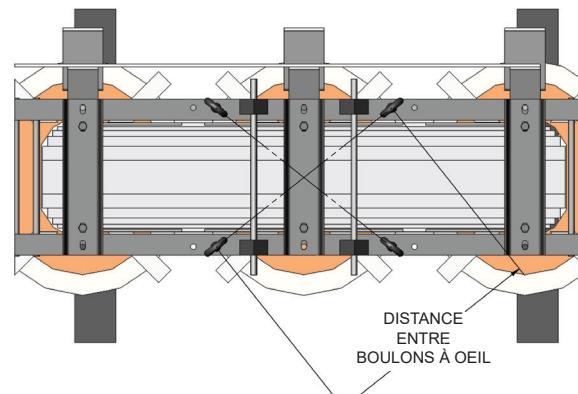


ILLUSTRATION 4

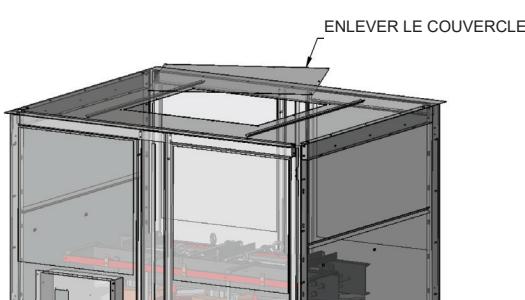


ILLUSTRATION 3

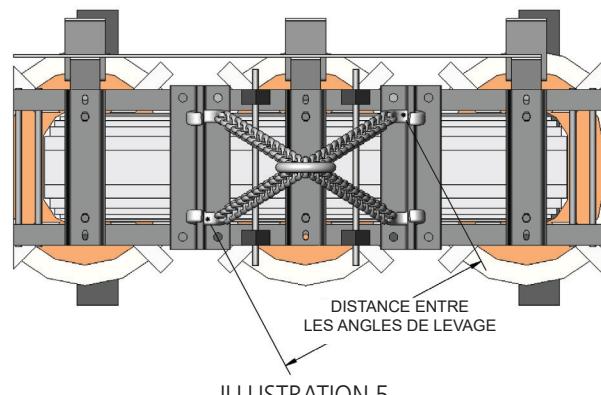


ILLUSTRATION 5

Procédure de levage (suite)

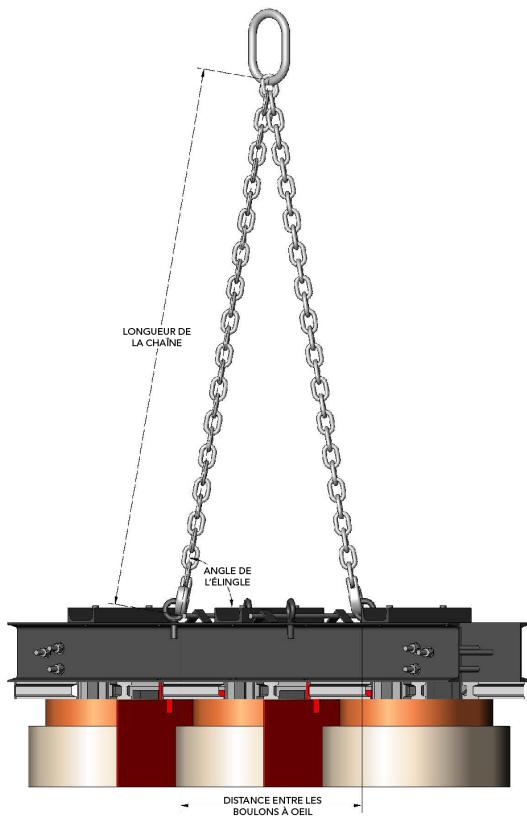


ILLUSTRATION 6

Pour les charges symétriques seulement (le centre de gravité doit être centré entre les points de levage)

Pouces	Centre	Longueur de la chaîne (pi)								
		3 pi	4 pi	5 pi	6 pi	7 pi	8 pi	9 pi	10 pi	
	10 po	82°	84°	85°	86°	87°	87°	87°	88°	
	12 po	80°	83°	84°	85°	86°	86°	87°	87°	
	14 po	-	82°	83°	84°	85°	86°	86°	87°	
	16 po	-	80°	82°	84°	85°	85°	86°	86°	
	18 po	-	-	81°	83°	84°	85°	85°	86°	
	20 po	-	-	80°	82°	83°	84°	85°	85°	
	22 po	-	-	-	81°	82°	83°	84°	85°	
	24 po	-	-	-	80°	81°	82°	84°	84°	
	26 po	-	-	-	80°	81°	82°	83°	84°	
	28 po	-	-	-	-	80°	82°	83°	83°	
	30 po	-	-	-	-	80°	81°	82°	83°	
	32 po	-	-	-	-	-	80°	81°	82°	
	34 po	-	-	-	-	-	80°	81°	82°	
	36 po	-	-	-	-	-	-	80°	81°	

*Note : Distance entre les anneaux de levage sur les armatures avant et arrière

TABLEAU 1

5. S'assurer que l'angle de l'élingue est supérieur à 80 degrés (voir l'illustration 6 et le tableau 1).

6. La direction de la traction (élingue) doit être alignée avec l'angle des boulons à œil. Lors du levage d'un transformateur avec une élingue à quatre bras, aligner les quatre boulons à œil avec le centre de l'appareil (voir l'illustration 5). S'assurer que les élingues sont de calibre suffisant pour le levage. Lors du levage d'un transformateur avec une élingue à deux bras, s'assurer que les boulons à œil sont installés à des coins opposés de l'appareil et qu'ils sont alignés avec le centre du noyau (voir l'illustration 7).

7. Toujours utiliser tous les boulons à œil ou les trous de levages présents dans les angles pour éviter de surcharger les boulons ou de tordre les armatures.

8. Ne pas soulever le transformateur d'alimentation par le noyau et la bobine par l'entremise d'une ouverture dans le plafond de l'enceinte (voir l'illustration 8).

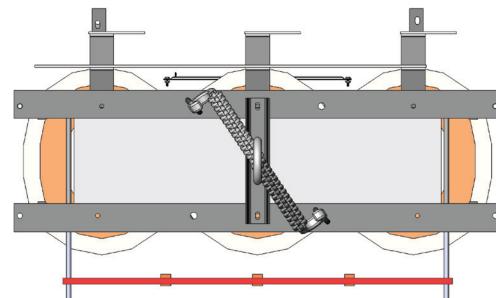


ILLUSTRATION 7

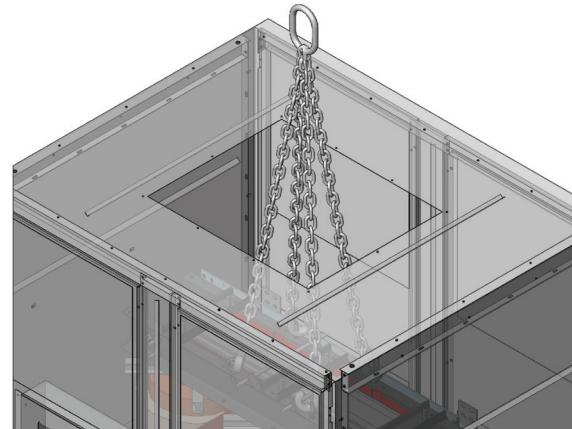


ILLUSTRATION 8

Stockage



AVERTISSEMENT

La violation des exigences de stockage pourrait provoquer la mort ou des blessures graves, ou encore des dommages matériels substantiels.

Les transformateurs doivent être entreposés dans un endroit chauffé, sec et exempt de poussière ou de contaminants atmosphériques. L'humidité relative à laquelle les matériaux isolants sont exposés doit être aussi basse que possible. Il est préférable d'entreposer le transformateur dans un endroit sec et chauffé pour éviter les problèmes d'humidité, mais on peut l'entreposer dans des températures allant jusqu'à -40°C (-40°F). Un transformateur peut être mis sous tension lorsque la température de la bobine est aussi basse que -25°C (-13°F), mais il est recommandé d'attendre que la température atteigne 0°C (32°F). L'alternance thermique peut produire de la condensation qui exige une procédure de séchage. Le transformateur doit être entreposé sur un plancher imperméable à la migration ascendante de la vapeur d'eau. Protéger l'appareil contre les sources d'eau comme une fuite au plafond, une conduite d'eau ou de vapeur endommagée, une fenêtre, etc. Il n'est pas recommandé d'entreposer un transformateur sec à l'extérieur. Si c'est inévitable, le transformateur doit être protégé contre la neige, la pluie et les autres éléments. La protection doit comprendre une première couche en toile de première qualité avec une bâche en plastique comme dernière couche extérieure. Il est aussi recommandé d'utiliser un déshydratant comme un système de séchage au gel de silice pour réduire le taux d'humidité à l'intérieur de l'appareil. Si un transformateur est entreposé à l'extérieur, il est recommandé d'effectuer une procédure de séchage avant la mise sous tension comme décrit à la page suivante.

Mesures de sécurité pour l'installation



AVERTISSEMENT

La violation de ces précautions d'installation peut causer la mort, des blessures graves ou peut endommager le transformateur et l'enceinte.

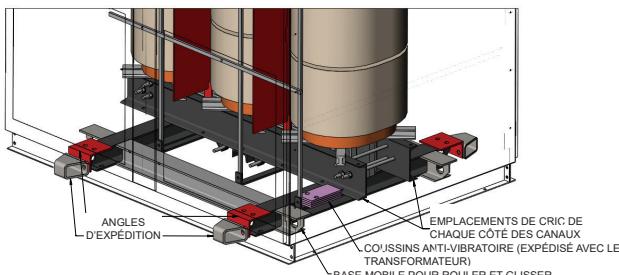


ILLUSTRATION 9

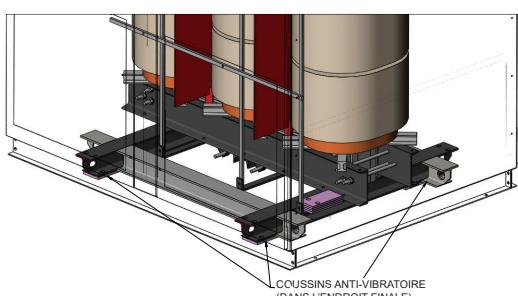


ILLUSTRATION 10

1. Il est recommandé d'installer des blocs antivibratoires ou des dispositifs d'isolement aux vibrations lors de l'installation des transformateurs secs. Des blocs antivibratoires en caoutchouc sont fournis avec le transformateur et ceux-ci doivent être installés. Lors de l'installation des blocs antivibratoires sous le transformateur Si l'enceinte est fournie et fixée au noyau et à la bobine par le biais d'angles d'expédition, s'assurer que les crochets d'expédition ainsi que les angles d'expédition sont retirés (se référer à l'illustration 9 et 10) avant de lever le transformateur par le noyau et la bobine afin d'installer les blocs antivibratoires seulement (ou autres dispositifs d'isolations aux vibrations exigés par le fabricant).
2. Le type et la taille du câble ainsi que les entrées doivent être conformes aux exigences des codes électriques locaux.
3. Les plaques de bornes ainsi que les bornes du transformateur ne doivent pas être utilisées pour supporter le poids de cordage ou de câble de chargement.
4. Maintenir un dégagement approprié entre les câbles d'alimentation et les pièces sous tension du transformateur selon les tensions du système. (se référer à la section Essais sur le terrain)
5. Il est recommandé d'utiliser des connecteurs flexibles pour les connexions de bus.

À suivre sur la prochaine page

Mesures de sécurité pour l'installation (suite)

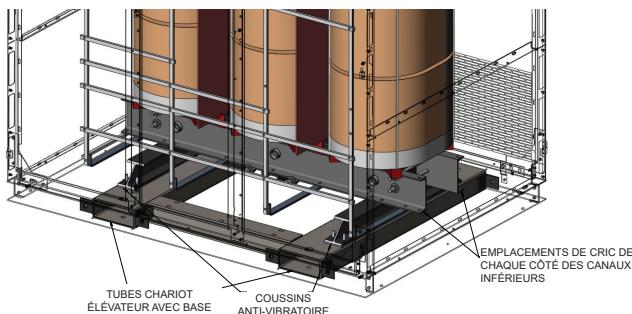


ILLUSTRATION 11



Séchage



DANGER

RISQUE DE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, D'EXPLOSION OU DE COUP D'ARC

La violation de ces procédures de séchage cause la mort, des blessures graves ou des dommages matériels considérables.

6. Il est recommandé que les câbles d'alimentation ou de charge arrivent ou sortent par le bas ou le côté et n'obstruent pas les prises d'air de ventilation.
7. Lors d'opérations de forage, de meulage, ou de peinture, couvrir le noyau et la bobine d'une toile de protection (bâche) pour que rien ne puisse atteindre la surface ou l'intérieur de la bobine.
8. Ne pas remplacer les boulons en laiton par des boulons d'un autre matériau.

Si un transformateur a été exposé à l'humidité telle que la condensation ou la pluie, ou a été stocké dans un environnement très humide, il doit être séché avant sa mise sous tension. Si le transformateur est accidentellement exposé de l'humidité excessive, il doit immédiatement être mis hors tension. Effectuer des essais mégohmmètre (résistance d'isolement) périodiquement afin de déterminer s'il y a un changement au taux d'humidité dans l'isolation. Puis appliquer les méthodes de séchage suivantes :

1. Sécher ou essuyer l'humidité sur toutes les surfaces du transformateur afin de réduire la période de séchage.
2. Souffler de l'air chaud externe, ou de la chaleur rayonnée, à l'intérieur des fils de bobinage en s'assurant que les prises d'air de la ventilation soient libres. La température recommandée ne doit pas excéder 105°C (221°F). Poursuivre pendant 24 heures ou jusqu'à ce que la condensation ou l'humidité ne soit plus visible.
3. On pourrait installer un radiateur électrique à l'intérieur de l'enceinte, surtout dans le cas d'un transformateur installé à l'extérieur. Placer ces radiateurs sous les fils de bobinage de chaque côté du noyau. Lors de l'utilisation de radiateurs, la circulation d'air doit être autorisée à travers l'enceinte. On peut installer un filtre de fournaise en fibre de verre temporairement au-dessus des entrées et des sorties de ventilation pour minimiser l'accumulation de poussière à l'intérieur de l'enceinte. Il faut enlever ces filtres avant de mettre le transformateur en marche. La température recommandée ne doit pas excéder 105°C (221°F).
4. Pour le séchage à l'aide de chauffage interne par l'entremise des bornes court-circuitées, communiquer avec le fabricant pour obtenir des directives spécifiques. Les principes de cette méthode demandent de court-circuiter la BT et d'alimenter la HT au plus à 100 % de la valeur de courant inscrite sur la plaque signalétique. La température recommandée pour la bobine ne doit pas excéder 105°C (221°F). se référer à la section Essais sur le terrain

À suivre sur la prochaine page

Séchage (suite)

5. Des facteurs variables peuvent affecter la fabrication et l'utilisation des transformateurs secs ce qui rend difficile l'établissement de limite de résistance de l'isolation. Les expériences effectuées jusqu'à maintenant indiquent que 2 mégohms (lecture d'une minute à une température de 25°C approx.) par 1 000 volts du taux de tension de la plaque signalétique, mais dans aucun cas inférieur à un total de 2 mégohms, peut être une valeur satisfaisante pour la résistance de l'isolation. Essais de l'isolation au mégohmmètre (500 V ou 1 000 V c.c.) Essais effectuer entre:

BT à HT + terre

HT à BT + terre

Mise à la terre du noyau (si le noyau est isolé)

Il est souligné que seul le personnel compétent doit effectuer les travaux.

Les transformateurs qui ont été inondés, qui ont été exposés à la pluie ou qui ont été mouillés par des gicleurs pourraient ne pas être séché adéquatement. Pour plus d'informations, consulter le fabricant.

Emplacement



MISE EN GARDE

La violation des directives sur l'emplacement pourrait provoquer des blessures ou des dommages matériels.

Les transformateurs secs et ventilés sont normalement conçus pour une installation intérieure dans un emplacement sec. Ils fonctionnent mieux lorsque le taux d'humidité est respecté. Il est nécessaire de prendre des mesures de sécurité afin de les garder secs et sans condensation s'ils sont mis hors tension pour une longue période. Se référer aux directives sur le séchage. Les transformateurs secs couverts par ses lignes directrices sont conçus pour une utilisation à une altitude qui ne dépasse pas 1 000 m (3 300 pi) à moins que le transformateur ait été spécialement conçu pour une altitude plus élevée.

Considérations environnementales:

Les transformateurs secs ventilés ne doivent pas être installés dans les endroits qui contiennent des contaminants y compris la poussière, les fertilisants, une humidité excessive, des produits chimiques, des gaz corrosifs, des huiles ou des vapeurs chimiques. Les emplacements où il y a présence d'égouttement sont à proscrire. Si ceci est impossible, une protection adéquate doit être fournie afin de prévenir que l'eau entre dans l'enceinte du transformateur.

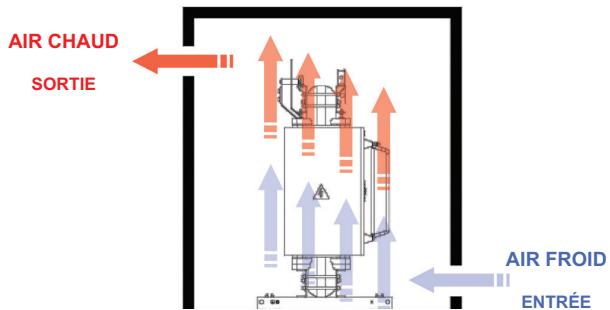
Les transformateurs secs ne doivent pas être installés dans les endroits accessibles au public à moins que ceux-ci ne soient spécialement conçus à ces fins.

Les transformateurs peuvent être situés à l'extérieur, mais ceux-ci doivent être spécialement conçus pour la protection environnementale extérieure. Des enceintes résistantes aux intempéries et inviolables sont requises dans les emplacements où les transformateurs peuvent être exposés à l'eau environnante, à la neige, à la poussière et au sable. Pour plus d'information, consulter le fabricant du transformateur.

Les transformateurs à fonds ouverts ne doivent pas être installés au-dessus des surfaces combustibles.

À suivre sur la prochaine page

Emplacement (suite)



À moins d'indication contraire sur la plaque signalétique, les transformateurs doivent être situés au moins à 0,61 m (2 pi) de distance d'un mur, d'un obstacle, d'un autre transformateur ou d'une surface réfléchissante du côté de la ventilation. Un transformateur ne doit pas se situer près d'une source de chaleur ou d'un obstacle qui pourrait nuire à sa ventilation et augmenter la température ambiante.

L'air soufflé dans la pièce près du transformateur peut perturber la circulation d'air naturelle pour le refroidissement de la bobine.

La ventilation adéquate est essentielle pour que le transformateur se refroidisse correctement. Il est recommandé d'utiliser de l'air propre, frais et sec. Si l'emplacement présente un taux anormalement élevé de contaminants atmosphériques, des filtres facultatifs peuvent devenir nécessaires. Si un transformateur est installé dans une voûte ou un autre endroit à circulation réduite, on doit fournir une ventilation adéquate pour maintenir une température acceptable. Les restrictions sont précisées dans les normes CSA et ANSI et sont mesurées près des prises d'air de ventilation. L'espace de prises d'air de ventilation nécessaire dépend de la hauteur de la voûte ou de la pièce du transformateur et de l'emplacement des prises d'air de ventilation. Pour des transformateurs autorefroidis, il doit au moins y avoir un pied carré autour de chaque entrée et sortie par 100 kVA de capacité nominale du transformateur, après les déductions de l'espace occupé par des écrans ou des grilles.

Il est nécessaire de fournir une circulation d'air libre suffisante au travers et autour du transformateur. Ceci permet aussi un accès facile pour l'entretien.

Si le transformateur doit être situé près de matériaux combustibles, il faut respecter la distance minimale **prescrite par le code de l'électricité**.

Niveaux sonores

Les niveaux sonores produits par les transformateurs sont causés par la mise sous tension du noyau par la tension appliquée en alternance par les bobines. Ceci crée des vibrations dont les fréquences fondamentales sont le double de la fréquence de la tension appliquée. Les vibrations produisent des sons audibles qui peuvent survenir dans le montage du noyau et dans le boîtier. La transmission de ces sons provenant du transformateur peut se produire par divers médias comme l'air, le métal, le béton, le bois, ou par une combinaison de médias. L'amplification des sons audibles peut survenir dans un emplacement donné en raison de la présence de surfaces réfléchissantes ou de montages.

Les niveaux sonores des transformateurs peuvent varier entre 60 dBA pour une tension à 500 kVA à 76 dBA pour une tension équivalente ou supérieure à 10 000 kVA.

Ces niveaux sonores sont déterminés par l'Association canadienne de normalisation (CSA) ainsi que l'IEEE/ANSI et sont fondés sur les éléments suivants:

- **Niveaux sonores spécifiés pour les conditions sans charge avec tension nominale et fréquence**
- **Essai des transformateurs effectué dans un environnement à bruits ambients réduit**
- **Murs et surfaces réfléchissantes à plus de 10 pieds de tous les côtés du transformateur.**

À suivre sur la prochaine page

Niveaux sonores (suite)

Prendre note que le fonctionnement des transformateurs, lorsqu'il y a présence d'une charge, présente des niveaux sonores plus élevés que celles des normes citées en références. De plus, les transformateurs sont souvent installés dans des locaux électriques plus petits ce qui aura pour effet d'accroître les niveaux sonores en raison de la résonance acoustique. Les transformateurs présentent des niveaux sonores plus élevés que la normale si ceux-ci sont installés sur des planchers suspendus qui peuvent résonner.

Il est conseillé d'installer les unités d'alimentations au rez-de-chaussée ou au sous-sol afin d'éviter les planchers suspendus et de les mettre loin des pièces d'habitations ou des bureaux. Il est recommandé d'installer des amortisseurs de vibration ou des isolateurs à ressorts afin d'atténuer les niveaux sonores si la vibration affecte d'autres structures du bâtiment.

Des connecteurs flexibles peuvent être installés entre les barres omnibus et autres équipements dans le but d'éviter le transfert de vibration. S'assurer que tous les boulons de fixation sont serrés et que le boîtier du transformateur est bien assemblé et séparé du transformateur.

Les transformateurs qui sont installés à proximité les uns des autres peuvent présenter une fréquence de résonnance entre les appareils qui se traduit par des niveaux sonores plus élevés que la normale. Les niveaux sonores sont des facteurs à considérer pour l'endroit de tout transformateur et une attention particulière devrait être apportée au site d'installation et à l'atténuation de ceux-ci (utilisation d'accessoires). La suppression de la transmission du son par l'installation de mousse isophonique ou de fibre de verre sur les murs et le plafond devrait être considérée.

Mise à la terre



DANGER

RISQUE DE DÉCHARGE ÉLECTRIQUE, D'EXPLOSION OU DE COUP D'ARC

Omettre de mettre à la terre le transformateur adéquatement selon les codes et les normes en vigueur peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

Toutes les pièces métalliques non conductrices des transformateurs doivent être mises à la terre selon les normes en vigueur, y compris le noyau et l'enceinte. Pour la fabrication courante, la mise à la terre du noyau se fait par contact direct avec la structure de calage. Les noyaux avec boulons traversants sont isolés des calages de noyau et sont mis à la terre (unique). Isoler les tiges du noyau est nécessaire sur ces transformateurs afin de réduire le risque de circulation des courants et d'échauffement de certains endroits. Il n'existe aucune exigence concernant l'isolation des noyaux dans les normes incluant l'UL, l'ANSI, la CSA, l'IEEE et l'IEC.

Essai sur le terrain



MISE EN GARDE

Omettre de se conformer à ces procédures d'essais sur le terrain peut engendrer des blessures corporelles mineures ou majeures ou peut endommager l'équipement.

Il est recommandé d'effectuer l'essai sur le terrain ainsi que l'inspection séparément avant de mettre en service le transformateur afin de déterminer qu'il est en bon état de fonctionnement et dans le but d'obtenir des données pour les comparaisons ultérieures. Nous recommandons de suivre les procédures d'essais de l'ANSI/IEEE (minimum).

Dans les situations de tension appliquée à basse fréquence, les essais de résistance d'isolement (mégoohmmètre) sont effectués, ces essais de tension ne doivent pas être supérieurs à 75 % des valeurs d'essais en usine. Lorsque des essais sont effectués périodiquement, il est recommandé que les essais de tension soient limités à 65 % des valeurs d'essais en usine. Débrancher les parasurtenseurs (si fourni). Il est souligné que tous les essais doivent être effectués par un personnel compétent et conformément aux normes de sécurité et aux codes en vigueur, particulièrement la norme NFPA 70E et la CSA Z462.

À suivre sur la prochaine page

Essai sur le terrain (suite)

1. Si le transformateur a été mis hors tension pour une longue période, celui-ci doit être inspecté visuellement afin de déceler les signes de condensation, d'humidité et de détecter la présence de poussière. Il doit être nettoyé et séché comme décrit plus tôt avant de le mettre sous tension.
2. Les ventilateurs, les moteurs, les relais ainsi que tous les appareils devraient être inspectés afin de s'assurer qu'ils fonctionnent adéquatement.
Les accessoires comme les parafoudres doivent être installés selon le dessin d'assemblage fourni.
3. Vérifier que la sélection des bretelles, comme indiqué sur la plaque signalétique - Toutes les bretelles de continuité électrique devraient avoir la même position sur chacune des bobines (remarque : il peut avoir plus d'un ensemble de bretelle sur une bobine). Les bretelles d'appui peuvent être changées seulement lorsque le transformateur est hors tension.
4. Certains appareils sont fournis avec des dispositifs de vérification de la température des bobines. Un mode d'emploi ainsi que les dessins complets sont fournis. Ces appareils sont munis d'un indicateur de température ainsi que des sondes capteur thermique. S'assurer que toutes les pièces ont été montées et installées adéquatement. Négliger d'installer c'est sondes capteur thermique dans le manchon isolant approprié (thermowell) peut occasionner des dommages graves au transformateur. Conserver le dégagement électrique si des sondes sont installées à partir du dispositif de vérification de la température ou si un terminal est installé. Pour les bobines > 30kV BIL, ne pas utiliser de sonde sauf sur indication contraire.

5. Vérifier l'étanchéité ainsi que les raccordements de tous les branchements électriques y compris les bretelles, les connexions de phase ainsi que les mises à la terre.
6. Un essai mégohmmètre (résistance d'isolement) devrait être effectué sur chaque transformateur afin de déterminer l'intégrité de l'isolation. Un essai de résistance d'isolement est essentiel pour les comparaisons ultérieures et pour déterminer le bien fondé d'un essai diélectrique pour le transformateur. Cet essai devrait être effectué avant l'essai diélectrique (Hi-Pot), le cas échéant.
Des facteurs variables peuvent affecter la fabrication et l'utilisation de transmateurs secs ce qui rend difficile l'établissement de limite de résistance de l'isolation. Les expériences effectuées jusqu'à maintenant indiquent que 2 mégohms (lecture d'une minute à une température de 25°C approx.) par 1 000 volts du taux de tension de la plaque signalétique, mais dans aucun cas inférieur à un total de 2 mégohms, peut être une valeur satisfaisante pour la résistance de l'isolation. Essais de l'isolation au mégohmmètre (500 V ou 1 000 V c.c.) Essais effectuer entre:

BT à HT + terre

HT à BT + terre

Mise à la terre du noyau (si le noyau est isolé)

VALEURS DE COUPLES RECOMMANDÉS POUR LES CONNEXIONS ÉLECTRIQUES BOULONNÉES			
TAILLE DU BOULON	ACIER ORDINAIRE	LAITON ALLIAGE CU270	ACIER INOXYDABLE
	CALIBRE 5 $\pi \cdot lb [Nm] \pm 5\%$	$\pi \cdot lb [Nm] \pm 5\%$	B8 OU B8M $\pi \cdot lb [Nm] \pm 5\%$
1/4-20	7 [10]	3,8 [5]	5 [6]
3/8-16	25 [28]	14 [18]	15 [20]
1/2-13	60 [70]	33 [45]	37 [50]
8 mm	20 [23]	12 [14]	12 [14]
12 mm	60 [70]	33 [45]	37 [50]

*Note: Les valeurs de couples ci-dessus sont pour les boulons secs et non lubrifiés.

Essai sur le terrain (suite)

Classe de tension du transformateur	Dégagement minimal (mm)	Dégagement minimal (po)
1,2 KV	25	1
2,5 KV	50	2
5,0 KV	100	4
8,7 KV	130	5.3
15 KV	200	8
18 KV	250	10
25 KV	300	12
34,5 KV	400	16

Remarque : « Certains composants spécifiques du transformateur peuvent nécessiter un dégagement différent de ceux indiqués ci-dessus. Pour ces exceptions, se référer aux directives fournies dans les dessins d'assemblage ou dans les procédures d'installation.

Remarque : Si le noyau du transformateur est isolé, la courroie du noyau, située entre le noyau et le calage supérieur, doit être déconnectée avant de prendre les mesures à partir du noyau jusqu'au sol.

7. Augmenter les ratios d'essai pour le bobinage et pour toutes les positions des bornes.
8. Polarité et rapport de phase.
9. Mesures de résistances des bobines.
10. S'assurer que le dégagement minimal est respecté pour toutes les pièces conductrices de courant y compris les bobines, les branchements des câbles internes, PT, NGR, CT, transformateur auxiliaire ainsi que les barres omnibus. Le tableau suivant peut être utilisé à titre de guide pour le dégagement minimal selon une altitude qui ne dépasse pas 1 000 m (3 300 pi). Consulter le fabricant pour une altitude supérieure à 1 000 m (3 300 pi).

Entretien



DANGER

Omettre de couper l'alimentation ainsi que de mettre à la terre le transformateur avant d'ouvrir l'enceinte ou d'effectuer des travaux sur celui-ci peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

Le transformateur doit être mis hors tension avant d'effectuer son entretien. De plus, il est recommandé que les bornes soient mises à la terre et qu'elles comprennent un mécanisme de verrou/procédure de cadenassage.

Inspection périodique et entretien:

Généralement, les transformateurs secs requirent peu d'entretien. Cependant, un entretien ainsi qu'une inspection périodique sont nécessaires afin d'assurer son rendement et son fonctionnement à long terme. La fréquence des inspections dépend des conditions d'installation du transformateur.

Pour les endroits propres et secs, une inspection annuelle est normalement suffisante. Pour les emplacements où l'air est contaminé par la poussière ou par les vapeurs chimiques, une inspection trimestrielle ou bi-annuelle est requise.

Lorsque le transformateur est hors tension, retirer tous les panneaux d'accès de l'enceinte ainsi que les bornes de mise à la terre. Déceler la présence de saleté particulièrement sur les surfaces isolantes ou sur les parties qui ont tendance à restreindre la circulation d'air. Inspecter les matériaux isolants et les plaques de bornes contre les décharges (suivi), cassures, fissures, brûlures et vérifier l'étanchéité. Il est nécessaire de nettoyer les pièces afin de prévenir les contournements d'arcs occasionnés par l'accumulation de contaminants.

La présence de rouille, de corrosion ainsi que la détérioration de la peinture doivent être vérifiées et des mesures correctives doivent être prises au besoin. Les ventilateurs des moteurs et les autres appareils auxiliaires doivent aussi être vérifiés et entretenus.

Nettoyage



DANGER

Omettre de couper l'alimentation ainsi que de mettre à la terre le transformateur avant d'ouvrir l'enceinte ou d'effectuer des travaux sur celui-ci peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

Si une accumulation excessive de saleté est observée sur les bobines du transformateur ou sur les isolants, la saleté doit être enlevée afin de permettre la circulation de l'air. Une attention particulière doit être portée au nettoyage aux parties supérieures et inférieures des assemblages des bobines ainsi que des conduits de ventilation.

Les bobines doivent être nettoyées à l'aide d'un aspirateur, d'un souffleur ou d'air comprimé. Il est préférable d'utiliser un aspirateur en premier suivi par de l'air comprimé. L'air comprimé doit être propre et sec et appliqué à basse pression (pression égale ou inférieure à 25 livres par pouce cube). Les fils de connexion, supports de bobine, plaques de bornes, raccords ainsi que les surfaces isolantes doivent être époussetés ou essuyés à l'aide d'un chiffon sec. L'utilisation de nettoyant liquide n'est pas recommandée en raison de la présence de solvants qui peuvent engendrer des effets néfastes aux matériaux isolants.

Entretien sur le terrain



DANGER

Omettre de couper l'alimentation ainsi que de mettre à la terre le transformateur avant d'ouvrir l'enceinte ou d'effectuer des travaux sur celui-ci peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

L'équipement électrique doit strictement être installé, utilisé, nettoyé et entretenu par du personnel qualifié.

Les informations suivantes sont prescrites à titre de guide de dépannage afin de déterminer les mesures correctives pour les transformateurs d'alimentation sur le terrain. Il est souligné que seul le personnel compétent doit être autorisé à effectuer la vérification des transformateurs. Le transformateur doit être mis hors tension avant d'y effectuer des travaux. De plus, il est recommandé que les bornes soient mises à la terre.

1. Surtension

Les transformateurs à charge maximale sont chauds au toucher. Les normes autorisent la température extérieure de l'enceinte à atteindre 65°C (149°F) [80°C (176°F) dans un endroit difficile d'accès] au-dessus de la température ambiante, par exemple lorsque la température ambiante est de 40°C (104°F), celle de l'enceinte peut atteindre 105°C en continu (221°F) et [120°C (248°F) dans un endroit difficile d'accès]. Dans ces conditions, la température maximale affichée sur le thermomètre doit être de 220°C (428°F). Lorsque la température excède ce point, une surchauffe du transformateur apparaît ce qui peut l'endommager. Vérifier les conditions suivantes:

- ⌚ une surcharge continue pour une période prolongée,
- ⌚ des branchements externes erronés,
- ⌚ une tension d'entrée ou un courant élevé,
- ⌚ une tension ou les harmoniques du courant,
- ⌚ une mauvaise circulation d'air dans la salle ou la présence d'une autre source de chaleur,
- ⌚ les températures ambiantes élevées [les normes acceptent une moyenne de 30°C (86°F) et un maximum de 40°C (104°F)],
- ⌚ des conduits d'air ou des filtres de ventilation obstrués,
- ⌚ une accumulation de saleté ou de poussière qui restreigne la circulation d'air.

À suivre sur la prochaine page

Entretien sur le terrain (suite)

2. Bruit et vibration

Les niveaux sonores des transformateurs d'alimentation peuvent varier entre 60 dB (A) pour une tension de 500 kVA et 76 dB (A) pour une tension de 10 000kVA. Ces niveaux sonores sont déterminés par les normes nationales et sont fondés sur les éléments suivants:

- ➲ Valeurs pour les conditions sans charge,
- ➲ Essai effectué dans un environnement à bruits ambients réduit,
- ➲ Murs et surfaces réfléchissantes à plus de 3 m (10 pieds) de tous les côtés du transformateur.

Les transformateurs installés dans des locaux électriques plus petits, en présence de charge, auront des niveaux sonores plus élevés (que la norme). Le bruit excessif peut être causé par:

- ➲ Une tension d'entrée élevée,
- ➲ Une fréquence élevée,
- ➲ Un déséquilibre de la charge,
- ➲ Une charge de courant excessive,
- ➲ Une tension ou des harmoniques provenant de charges non-linéaires,
- ➲ Un desserrement des calages du noyau,
- ➲ Un desserrement des enceintes ou du matériel lors du transport ou de la manutention,
- ➲ les panneaux d'expédition qui ne sont pas enlevés,
- ➲ les blocs antivibratoires ne sont pas installés.

Les transformateurs présentent des niveaux sonores plus élevés que la normale si ceux-ci sont installés sur des planchers suspendus qui peuvent résonner. Il est conseillé d'installer les unités d'alimentations au rez-de-chaussée ou au sous-sol, afin d'éviter les planchers suspendus, et de les mettre loin des pièces d'habitations ou des bureaux. Il est recommandé d'installer des amortisseurs de vibrations ainsi que des isolateurs à ressorts afin d'atténuer les niveaux sonores. De plus, des connecteurs flexibles devraient être installés entre les barres omnibus et les autres équipements dans le but d'éviter le transfert de vibration.

Les transformateurs qui sont installés à proximité les uns des autres peuvent présenter une fréquence de résonnance entre les appareils qui se traduit par des niveaux sonores plus élevés que la normale.

3. Tension réduite ou nulle

Les branchements desserrés des bornes ou des plaques de bornes du transformateur, les fils de connexions brisés ou les courts-circuits sont des causes possibles. Ainsi, une tension de sortie réduite peut être causée par la mauvaise sélection d'une position de branchement.

4. Tension induite excessive

Ceci peut être causé par une tension d'entrée plus élevée ou une mauvaise position de branchement.

5. Fumer provenant du transformateur

La fumée ainsi que les vapeurs lors de la mise sous tension initiale sont le résultat des huiles et des lubrifiants utilisés lors de la fabrication. La fumée est considérée comme un irritant et doit être ventilée temporairement. Ceci ne représente pas un danger à long terme pour la santé et devrait se dissiper après 24 heures de charge.

Entretien sur le terrain (suite)



DANGER

Omettre de couper l'alimentation ainsi que de mettre à la terre le transformateur avant d'ouvrir l'enceinte ou d'effectuer des travaux sur celui-ci peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

L'équipement électrique doit strictement être installé, utilisé, nettoyé et entretenus par du personnel qualifié.

6. Perte élevée du conducteur

Peut être causé par une tension d'entrée élevée ou de basse fréquence.

- ⇒ espaces dans le noyau causé par le déplacement lors du transport ou de la manutention.

7. Isolation brûlée ou défaut d'isolement

S'il y a présence d'isolation brûlée, vérifier les éléments suivants:

- ⇒ la surcharge continue,
- ⇒ les harmoniques excessives,
- ⇒ la surchauffe causée par un manque de ventilation
- ⇒ une décharge de surtension,
- ⇒ une mise sous tension ou une perturbation de secteur,
- ⇒ des fils de connexion ou dispositifs d'arrêts brisés,
- ⇒ des bornes ou plaques de bornes endommagées,
- ⇒ des courts-circuits,
- ⇒ la contamination (défaut d'isolement).

Si les noyaux du transformateur présentent des signes de surchauffes et de décoloration, l'isolant situé près du noyau peut aussi paraître décoloré. Les températures élevées du noyau peuvent être causées par:

- ⇒ Une tension d'entrée élevée,
- ⇒ de basses fréquences ou une saturation du noyau causée par les tensions d'harmoniques.

8. Ferro-résonance

Des surtensions significatives peuvent survenir sur le transformateur en raison du phénomène de ferro-résonance. La ferro-résonance est causée par la variation unique de pôles avec primaire non mis à la masse ainsi que par le rétablissement des commutations des condensateurs.

Les tensions transitoires générées dépassent largement de la capacité inhérente du transformateur à résister à la haute tension. Le transformateur est conçu pour fonctionner selon une surtension de 6 % avec un taux de charge et selon une surtension de 10 % sans taux de charge.

Afin de réduire les risques et de protéger le transformateur, l'utilisateur peut considérer l'installation de surtenseurs d'oxyde métallique au point d'entrée de toutes les phases lors de l'utilisation de transformateur qui fonctionne selon une tension égale ou supérieure à 60 kV BIL. Ceci s'applique au primaire ou au secondaire, si ceux-ci ont un taux égal ou supérieur à 60 kV BIL. La ferro-résonance peut causer des dommages significatifs à l'équipement électrique, particulièrement les transformateurs, et une protection est recommandée.

9. Courant de commande élevé

Peut être causé par:

- ⇒ une tension d'entrée élevée,
- ⇒ une basse fréquence,
- ⇒ des courts-circuits,
- ⇒ espaces dans le noyau causé par le déplacement lors du transport ou de la manutention.

À suivre sur la prochaine page

Entretien sur le terrain (suite)

10. Transitoires de commutation oscillants

Quelques fois, lorsque le transformateur est débranché ou branché sur un système, les bornes subissent une tension transitoire de rétablissement qui comporte une fréquence-voltage élevée. Ceci survient la plupart du temps lorsqu'on utilise un disjoncteur à vide et est une cause directe de sa fonction qui consiste à découper le courant. Ces découpages de courant ainsi que les mises sous tension produisent une tension transitoire oscillante aux bornes, de hautes fréquences et de durée prolongée. Lorsque cette tension appliquée est composée de fréquences qui se situent près des fréquences naturelles du transformateur, et qu'elles sont d'une durée suffisante, cela produit des dommages à structure de l'isolation.

Lorsque le transformateur

11. Mise à la terre du noyau

Toutes les pièces métalliques non conductrices des transformateurs doivent être mises à la terre et ceci comprend le noyau. Les noyaux avec boulons traversants du transformateur doivent être isolés des calages de noyau et mis à la terre (unique). Procéder à l'isolation du noyau est nécessaire afin de déterminer si un problème d'isolation est présent au niveau de boulons traversants qui pourrait causer une circulation élevée du courant ou l'échauffement de certains endroits. Il n'existe aucune exigence concernant l'isolation des noyaux dans les normes incluant l'UL, l'ANSI, la CSA, l'IIEEE et l'IEC. Remarque : Si le noyau du transformateur est isolé, la courroie du noyau, située entre le noyau et le calage supérieur, doit être déconnectée avant de prendre les mesures à partir du noyau jusqu'à la mise à la terre. Si la lecture du mégohmmètre est basse ou si la résistance entre le noyau et la mise à la terre de l'alimentation du transformateur, ceci peut être causé par :

- ➲ La poussière, la saleté ou l'humidité située entre l'isolant du noyau et de ses cadres,
- ➲ Isolation

12. Distorsion de la bobine

Les bobines court-circuitées présentent une distorsion grave comparativement à leur apparence normale (ronde) ou symétrique.

13. Perte élevée du conducteur

Les surcharges ou les bretelles de continuité électrique qui ne sont pas sur la position d'appui identique peuvent engendrer l'échauffement du conducteur.

14. Ouverture des fusibles/disjoncteurs

L'ouverture des fusibles ou des disjoncteurs peut être causée par :

- ➲ Une surcharge,
- ➲ La tension ou les harmoniques du courant,
- ➲ Un court-circuit,
- ➲ Une isolation insuffisante qui cause un courant excessif,
- ➲ Une tension trop élevée lors de la mise sous tension,
- ➲ Un réglage trop bas pour permettre un courant d'appel.

À suivre sur la prochaine page

Entretien sur le terrain (suite)



DANGER

Omettre de couper l'alimentation ainsi que de mettre à la terre le transformateur avant d'ouvrir l'enceinte ou d'effectuer des travaux sur celui-ci peut engendrer des blessures graves ou mortelles.

L'équipement électrique doit strictement être installé, utilisé, nettoyé et entretenue par du personnel qualifié.

15. Surchauffe du câble

Les causes peuvent comprendre:

- ⇒ Un boulonnage inadéquatement ou un pincement des connexions,
- ⇒ des connecteurs desserrés,
- ⇒ des bornes ou des fils de connexion desserrés,
- ⇒ des câbles ou des bornes de dimension inexacte,
- ⇒ Une surcharge.

16. Humidité

Si un transformateur a été exposé à l'humidité telle que la condensation ou la pluie, il doit être séché avant sa mise sous tension. (se référer à la section sur le séchage)

De l'air chaud, de la chaleur rayonnante ou interne devrait être dirigé à travers les bobines. Ceci devrait être effectué pendant 24 heures ou jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de condensation.

Les transformateurs qui ont été inondés, qui ont été exposés à la pluie ou qui ont été mouillés par des gicleurs pourraient ne pas être séché adéquatement. Pour plus d'informations, consulter le fabricant.

S'il est évident qu'une des conditions suivantes existe, le transformateur devrait être mis hors service immédiatement. Des mesures correctives, après avoir consulté le fabricant, devraient être mises en place.

Une fois l'évaluation terminée, il sera déterminé si le transformateur sera remis en fonction ou si celui-ci sera retourné au fabricant pour que des essais supplémentaires soient effectués.



Hammond
Power Solutions

CANADA

595 Southgate Drive
Guelph, Ontario N1G 3W6
Tel: (519) 822-2441
Fax: (519) 822-9701
Toll Free: 1-888-798-8882
sales@hammondpowersolutions.com

UNITED STATES

1100 Lake Street
Baraboo, Wisconsin 53913-2866
Tel: (608) 356-3921
Fax: (608) 355-7623
Toll Free: 1-866-705-4684
sales@hammondpowersolutions.com



Guía de Instalación, Operación y Mantenimiento

HPS EnduraCoil™ Transformadores encapsulados en resina

Para transformadores de tipo seco de interior/exterior que utilizan una gabinete de estilo DH o Power.

Este manual contiene recomendaciones para la instalación, operación y mantenimiento de transformadores encapsulados en resina. Se hace hincapié en que estas instrucciones abreviadas deben utilizarse en conjunto con todos los códigos locales y nacionales y deben ser referenciados en consecuencia.



	Página
Advertencias	42
Instrucciones de seguridad	43
Recepción e Inspección	44
Procedimientos de elevación	44
Almacenamiento	47
Precauciones de instalación	47
Secado	48
Ubicación	49
Niveles de ruido	50
Puesta a tierra	51
Pruebas de campo	51
Mantenimiento	53
Limpieza	54
Servicio de campo	54

Descargo de responsabilidad

Las prácticas recomendadas en este manual corresponden a aplicaciones generales y se suministran sin responsabilidad alguna por errores u omisiones. Los datos técnicos están sujetos a cambios y las correcciones necesarias se incluyen en las siguientes ediciones. Los requisitos especiales deben ser referenciados al fabricante y/o a su representante.

Esta guía recoge las recomendaciones para la instalación, operación y mantenimiento transformadores trifásicos de tipo seco encapsulado en resina con o sin gabinete. Se hace hincapié en que estas instrucciones abreviadas deben utilizarse en conjunto con todas las normas y códigos locales que cubren dicho trabajo y deben ser referidas en consecuencia.

Estas prácticas recomendadas son para aplicaciones generales y cualquier requerimiento especial debe referenciarse al fabricante del transformador y/o su representante.

Se recomienda además que el trabajo de instalación se rija por las normas ANSI/IEEE C57.94. Esta es la práctica IEEE recomendada para la instalación, aplicación, operación y mantenimiento de transformadores de tipo seco de potencia y distribución de propósito general.

Este manual contiene advertencias a considerar a fin de garantizar la seguridad personal y evitar daños materiales. Lea atentamente estas instrucciones y observe el equipo para familiarizarse con el dispositivo antes de instalarlo, manipularlo, revisarlo o realizar su mantenimiento. Los avisos sobre la seguridad personal están resaltados en el manual con un símbolo de advertencia de seguridad. Los relativos solo a daños materiales no llevan dicho símbolo. Estos avisos que se muestran a continuación se ordenan de acuerdo al grado de peligro. Si más de un grado de peligro está presente, se utilizará la advertencia que representa el grado más alto de peligro.



PELIGRO

PELIGRO indica una situación de peligro inminente que, de no evitarse, ocasionará la muerte o lesiones graves y/o daños materiales considerables.



ADVERTENCIA

ADVERTENCIA indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, puede ocasionar la muerte o lesiones graves y/o daños materiales considerables.



PRECAUCIÓN

PRECAUCIÓN indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, puede ocasionar lesiones o daños materiales leves o moderados.

Nota importante:

La instalación, manipulación, reparación y mantenimiento del equipo eléctrico debe estar a cargo solo de personal calificado. No se asume responsabilidad alguna por parte del fabricante de las consecuencias que deriven de la utilización de este material.

AVISO

AVISO indica una situación potencialmente peligrosa que, de no evitarse, puede resultar en daños materiales.

Precauciones de seguridad



PELIGRO

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO

Consulte valores y la tensión nominal en la placa de identificación.

La instalación y el mantenimiento de este equipo deberán ser realizados solamente por personal de equipos eléctricos calificado.

Siga todos los requisitos de la norma NFPA 70E y CSA 462 sobre la práctica de trabajo seguro y el equipo de protección personal (EPP).

Apague el suministro de alimentación de este equipo antes de realizar cualquier trabajo en o dentro del equipo.

Utilice siempre un dispositivo de detección de tensión adecuado para confirmar que la alimentación esté apagada.

Coloque de nuevo todos los dispositivos, puertas y cubiertas antes de energizar este equipo.

**El incumplimiento de estas instrucciones
podrá causar la muerte o lesiones graves.**

1. No levante o mueva un transformador sin contar con el equipo adecuado y personal experimentado. Las disposiciones de elevación se proporcionan solo en el interior del gabinete en el núcleo/bobina. Utilice siempre las disposiciones de elevación proporcionadas por el fabricante. NO TOME DEL GABINETE PARA LEVANTAR EL TRANSFORMADOR. Se recomienda rodar y deslizar en los transformadores con una base deslizante pre ordenada. (Ver la figura 9)

2. No descargue el transformador hasta que se haya finalizado una inspección completa.

3. Utilice únicamente terminales para las conexiones eléctricas. Se recomiendan conectores flexibles para las conexiones de bus. Los terminales del transformador no están diseñados para soportar el peso del cable de línea o de carga. Se pueden añadir soportes Unistrut en el campo siempre que se mantenga el espacio libre adecuado.

4. Cubra el núcleo y la bobina con una lona de protección adecuada si debe realizarse alguna perforación, trituración o trabajo de pintura en el equipo.

5. Las conexiones deben hacerse solo de acuerdo con el diagrama de la placa de identificación o los dibujos de conexión.

6. Asegúrese de que toda la energía (incluyendo el control de retroalimentación, el neutro compartido y la carga del condensador) esté desconectada y todos los bobinados estén conectados a tierra antes de intentar cualquier trabajo en el transformador o dentro de la caja de control.

7. Asegúrese de que todas las conexiones a tierra, los terminales de línea y las conexiones de toma seleccionadas estén completos y ajustados antes de energizar el transformador.

8. No intente cambiar las conexiones o tomas primarias o secundarias mientras el transformador está energizado.

9. No manipule los paneles de control, alarmas, bloqueos internos o circuitos de control.

10. No ajuste o retire ningún accesorio o panel de cubierta mientras el transformador está energizado.

11. Ningún cable de suministro (incluidos los cables blindados) debe entrar en contacto con el núcleo o la bobina o cualquier otra parte con corriente, excepto el terminal para el que está destinado. Asegúrese de que se mantengan las distancias mínimas. (consulte la sección Pruebas de campo)

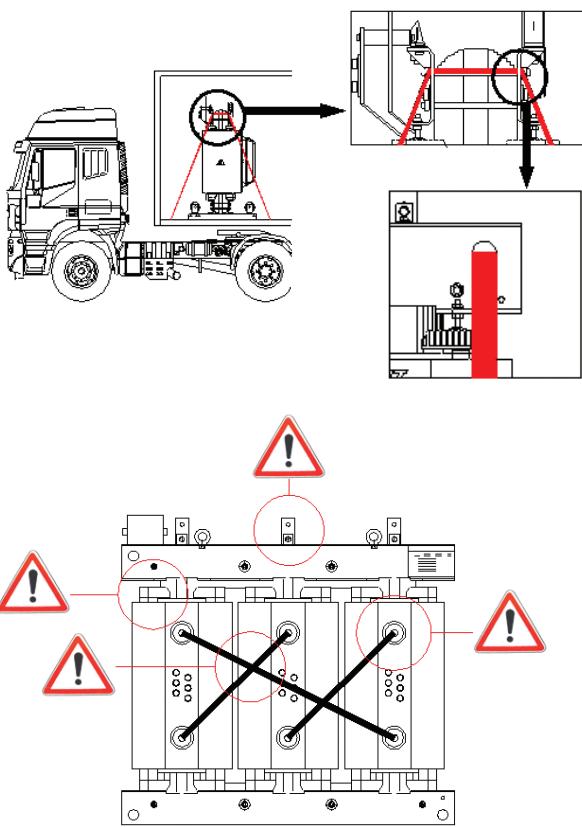
12. La instalación y el mantenimiento de este equipo deberán ser realizados solamente por personal de equipos eléctricos calificado.

13. Siga todos los requisitos de la norma NFPA 70E y CSA 462 sobre la práctica de trabajo seguro y el equipo de protección personal (EPP).

14. Coloque de nuevo todos los dispositivos, puertas y cubiertas antes de energizar este equipo.

15. No está permitido realizar ninguna modificación en el equipo (ya que esto puede afectar la garantía y causar una situación peligrosa) sin autorización previa de HPS.

Recepción e Inspección



Antes de descargar cualquier equipo, primero se deben inspeccionar los transformadores para verificar que la información de envío sea correcta. Confirme que el número de parte de identificación en la placa de identificación del transformador coincida con la lista de empaque y la factura de carga.

Inspeccione los transformadores inmediatamente después de recibirlos para obtener evidencia de daño o indicación de un manejo brusco que pueda haber sido causado durante el envío.

El examen debe realizarse antes de retirar el transformador de los vehículos de envío. La inspección también debe realizarse para obtener cualquier evidencia de agua u otros contaminantes que puedan haber entrado en el transformador durante el tránsito.

Se debe presentar un reclamo ante el transportista de manera inmediata y el fabricante debe ser notificado.

Los transformadores de tipo seco ventilado se envían ya sea completamente montados en un gabinete de metal o como un ensamblaje de núcleo y bobina con o sin un gabinete separado. Todas las partes y componentes están envueltos en hojas de plástico transparente y se cubren con una lona de envío. Es posible que los dibujos también acompañen el envío en un paquete separado que detalle el ensamblaje de ser necesario.

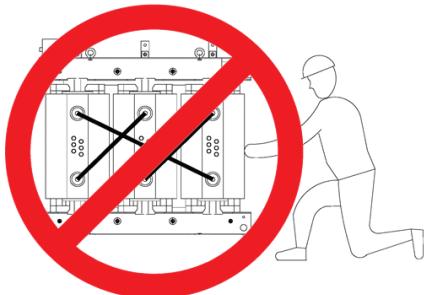
Una vez que el transformador se ha recibido, retire las cubiertas o paneles y proceda a una inspección interna para detectar cualquier evidencia de partes deterioradas o desplazadas, conexiones sueltas o rotas, tableros de terminales dañados, suciedad o materiales extraños y presencia de agua o humedad. Si algún daño es evidente, póngase en contacto con el fabricante del transformador o su representante de manera inmediata.

Procedimientos de elevación



ADVERTENCIA

El incumplimiento de los procedimientos de elevación puede causar la muerte, lesiones graves o daños en el transformador y el gabinete.



- No tome del gabinete para levantar el transformador.
- No levante el transformador con ganchos de envío.
- No levante el transformador de debajo del gabinete.
- No lo sacuda, levántelo para evitar tensiones mecánicas.
- No empuje, arrastre o tire el transformador directamente sobre el suelo a menos que se suministre con la base de deslizamiento.

Las disposiciones de elevación se proporcionan en todos los transformadores de tipo seco. La disposición de elevación puede ser de 2 o 4 de 5/8 "(16 mm) o 3/4" (19 mm) cáncamos con hombro o un par de ángulos de elevación (ver figura 1) en base al peso total del transformador. Los cáncamos con hombro se utilizan si la unidad de peso es menor de 15.000 libras (6 804 kilogramos). Los ángulos de elevación se utilizan si el peso del transformador es de 15 000 libras (6 804 kilogramos) y mayor. Se recomienda el uso de eslingas para una elevación angular.

continúa en la página siguiente

Procedimientos de elevación (*continuación*)

Antes de realizar una elevación, se deben leer y comprender las siguientes instrucciones.



FIGURA 1

1. Retire el techo del gabinete tipo DH (ver figura 2) o levante la placa de cubierta del techo del gabinete de energía (ver figura 3).
2. Inspeccione que los cáncamos de elevación o los ángulos de elevación estén colocados y ajustados correctamente.
3. Verifique la capacidad de elevación de cadenas o eslingas, grúas u otros medios. Consulte el peso del transformador en la placa de identificación.
4. Mida la distancia entre los cáncamos o ángulos de elevación (ver figuras 4 y 5).

continúa en la página siguiente

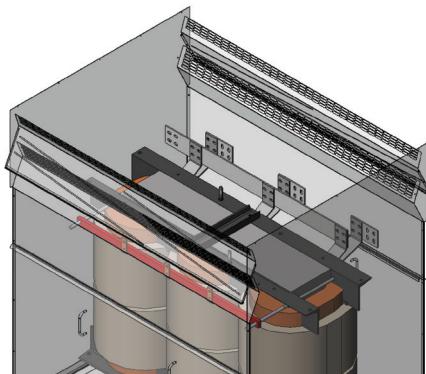


FIGURA 2

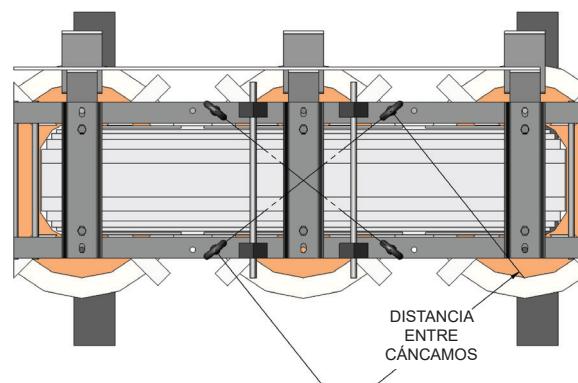


FIGURA 4

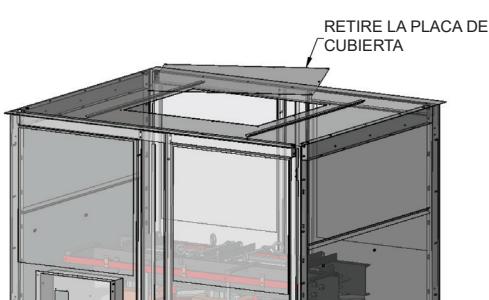


FIGURA 3

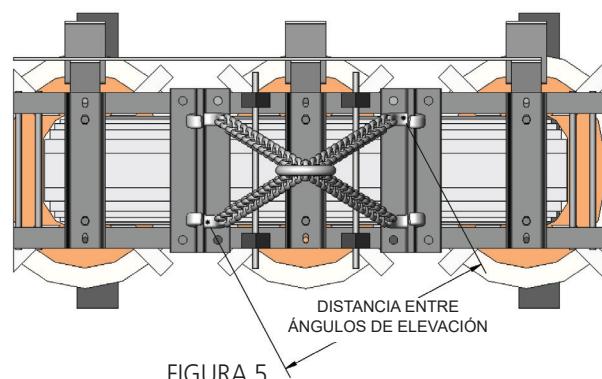


FIGURA 5

Procedimientos de elevación (*continuación*)

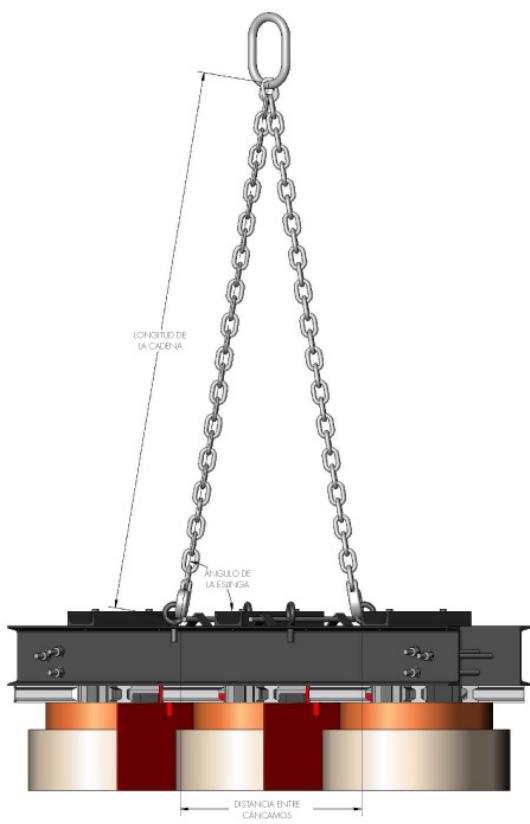


FIGURA 6

Para cargas simétricas solamente (es decir, el centro de gravedad de la unidad está centrado entre los puntos de elevación)

*Ojo	Longitud de la cadena (pies)							
Centro	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'''
10"	82°	84°	85°	86°	87°	87°	87°	88°
12"	80°	83°	84°	85°	86°	86°	87°	87°
14"	-	82°	83°	84°	85°	86°	86°	87°
16"	-	80°	82°	84°	85°	85°	86°	86°
18"	-	-	81°	83°	84°	85°	85°	86°
20"	-	-	80°	82°	83°	84°	85°	85°
22"	-	-	-	81°	82°	83°	84°	85°
24"	-	-	-	80°	81°	82°	84°	84°
26"	-	-	-	80°	81°	82°	83°	84°
28"	-	-	-	-	80°	82°	83°	83°
30"	-	-	-	-	80°	81°	82°	83°
32"	-	-	-	-	-	80°	81°	82°
34"	-	-	-	-	-	80°	81°	82°
36"	-	-	-	-	-	-	80°	81°

* Nota: Distancia entre cárncamos de elevación en los marcos delanteros y traseros

TABLA 1

5. Asegúrese de que el ángulo de la eslinga sea mayor que 80 grados (ver figura 6 y tabla 1).

6. La dirección de tracción (de la línea de la eslinga) debe estar en línea con el plano de los cárncamos. Al elevar un transformador con una eslinga de 4 patas, alinee los cuatro cárncamos en el centro de la unidad (ver figura 5). Asegúrese de que las eslingas tengan capacidad suficiente para la elevación. Al elevar un transformador con una eslinga de 2 patas, asegúrese de que los cárncamos estén instalados en las esquinas opuestas al transformador y alinéelos en el centro del núcleo del transformador (ver figura 7).

7. Utilice siempre todos los cárncamos o agujeros de elevación provistos en los ángulos al realizar un procedimiento de elevación para evitar sobrepasar la capacidad de los cárncamos o de la torsión de los marcos.

8. Tome del núcleo y la bobina solamente para elevar el transformador de potencia a través del recorte en el techo del gabinete (ver la figura 8).

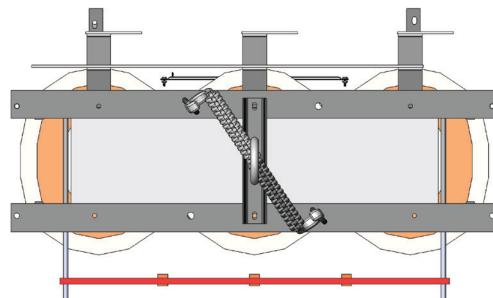


FIGURA 7

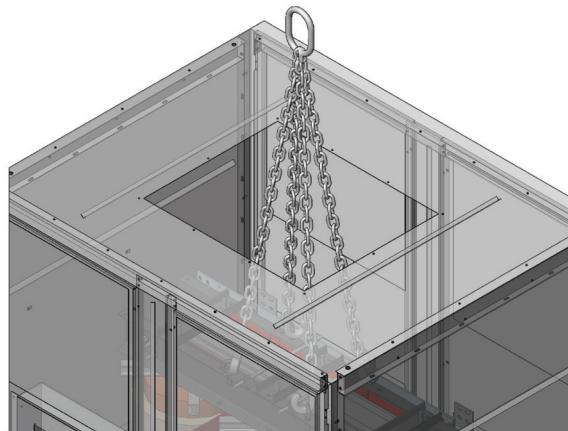


FIGURA 8

Almacenamiento



ADVERTENCIA

El incumplimiento de los requisitos de almacenamiento puede provocar la muerte o lesiones graves y/o daños materiales considerables.

Los transformadores deben almacenarse en una ubicación cálida y seca, libre de polvo o contaminantes transportadas por el aire. La humedad relativa a la que están expuestos los materiales de aislamiento debe mantenerse lo más bajo posible. Es preferible almacenar el transformador en un lugar cálido y seco para evitar problemas de humedad, pero puede almacenarse a temperaturas de -40 °C (-40 °F). El transformador puede estar energizado cuando la temperatura de la bobina es hasta -25 °C (-13 °F) pero se recomienda que no se carguen hasta que las bobinas alcancen 0 °C (32 °F). Las temperaturas fluctuantes pueden provocar condensación que requerirá un procedimiento de secado. El suelo sobre el que se almacena el transformador debe ser impermeable a la migración ascendente de vapor de agua. Tome las precauciones necesarias para protegerlo contra el agua de cualquier fuente, tales como goteras en el techo, tuberías de agua o de vapor rotas, ventanas, etc. No se recomienda que las unidades de tipo seco se almacenen al aire libre. Si esto es inevitable, los transformadores deben estar debidamente protegidos de la nieve, la lluvia y otros elementos. La protección debe incluir una envoltura inicial de lienzo de primera calidad con una cubierta exterior final de lona de plástico. Asimismo sería deseable incluir un desecante tal como un sistema de secado de gel de sílice a fin de reducir el contenido de humedad dentro de la unidad. Si los transformadores se almacenan al aire libre, se recomienda su secado antes de energizarlos como se describe en la página siguiente.

Precauciones de instalación



ADVERTENCIA

El incumplimiento de las precauciones de instalación puede provocar la muerte o lesiones personales y dañar el transformador o el gabinete.

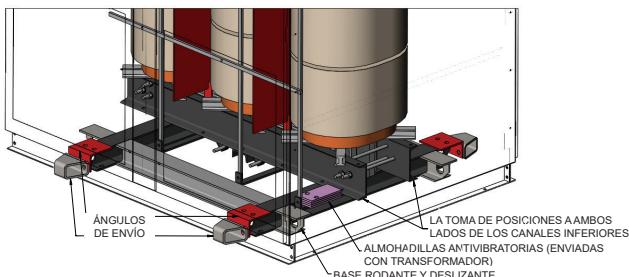


FIGURA 9

1. Se recomienda que las almohadillas antivibración u otros dispositivos de aislamiento de vibración estén presentes cuando se realice la instalación de los transformadores de tipo seco. Se proporcionan almohadillas antivibración de goma con el transformador y deben instalarse en el sitio. Al instalar las almohadillas antivibración debajo de viga de base del transformador, asegúrese de que se tome solo del núcleo y la bobina para elevar el transformador (consulte "Procedimientos de elevación"). Si se proporciona el gabinete y éste está unido al núcleo y la bobina a través de los ángulos de embarque, asegúrese de que los ganchos de embarque y los ángulos de embarque sean retirados en todas las ubicaciones (ver figura 9 y 10) antes de tomar solo del núcleo y la bobina para levantar el transformador a fin de instalar las almohadillas antivibración (u otros aislamientos de vibración requeridos por el diseño).

2. El tipo de cable, tamaño y ubicación de entrada deben ajustarse a los códigos eléctricos locales.
3. Los terminales y el tablero de terminales no deben utilizarse para soportar el peso de los cables de línea o de carga.
4. Mantenga el espacio adecuado entre los cables de suministro y las partes vivas del transformador en base a las tensiones del sistema. (Consulte Pruebas de campo)
5. Se recomienda el uso de conexiones flexibles para las conexiones de bus.

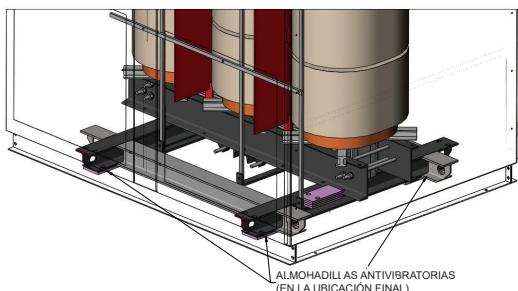
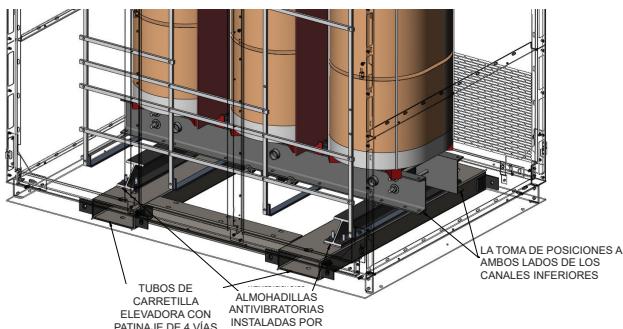


FIGURA 10

continúa en la página siguiente

Precauciones de instalación (continuación)



Secado



PELIGRO

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO

El incumplimiento de estos procedimientos de secado podrá causar la muerte o lesiones corporales graves o daños materiales considerables.

6. Se recomienda que los cables de alimentación o de carga entren o salgan de la parte inferior o lateral y no bloquen las aberturas de ventilación.
7. Si debe realizarse alguna perforación, trituración o la pintura del equipo, el ensamblaje de núcleo y bobina debe estar protegido por una cubierta (por ejemplo, Lona) para que nada pueda caer en o dentro de la bobina.
8. No reemplace los pernos de latón con pernos de otros materiales.

Si un transformador ha estado expuesto a humedad, como condensación o lluvia, o es almacenado en un ambiente de alta humedad, el transformador debe secarse antes de la energización. Si el transformador ha sido expuesto accidentalmente a una humedad excesiva, retire inmediatamente el transformador de servicio. Realice las pruebas de Megger (prueba de resistencia de aislamiento) en intervalos para indicar que se observa un cambio con el contenido de la humedad en el aislamiento. Luego proceda con los siguientes métodos de secado:

1. La humedad superficial debe eliminarse o quitarse de cualquier superficie del transformador para reducir el tiempo del período de secado.
2. Aire calentado externo forzado de manera directa, o calor radiante, a través de los devanados con todas las aberturas de ventilación despejadas. La temperatura recomendada no debe superar los 105 °C (221 °F). Continúe con este procedimiento por un mínimo de 24 horas o hasta que todas las pruebas de humedad o condensación ya no sean visibles.
3. Pueden instalarse calentadores eléctricos dentro del gabinete, en especial para los transformadores almacenados al aire libre. Estos calentadores deben ubicarse debajo de los devanados en ambos lados del núcleo. Si se utilizan calentadores, se debe permitir la circulación de aire a través del gabinete. Es posible montar filtros de calefacción de fibra de vidrio de manera temporal en las aberturas de entrada y salida de ventilación para reducir la acumulación de polvo dentro del gabinete. Estos filtros deben ser retirados antes de que el transformador se ponga en servicio. La temperatura recomendada no debe superar los 105 °C (221 °F).
4. Para el secado a través de calentamiento interno a través del método de terminales de cortocircuito, póngase en contacto con el fabricante del transformador para obtener instrucciones específicas. Los principios de este método requieren para BT de cortocircuito y alimentación corriente en AT no más del 100% de la tensión nominal de la placa de identificación. La temperatura del devanado no debe superar los 105 °C (221 °F). Consulte Pruebas de campo.

continúa en la página siguiente

Secado (continuación)

5. Los factores variables que afectan a la construcción y el uso de los transformadores de tipo seco hacen que sea difícil establecer límites para la resistencia de aislamiento. La experiencia hasta la fecha indica que 2 megaohmios, (lectura de un minuto a aproximadamente 25 °C) cada 1000 voltios de tensión nominal en la placa de identificación, pero en ningún caso menos de un total de 2 megaohmios, puede ser un valor satisfactorio para la resistencia de aislamiento. Prueba de aislamiento megger (500 V o 1000 V de CC). La prueba se realiza entre:

BT a AT + Tierra

AT a BT + Tierra

Núcleo a tierra (si el núcleo está aislado)

Se hace hincapié en que solo el personal específicamente calificado debe realizar este trabajo.

Es posible que los transformadores que han sido expuestos a condiciones de inundación, lluvia directa o rociadores no se sequen de manera adecuada. Consulte al fabricante para obtener más instrucciones.

Ubicación



PRECAUCIÓN

El incumplimiento de las instrucciones de localización puede ocasionar lesiones y/o daños materiales.

Los transformadores de tipo seco ventilados están normalmente diseñados para ser instalados en interiores, en lugares secos. Estos funcionarán con éxito en el rango de humedad recomendado. Es necesario tomar precauciones para mantenerlos secos libres de condensación si están desenergizados durante períodos de tiempo más largos. Consulte las instrucciones de secado. Los transformadores de tipo seco referidos en esta guía están diseñados para operar a altitudes no superiores a 1000 m (3300 pies) a menos que el transformador haya sido diseñado específicamente para una altitud mayor.

Consideraciones ambientales:

Los transformadores de tipo secos ventilados no deben estar ubicados en ambientes que contienen contaminantes como el polvo, fertilizantes, exceso de humedad, productos químicos, gases corrosivos, aceites o vapores químicos. Deben evitarse las ubicaciones en las que el goteo de agua esté presente. Si esto no es posible, debe proporcionarse una protección adecuada para evitar que el agua entre en el gabinete del transformador.

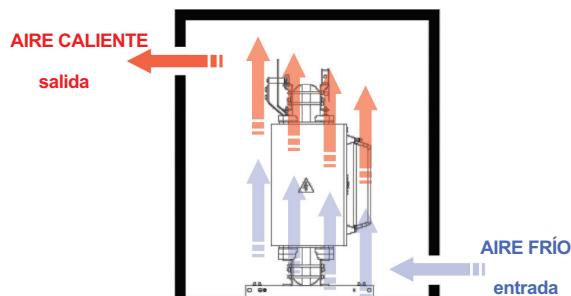
Los transformadores de tipo seco no deben instalarse en áreas accesibles al público, a menos que hayan sido diseñados especialmente para esta aplicación.

Los transformadores de tipo seco pueden ubicarse al aire libre, pero deben estar diseñados especialmente para la protección ambiental al aire libre. Se requieren gabinetes resistentes al clima y a prueba de manipulaciones adecuados en las ubicaciones en donde los transformadores pueden estar expuestos a vapor de agua, nieve, polvo y partículas de arena. Consulte al fabricante del transformador para obtener más información.

Los transformadores con fondo abierto no deben instalarse en o sobre superficies combustibles.

continúa en la página siguiente

Ubicación (continuación)



Los transformadores deben ubicarse por lo menos a 2 pies de distancia de paredes, obstrucciones, transformadores adyacentes u otras superficies reflectantes del lado de la ventilación a menos que se indique lo contrario en la placa de identificación. Los transformadores no deben ubicarse cerca de otras fuentes de calor u obstrucciones que puedan afectar su ventilación y aumentar la temperatura ambiente. El aire dirigido en la sala cerca del transformador puede perturbar el flujo natural de aire para la refrigeración a través del bobinado.

Una ventilación adecuada es esencial para la correcta refrigeración de los transformadores. Se desea aire limpio, fresco y seco. Si la ubicación tiene una cantidad de contaminantes transportados por el aire inusualmente alta, es posible que se requieran filtros opcionales. Si los transformadores están instalados en bóvedas u otros lugares con flujo de aire restringido, debe proporcionarse ventilación suficiente para mantener temperaturas del aire indicadas. Los límites se especifican en las normas CSA y ANSI y se miden cerca de las aberturas de ventilación del transformador. El área de las aberturas de ventilación necesaria depende de la altura de la bóveda o sala del transformador y la ubicación de las aberturas de ventilación del transformador. Para los transformadores autoventilados, el área efectiva requerida debe ser de al menos un pie cuadrado de entrada y de salida por cada 100 kVA de potencia nominal del transformador, una vez deducido el área ocupada por pantallas, rejillas o persianas.

Esto es necesario para proporcionar suficiente circulación de aire libre a través y alrededor del transformador. Esto también permitirá un fácil acceso para realizar mantenimiento.

Si el transformador se ubicará cerca de materiales combustibles, debe mantenerse la distancia mínima establecida por el **Código de fuego eléctrico local**.

Niveles de ruido

El sonido audible producido por los transformadores se debe a la energización del núcleo por la tensión alterna aplicada a los devanados. Esto crea vibraciones cuya frecuencia fundamental es dos veces la frecuencia de la tensión aplicada. Las vibraciones que producen sonido audible pueden ocurrir en el ensamblaje del núcleo y en el gabinete. La transmisión de sonido desde el transformador puede ocurrir por diversos medios, tales como el aire, metal, concreto, madera o cualquier combinación. La amplificación del sonido audible puede ocurrir en un área determinada debido a la presencia de superficies reflectantes o superficies de ensamblaje. Los niveles de ruido para los transformadores pueden variar entre 60 dBA para un valor de 500 kVA y 76 dBA para un valor de kVA 10.000 o superior.

Estos niveles de ruido se determinan por las normas CSA y ANSI/IEEE y se basan en lo siguiente:

- **Los niveles de ruido indicados aplican a una condición sin carga a tensión y frecuencia nominales**
- **Los transformadores son examinados en ambiente de bajos niveles de ruido ambiente**
- **Las paredes o superficies reflectantes se encuentran al menos a 10' de distancia de todos los lados del transformador.**

continúa en la página siguiente

Niveles de ruido (continuación)

Cabe señalar, por lo tanto, que los transformadores que se encuentren en funcionamiento cuando estén conectado a una carga exhibirán niveles de ruido superiores a los estándares mencionados. Asimismo, los transformadores se instalan con frecuencia en salas eléctricas más reducidas, lo que tendrá el efecto de aumentar el nivel de ruido aparente debido a la resonancia del sonido. Los transformadores exhibirán niveles de ruido más altos que los normales si se instalan en suelos suspendidos que pueden resonar. Es una buena práctica para instalar unidades de alimentación en el nivel de la planta baja o sótano para evitar los suelos suspendidos y alejados de viviendas u oficinas. También se recomienda el uso de amortiguadores de vibraciones o amortiguadores de muelle para atenuar los niveles de ruido si la vibración está afectando otras partes del edificio.

Pueden instalarse conectores flexibles entre las barras colectoras y otros equipos para evitar la transferencia de vibraciones. Asegúrese de que todos los tornillos de montaje estén ajustados y que la carcasa del transformador esté ensamblada de forma segura y separada del propio transformador.

Los transformadores instalados en estrecha proximidad entre sí pueden experimentar una frecuencia de resonancia entre ellos, lo que provocará niveles de ruido superiores a los normales. Si los niveles de ruido son un factor importante en la ubicación de cualquier transformador, se debe dar consideración especial al sitio de instalación y a la atenuación (accesorios que se utilicen). También podría considerarse la interrupción del medio de transmisión de sonido mediante la instalación de material de absorción de sonido de espuma o fibra de vidrio en el techo o paredes.

Puesta a tierra



PELIGRO

PELIGRO DE DESCARGA ELÉCTRICA, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO

El incumplimiento de los procedimientos de conexión a tierra el transformador según todos los códigos y normas aplicables podrá ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

Todas las piezas metálicas no conductoras en los transformadores debe estar conectadas a tierra de acuerdo con todas las normas aplicables, incluidos el núcleo y el gabinete. La construcción estándar tiene el núcleo conectado a tierra a través del contacto directo con la estructura de sujeción. Los núcleos que tienen tornillos de metal que pasan a través de ellos están aislados de las pinzas centrales y conectadas a tierra en un solo punto. Es necesario aislar de esta manera las barras centrales en estos transformadores para reducir el riesgo de corrientes circulantes o punto caliente. No existen requisitos para el aislamiento de núcleos en ninguna norma, incluyendo las normas UL, ANSI, CSA, IEEE e IEC.

Pruebas de campo



PRECAUCIÓN

El incumplimiento de los procedimientos de prueba de campo podría resultar en lesiones personales menores o mayores y/o daños en el equipo.

Se recomienda que se realicen pruebas de campo e inspección separadas antes de poner un transformador en servicio para determinar si está en condiciones de operación satisfactorias y obtener datos para futuras comparaciones. Recomendamos que siga el procedimiento de prueba de las normas ANSI/IEEE como mínimo.

En donde se lleven a cabo pruebas de tensión aplicada de baja frecuencia y de resistencia de aislamiento (pruebas megger), las tensiones de prueba no podrán exceder el 75% de los valores de las pruebas de fábrica. Cuando las pruebas de campo se realizan de manera periódica, se recomienda que las tensiones de prueba se limiten al 65% de los valores de prueba de fábrica. Desconecte los protectores de sobretensiones si se suministran. Se insiste en que las pruebas deben ser realizadas por personal cualificado y competente en conformidad con las normas y códigos de seguridad reconocidos, en particular la norma NFPA 70E o CSA Z462.

continúa en la página siguiente

Pruebas de campo (continuación)

1. Si el transformador se ha cerrado por un período de tiempo, primero debe inspeccionarse visualmente en busca de evidencia de condensación, humedad o polvo. Se debe limpiar y secar como se describe anteriormente antes de volver a energizarlo.
2. Deben inspeccionarse los ventiladores, motores, relés y otros dispositivos para asegurarse de que están funcionando correctamente.
Los accesorios tales como pararrayos deben instalarse de acuerdo con el diagrama de ensamblaje que se proporciona.
3. Verifique la selección de tomas, según la placa de identificación, todos los puentes tomacorrientes deben estar en la misma posición en cada bobina (nota: es posible que haya más de un conjunto de tomas en una bobina). Los puentes tomacorrientes solo pueden cambiarse cuando se desenergiza el transformador.
4. Algunas unidades cuentan con monitores de temperatura del devanado. Se proporcionará un manual de instrucciones con dibujos. Estos dispositivos consisten en un indicador de temperatura y sondas de detección térmica. Asegúrese de que todas las piezas estén conectadas correctamente. Si no se instalan estas sondas de detección en la manga aislada correcta (termopozo), se pueden producir graves daños en el transformador. Mantenga espacio eléctrico adecuado si se instalan sondas de detección desde el monitor de temperatura o el bloque de terminales. Para el devanado > 30 kV BIL, no ponga la sonda en la bobina a menos que se lo indiquen.
5. Verifique el ajuste y la limpieza de todos las conexiones eléctricas, incluidos los puentes, conexiones de fase y a tierra.

6. Debe realizarse una prueba Megger (prueba de resistencia de aislamiento) en cada transformador para determinar la integridad del aislamiento. Una prueba de resistencia de aislamiento es de importancia para fines comparativos futuros y para determinar la idoneidad del transformador para una prueba de alto potencial. Esta prueba debe completarse antes de la prueba de alta tensión (Hi-Pot), si procede.

Los factores variables que afectan a la construcción y el uso de los transformadores de tipo seco hacen que sea difícil establecer límites para la resistencia de aislamiento. La experiencia hasta la fecha indica que 2 megaohmios, (lectura de un minuto a aproximadamente 25 °C) cada 1000 voltios de tensión nominal en la placa de identificación, pero en ningún caso menos de un total de 2 megaohmios, puede ser un valor satisfactorio para la resistencia de aislamiento. Prueba de aislamiento megger (500 V o 1000 V de CC). Las pruebas se realizan entre:

BT a AT + Tierra
AT a BT + Tierra
Núcleo a tierra (si el núcleo está aislado)

continúa en la página siguiente

VALORES DE TORQUE RECOMENDADOS PARA CONEXIONES ELÉCTRICAS CON PERNOS			
TAMAÑO DEL TORNILLO	ACERO CARBONO GRADO 5	BRONCE ALEACIÓN CU270	ACERO INOXIDABLE
	pie-lbs [Nm]	pie-lbs [Nm]	B8 O B8M
	± 5%	± 5%	pie-lbs [Nm] ± 5%
1/4-20	7 [10]	3,8 [5]	5 [6]
3/8-16	25 [28]	14 [18]	15 [20]
1/2-13	60 [70]	33 [45]	37 [50]
8 mm	20 [23]	12 [14]	12 [14]
12 mm	60 [70]	33 [45]	37 [50]

* Nota: Los valores de torque anteriores aplican a pernos secos sin lubricar.

Pruebas de campo (continuación)

Clase de tensión del transformador	Espacio mínimo (mm)	Espacio mínimo (pulg.)
1,2 kV	25	1
2,5 kV	50	2
5,0 kV	100	4
8,7 kV	130	5,3
15 kV	200	8
18 kV	250	10
25 kV	300	12
34,5 kV	400	16

Nota: "Algunos componentes específicos de un transformador puede requerir indicaciones de espacios diferentes de los indicados anteriormente. Para estas excepciones, consulte las instrucciones que se proporcionan en los planos de ensamblaje o en el procedimiento de instalación".

Nota: Si se aísla el núcleo del transformador, la correa del núcleo entre el núcleo y la abrazadera de núcleo superior debe desconectarse antes de tomar la medición desde el núcleo a tierra.

7. Ejecuta una prueba de relación en la bobina completa y para todas las posiciones de derivación.
 8. Polaridad o relación de fase.
 9. Mediciones de resistencia de bobinas.
 10. Asegúrese de que se mantenga los espacios mínimos para todas las piezas con corriente incluyendo devanados, conexiones de cables internos, PT, NGR, CT, transformador auxiliar y barras colectoras.
- La siguiente tabla puede utilizarse como guía para los espacios mínimos de altitud que no excedan los 1 000 m (3 300 pies). Por encima de 1 000 m (3 300 pies), consulte a la fábrica.

Mantenimiento



PELIGRO

El incumplimiento del procedimiento de desenergizar y conectar a tierra el transformador antes de abrir el gabinete o trabajar en el transformador puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

El transformador debe estar desenergizado antes de cualquier mantenimiento. También se recomienda que todas las terminales estén conectadas a tierra y que se incluya un procedimiento de bloqueo/etiquetado.

Inspección periódica y mantenimiento:

Generalmente, se requiere muy poco mantenimiento para los transformadores de tipo seco. Sin embargo, se requiere un cuidado e inspección periódicos para garantizar a largo plazo un funcionamiento exitoso. La frecuencia de la inspección dependerá de las condiciones en las que está instalado el transformador.

Para lugares limpios y secos, normalmente una inspección anual es suficiente. Para otros lugares donde el aire está contaminado con polvo o vapores químicos, es posible que se requiera una inspección en intervalos de tres o seis meses.

Con el transformador desenergizado, retire los paneles de acceso en el gabinete y conecte a tierra los terminales. Inspeccione si hay suciedad particularmente en superficies aislantes o cualquier superficie que tiende a restringir el flujo de aire. Se debe inspeccionar aisladores, terminales y tableros de terminales en busca de descargas (seguimiento), roturas, grietas o quemaduras y tensión de las piezas. Es necesario limpiar estas piezas para evitar descargas eléctricas debido a la acumulación del contaminante.

Se debe revisar evidencia de oxidación, corrosión y deterioro de la pintura y realizar acciones correctoras en caso necesario. También deben inspeccionarse los motores de los ventiladores y otros dispositivos auxiliares.

Limpieza



PELIGRO

El incumplimiento del procedimiento de desenergizar y conectar a tierra el transformador antes de abrir el gabinete o trabajar en el transformador puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

Si la acumulación excesiva de suciedad es evidente en los devanados del transformador o aisladores, la suciedad debe removese para permitir la circulación de aire. Particular atención debe prestarse a la limpieza de los extremos superior e inferior de los ensamblajes de bobinados y a la limpieza de los conductos de ventilación.

Las bobinas pueden limpiarse con una aspiradora, soplador o con aire comprimido. Se prefiere una aspiradora como primer paso, seguido del uso de aire comprimido. El aire comprimido debe estar limpio y seco y se debe aplicar a una presión relativamente baja (no más de 25 libras por pulgada cuadrada). Conectores, soportes de conectores, bobinas de soporte, tableros de terminales, bujes y otras superficies aislantes principales deben cepillarse o limpiarse con un paño seco. No se recomienda el uso de limpiadores líquidos debido a los disolventes que podrían tener un efecto perjudicial sobre los materiales aislantes.

Servicio de campo



PELIGRO

El incumplimiento del procedimiento de desenergizar y conectar a tierra el transformador antes de abrir el gabinete o trabajar en el transformador puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

La instalación, manipulación, reparación y mantenimiento del equipo eléctrico debe estar a cargo solo de personal calificado.

La siguiente está diseñada como guía de solución de problemas para ayudar a determinar las medidas correctivas para transformadores de potencia en el campo. Se insiste en que se debe permitir únicamente a personal especializado examinar los transformadores instalados. El transformador debe estar desenergizado antes de llevar a cabo cualquier trabajo en un transformador. También se recomienda que todos los terminales estén conectados a tierra.

1. Sobrecorriente

Los transformadores cargados completamente pueden parecer calientes al tacto. Las normas permiten que la temperatura de la cubierta del gabinete del transformador llegue a 65 °C (149 °F) [80 °C (176 °F) en un lugar que no es fácilmente accesible] sobre la temperatura ambiente que a 40 °C (104 °F) podría ser de hasta 105 °C (221 °F) y [120 °C (248 °F) en un lugar no accesible] continuos. En esta condición, la temperatura en un termómetro podría ser de hasta 220 °C (428 °F).

Cuando las temperaturas exceden estos valores, ocurrirá el sobrecalentamiento del transformador y esto puede dañar el transformador. Compruebe las siguientes condiciones:

- ⌚ sobrecargas continuas durante períodos de tiempo largos
- ⌚ conexiones externas equivocadas
- ⌚ tensión de entrada o corriente excesivas
- ⌚ armónicos de tensión o corriente
- ⌚ mala ventilación de la sala o calentamiento de otras fuentes
- ⌚ temperaturas ambiente elevadas [las normas permiten un promedio de 30 °C (86 °F), un máximo de 40 °C (104 °F)]
- ⌚ Conductos de aire o aberturas de ventilación bloqueados, filtros
- ⌚ acumulación de suciedad y polvo que restringe la circulación de aire.

continúa en la página siguiente

Servicio de campo (continuación)

2. Ruido y vibraciones

Los niveles de ruido para transformadores de potencia pueden variar entre 60 dB(A) para un valor de 500 kVA y 76 dB(A) para un valor de 10.000 kVA. Estos niveles de ruido están determinados por las normas nacionales y se basan en lo siguiente:

- ⌚ los valores aplican a una condición sin carga
- ⌚ están probados en un entorno de ruido ambiente bajo
- ⌚ las paredes o superficies reflectantes se encuentran al menos a 10' [3 m] de distancia de todos los lados del transformador.

Los transformadores que se instalan en salas eléctricas más reducidas, cuando están conectados a la carga, exhibirán niveles de ruido más altos (que los normales). El ruido excesivo puede ser causado por:

- ⌚ alta tensión de entrada
- ⌚ alta frecuencia
- ⌚ cargas desequilibradas
- ⌚ corriente de carga excesiva
- ⌚ armónicos de tensión y corriente de cargas no lineales
- ⌚ abrazaderas centrales flojas
- ⌚ hardware o gabinetes aflojados debido al envío o la manipulación
- ⌚ placas de envío no se han retirado
- ⌚ almohadillas antivibración no están instaladas

Los transformadores exhibirán niveles de ruido más altos que los normales si se instalan en suelos suspendidos que pueden resonar. Es una buena práctica instalar unidades de energía en los niveles de planta baja o sótano para evitar suelos suspendidos. Se recomiendan los amortiguadores de vibraciones o amortiguadores de muelle para atenuar los niveles de ruido. Asimismo, pueden instalarse conectores flexibles entre las barras colectoras y otros equipos para evitar la transferencia de vibraciones.

Los transformadores instalados en estrecha proximidad entre sí también pueden experimentar una frecuencia de resonancia entre ellos, lo que provocará niveles de ruido superiores a los normales.

3. Tensión reducida o cero

Las conexiones flojas en los terminales o tableros de terminales del transformador, cables conductores rotos o espiras en cortocircuito son todas fuentes posibles. Además, la reducción de la tensión de salida puede ser ocasionada por una posición de toma seleccionada incorrectamente.

4. Exceso de tensión secundaria

Puede ser causada por el aumento de la tensión de entrada o una posición de toma incorrecta.

5. Humo del transformador

El humo y/o gases en el arranque inicial son comunes y es el resultado de los aceites y lubricantes usados en el proceso de fabricación. El humo se considera irritante y debe ser ventilado de forma temporal. No es un riesgo para la salud a largo plazo y debe disiparse después de 24 horas de carga.

Servicio de campo (continuación)



PELIGRO

El incumplimiento del procedimiento de desenergizar y conectar a tierra el transformador antes de abrir el gabinete o trabajar en el transformador puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

La instalación, manipulación, reparación y mantenimiento del equipo eléctrico debe estar a cargo solo de personal calificado.

6. Pérdidas altas del núcleo

Las causas son alta tensión de entrada y/o frecuencia inferior.

- ⇒ brecha en el núcleo debido a las desplazamientos durante el transporte o la manipulación.

7. Aislamiento quemado o falla en el aislamiento

En caso de evidencia de aislamiento quemado, verifique lo siguiente:

- ⇒ condición de sobrecarga continua
- ⇒ armónicos excesivos
- ⇒ Sobrecalentamiento debido a la falta de ventilación.
- ⇒ aumento de rayos
- ⇒ conmutación o perturbación de la línea
- ⇒ conductores o supresores rotos
- ⇒ terminales o tableros de terminales dañados
- ⇒ espiras en cortocircuito o daños mecánicos
- ⇒ contaminación (fallo de aislamiento)

Si los núcleos de los transformadores muestran evidencia de sobrecalentamiento y alteración de color, es posible que el aislamiento cerca del núcleo también parezca decolorado.

Temperaturas muy altas del núcleo son causadas por:

- ⇒ alta tensión de entrada
- ⇒ frecuencia más baja o saturación del núcleo debido a armónicos de tensión.

8. Ferrorresonancia

Pueden ocurrir sobreteniones significativas en los transformadores debido a los fenómenos de la ferrorresonancia. La ferrorresonancia es causada tanto por el uso de conmutación unipolar con primarios sin conexión a tierra y el condensador de conmutación de reencendido. Las tensiones momentáneas generadas están muy por encima de la capacidad inherente del transformador de soportar sobretenión. Los transformadores están diseñados para operar a 6% sobre la tensión en carga nominal y 10% sobre la tensión sin carga.

A fin de reducir el riesgo y ayudar a proteger el transformador, es posible que el usuario desee considerar que los transformadores que operan a 60 kV BIL o superior tengan supresores de óxido de metal instaladas en el punto de entrada al transformador en todas las fases. Esto se aplica a los primarios y secundarios, si bien la tensión nominal es de 60 kV BIL o superior. Es posible que la ferrorresonancia cause un daño significativo a los equipos eléctricos, especialmente transformadores y se recomienda su protección.

9. Alta corriente de excitación

Puede ser causada por:

- ⇒ alta tensión de entrada
- ⇒ baja frecuencia
- ⇒ espiras en cortocircuito
- ⇒ brechas en el núcleo debido a las desplazamientos durante el transporte o la manipulación.

continúa en la página siguiente

Servicio de campo (continuación)

10. Oscilaciones de conmutación momentáneas

En ocasiones, cuando un transformador se conecta dentro o fuera de un sistema, una tensión transitoria de restablecimiento que contiene un gran componente de alta tensión de frecuencia será sometido a los terminales del transformador. Esto ocurre con más frecuencia cuando se utiliza un interruptor de vacío y es un resultado directo de la característica del interruptor de vacío para cortar la corriente. Estos cortes de corriente y posteriores encendidos producen una tensión momentánea en los terminales del transformador que es oscilatoria, de alta frecuencia y duración prolongada. Cuando esta tensión aplicada tiene un componente de frecuencia cerca de una de las frecuencias naturales del transformador y de duración suficiente, ocasionará daño interno a la estructura de aislamiento del transformador. Cuando se utiliza un transformador con interruptores de SF₆ o vacío, se recomienda que el ingeniero de sistemas revise las posibilidades de oscilaciones de conmutación momentáneas y emplee métodos de mitigación apropiados para evitar daños en el aislamiento del transformador.

11. Puesta a tierra del núcleo

Todas las piezas metálicas no conductoras en los transformadores deben estar conectadas a tierra y esto incluye al núcleo. Los núcleos de los transformadores con pernos pasantes deben estar aislados de las pinzas centrales y conectados a tierra en un punto único. Es necesario aislar el núcleo de esta manera para determinar si hay un fallo de aislamiento en cualquier perno pasante que podrían causar una corriente de alta circulación y un punto caliente. No existen requisitos para el aislamiento de núcleos en ninguna norma, incluyendo las normas UL, ANSI, CSA, IEEE e IEC. Nota: Si se aísla el núcleo del transformador, la correa del núcleo entre el núcleo y la abrazadera de núcleo superior debe desconectarse antes de tomar la lectura desde el núcleo a tierra. Si hay una lectura de megger baja, o baja resistencia entre el núcleo y la tierra en transformadores de potencia, las causas pueden ser:

- ⇒ suciedad, polvo o humedad que extiende el aislamiento entre el núcleo y los marcos del núcleo
- ⇒ aislamiento movido debido al envío o manipulación.

12. Distorsión de la bobina

Las bobinas cortocircuitadas exhiben una fuerte distorsión de su redondez normal o apariencia simétrica.

13. Pérdidas altas del conductor

Las sobrecargas o puentes tomacorrientes que no estén en la misma posición de toma pueden ocasionar la calefacción del conductor.

14. Apertura de interruptores y fusibles

Las aperturas de los Interruptores y fusibles pueden ser causadas por:

- ⇒ condiciones de sobrecarga
- ⇒ armónicos de tensión o corriente
- ⇒ cortocircuito
- ⇒ fallo de aislamiento que hace que la corriente sea excesiva
- ⇒ tensión muy alta cuando se energiza
- ⇒ configuración demasiado baja para permitir la irrupción de corriente

continúa en la página siguiente

Servicio de campo (continuación)



PELIGRO

El incumplimiento del procedimiento de desenergizar y conectar a tierra el transformador antes de abrir el gabinete o trabajar en el transformador puede ocasionar lesiones personales graves o la muerte.

La instalación, manipulación, reparación y mantenimiento del equipo eléctrico debe estar a cargo solo de personal calificado.

15. Calentamiento excesivo de cableado

Las causas incluyen:

- ⇒ conexiones atornilladas o dobladas de manera incorrecta
- ⇒ conectores sueltos
- ⇒ cables o terminales sueltos
- ⇒ cables o terminales de tamaño incorrecto
- ⇒ condición de sobrecarga

16. Humedad

Si un transformador ha estado expuesto a la humedad como condensación o lluvia, la unidad debe ser secada antes de volver a realizar la energización. (Consulte la sección Secado) El aire caliente o calentado, el calor radiante o el calor interno deben ser dirigidos a través de los bobinados. Esto debe continuar durante 24 horas o hasta que la evidencia de la condensación ya no sea visible.

Es posible que los transformadores que han sido expuestos a condiciones de inundación, lluvia directa o rociadores no se sequen de manera adecuada. Consulte al fabricante para obtener más instrucciones.

Si está presente alguna de las condiciones anteriores, el transformador debe ser retirado de servicio de manera inmediata. Las medidas correctivas deben tomarse en consulta con el fabricante.

Después de haber completado una evaluación, se determinará si el transformador se volverá a poner en servicio o se devolverá al fabricante para su análisis posterior.



Hammond
Power Solutions

CANADA

595 Southgate Drive
Guelph, Ontario N1G 3W6
Tel: (519) 822-2441
Fax: (519) 822-9701
Toll Free: 1-888-798-8882
sales@hammondpowersolutions.com

UNITED STATES

1100 Lake Street
Baraboo, Wisconsin 53913-2866
Tel: (608) 356-3921
Fax: (608) 355-7623
Toll Free: 1-866-705-4684
sales@hammondpowersolutions.com