

USER'S MANUAL  
FOR OIL IMMersed TRANSFORMERS

MANUALE UTENTE  
PER TRASFORMATORI IN OLIO

MANUAL DE USUARIO  
PARA TRANSFORMADORES EN ACEITE

HANDBUCH  
FÜR ÖLTRANSFORMATOREN

MANUEL D'UTILISATION  
POUR TRANSFORMATEURS IMMERGÉS DANS L'HUILE

ENG

ITA

ESP

DEU

FRA



User's manual for oil immersed transformers

Edition: January 2021

Revision: 00 of 01/2021

Trafo Elettro S.r.l.  
[trafoelettro.com](http://trafoelettro.com)

The information in this document is the exclusive property of Trafo Elettro S.r.l.. Its total or partial reproduction is forbidden.

## Contents

ENG	1.	Purpose .....	3
		1.1. Guarantee.....	3
	2.	Safety .....	3
	3.	The transformer .....	4
		3.1. Documentation .....	5
		3.2. Accessories .....	5
		3.3. Insulating fluids .....	6
		3.4. Operation .....	6
		3.5. Life cycle .....	7
		3.6. Effects of an overload .....	7
		3.7. Electromagnetic compatibility.....	8
	3.8. Operation in parallel .....	9	
	3.9. Ambient temperature .....	9	
4.	Moving and transport .....	9	
	4.1. Reception .....	10	
	4.1.1. Impact recorder.....	10	
	4.2. Moving .....	10	
5.	Storage .....	11	
6.	Installation .....	11	
	6.1. Installation area.....	12	
	6.1.1. Indoor installation .....	12	
	6.1.1.1. Ventilation.....	12	
	6.1.2. Outdoor installation .....	12	
	6.2. Minimum electrical distances.....	12	
	6.3. Transformer assembly .....	13	
	6.4. Installing the wheels .....	13	
	6.5. Vibration damper installation .....	13	
	6.6. Tightening .....	13	
	6.7. Medium and low voltage terminals .....	14	
	6.8. Earth terminals .....	15	
	6.9. Off-load tapchanger.....	15	
	6.10. Shut-off valves.....	15	
	6.11. Accessories and auxiliary circuits .....	15	
	6.11.1. Air dehumidifier .....	15	
	6.11.2. Buchholz Relay. ....	15	
7.	Commissioning.....	16	
8.	Maintenance.....	17	
	8.1. Collecting oil samples .....	18	
	8.2. Reactivating the Silica gel spheres.....	18	
	8.3. Restoring paint .....	21	
	8.4. Special maintenance .....	19	
9.	Troubleshooting .....	20	
10.	Scrapping and disposal .....	20	
11.	Contact info .....	22	

## 1. Purpose

Trafo Elettro transformers are calculated, produced and tested according to laws in force and severe quality standards. The purpose of this document is to suggest the methods to be followed in order to safely install, use and carry out maintenance on Trafo Elettro oil immersed transformers. This handbook must always accompany the transformer, be preserved carefully, and made available to all pertinent personnel. Following these instructions correctly keeps your unit more efficient and lengthens its life span.

### 1.1. Guarantee

Trafo Elettro transformers are guaranteed against manufacturing defects for one year after the product test date. Any variations can be indicated in the order form. The guarantee seal must be integral for guarantee applicability.

## 2. Safety

Trafo Elettro S.r.l. is not liable for any operation carried out by people who are not suitably qualified. Operators must be qualified and trained from a technical and a safety standpoint. Incorrect moving and installation can seriously damage the transformer and compromise correct operation, causing harm to people or the surrounding environment.

Safety is defined as being the absence of danger for people and things when a transformer is being used or stored. This implies identifying possible faults in order to eliminate or reduce them, so taking the risk limit to an acceptable value.

Before doing anything read all the documents, including the technical data sheet, the dimensional drawing, the test report, this handbook and the insulating fluid safety sheet. These documents always accompany the Trafo Elettro transformer and a copy can be requested if necessary.

Some safety warnings follow:

- all operations must be carried out by qualified personnel. We suggest planning safety and being aware of any escape routes that may be present;
- unauthorised personnel must not be allowed to access the site;
- operators must wear these personal protection items when working on board the machine:
  - o safety footwear
  - o helmet
  - o work overalls
  - o gloves
  - o harness (if necessary)
- safety laws in force in the transformer user country must be respected;
- read the indications given by the energy distribution supplier;
- disconnect the power from the system before carrying out any operation when on board the machine;
- the transformer must not be used for purposes other than those it was designed for;
- respecting the minimum electric insulation clearances when installing the transformer guarantees operator safety even regarding exposure to the magnetic fields that are generated;
- respect the danger signs;
- any modification or repair carried out without the authorisation of Trafo Elettro S.r.l. is forbidden;
- the transformer must be scrapped according to laws in force in the country where it is installed.

### 3. The transformer

As indicated by the IEC 60076-1 standard, a transformer is a static piece of apparatus with two or more windings which, through electromagnetic induction, transforms a system of alternating voltage and current into another system of voltage and current, usually of different values and at the same frequency, for the purpose of transmitting electrical power.

A hermetically sealed transformer is made up of a magnetic core, a primary and a secondary winding, a tank and a cover. There is always a plate, firmly attached, with the nominal data of the transformer written on it.

This solution guarantees that there is no air-oil contact, which reduces the need for checks and maintenance. The fluid that expands during operation is absorbed by the cooling wings, which are welded to the tank.

- A - Tank
- B - Cover
- C - Base
- D - MT Terminals
- E - LV Terminals
- F - Off-load tap changer
- G - Rating plate
- H - Protection devices
- I - Safety valve
- J - Thermometer pocket
- K - Wheels
- L - Drain and sampling valve
- M - Earthing terminals
- N - Lifting lugs

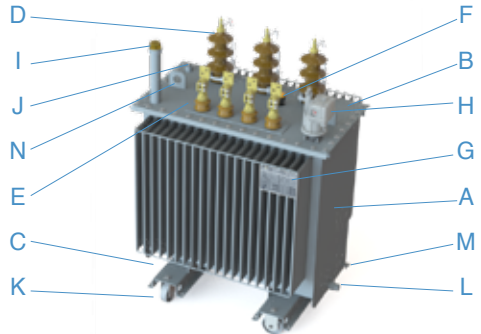
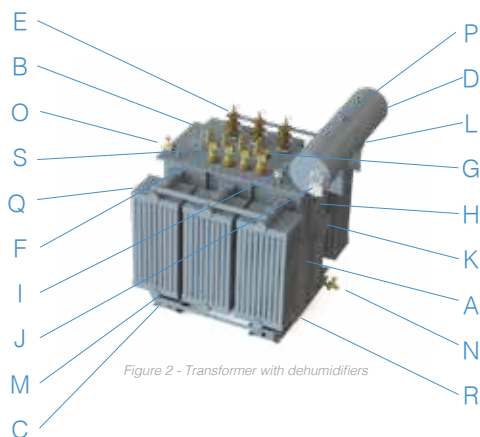


Figure 1 - Hermetically sealed transformer

A transformer with breather, instead, is made up of a magnetic core, a primary and a secondary winding, a tank, a cover and a conservator. Also in this case there is always a plate, firmly attached, with the nominal data of the transformer written on it.

This solution, usually used in larger sizes, guarantees oil expansion in the conservator tank. A dehumidifier prevents the fluid from being contaminated by the humidity that is present in the air.

- A - Tank
- B - Cover
- C - Base
- D - Oil conservator
- E - MV Terminals
- F - LV Terminals
- G - Off-load tap changer
- H - Data plate
- I - Oil temperature indicator
- J - Oil level indicator
- K - Marshalling box
- L - Air breather - dehumidifiers
- M - Wheels
- N - Drain and sampling valve
- O - Filter valve
- P - Filling cap
- Q - Removable radiators
- R - Earthing terminals
- S - Lifting lugs



### 3.1. Documentation

Trafo Elettro transformers are always equipped with documentation that gives the main characteristics of the machine.

- The technical datasheet gives the nominal characteristics, both electrical and mechanical, of the transformer and also provides an overall view of the accessories that are installed;
- the dimensional drawing shows the maximum dimensions, layout and weights of the transformer that was purchased;
- the auxiliary wiring diagram is supplied when installed because a junction box is required;
- the test report declares compliance with regulations and client requests if made;
- the oil safety sheet gives information about the chemical-physical properties of the fluid that is necessary to guarantee correct handling without endangering people or the environment.

This handbook is always supplied when the transformer has been fully assembled, together with other specific documentation if requested, for example accessory user handbooks or painting specifications.

### 3.2. Accessories

The range of accessories proposed by Trafo Elettro is extensive and differs according to the type of transformer. In addition to the equipment established when ordering, there is always a thermometer above the top and available to the client.

Temperature:

We recommend monitoring the temperature to prevent irregularities and allow you to intervene quickly to protect the transformer. Thermometers and probes are placed on the top or inside for this purpose.

Unless otherwise specified in the auxiliary circuit drawing, we advise setting the temperature signals as follows (factory settings).

Oil temperature alarm: 90 °C

Oil temperature trip: 100 °C

Winding temperature alarm: 95 °C

Winding temperature trip: 105 °C

Formation of gas:

Generally, the formation of irregular gases is the alarm signal for an internal fault; accessories such as the Buchholz Relay or collecting devices are useful for identifying and collecting these gases.

Oil level:

Monitoring the level of insulating fluid helps avoid a critical reduction, preventing faults that could occur as a result of the loss of insulation. Indicators on the conservator or solutions for hermetically sealed transformers are available on the market.

Overpressure:

To protect the tank and to prevent structural damage, overpressure valves are useful for releasing unexpected pressure increases caused by a fault.

Dehumidifiers:

To prevent the insulating fluid from being contaminated by water particles in the air, the Silica-gel sphere containers filter the humidity so as to preserve the dielectric properties of the oil in transformers with breathers.

Ventilation:

Cooling fans can be placed on-board the machine to help remove losses, both for emergencies and power increases. The fans are selected by our technical department during ordering or upon the request of the client.

Earthing ball:

Installed upon request on the ends and/or on metal parts to simplify earthing during maintenance operations.

### 3.3. Insulating fluids

Respecting environmental conditions and people are aspects that push our company to search for products that are increasingly safer and less damaging.

We use different types of product:

- Mineral oils: IEC 60296 compliant and developed to guarantee lower oil degradation, these oils are resistant to oxidation and are available in Arctic or inhibited versions;
- Silicone oil: IEC 836 and ASTM D 4652-92 compliant, this type of oil is also developed to guarantee lower oil degradation and is resistant to oxidation. Its main characteristic is a high flash point.
- Ester based oils: IEC 61099 and IEC 62770 compliant, these oils are high performance and formulated purposely to give a safe and superior alternative to traditional oils for transformers. They are safe against fires, have a higher tolerance to humidity, and protect the environment better.

### 3.4. Operation

The transformer operates normally when it is powered according to the rating plate and at an ambient temperature that is not above the nominal one. The transformer life span, however, depends on the wear its insulation is subjected to, which in turn is connected with the charge cycle it undergoes.

### 3.5. Life cycle

The term ageing implies the natural degradation of the properties of the transformer materials used during operation, caused by the passing of time, the usage conditions and in particular the temperature. The IEC 60076-7 standard defines the life expectancy of a transformer, operating at 100% load at a nominal ambient temperature, to be 180000 hours. It is also hereby specified that the effects caused by overloads, even occasional, just like incorrect installation and use, notably reduce life expectancy, which is obtained on a statistical basis.

To help your transformer last longer, constantly monitoring the work ambient temperature is very important. We advise reducing the load if the maximum guaranteed temperature threshold is exceeded.

### 3.6. Effects of an overload

The application of a load that is higher than the nominal values generally leads to an increase in the winding, core and terminal temperatures which acts on the insulating system and can create the risk of premature discharge.

The greatest risks caused by a short overload (less than 30 minutes) are:

- an increase in the working temperature to critical levels;
- mechanical damage to the windings caused by repeated overcurrents;
- critical deterioration of the mechanical properties at high temperatures that can reduce the short-circuit holding capacity;
- reduced dielectric strength.

The effects of a long overload (longer than 30 minutes) are:

- continual deterioration of the mechanical and dielectric properties of the insulation, with resulting reductions in the short-circuit holding capacity;
- the temperature of other insulating materials, in the same manner as the structural parts and conductors, can increase;
- the design of a transformer is based on the nominal load, therefore the life cycle of the transformer will become shorter.

The IEC 60076-7 standard “Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers” therefore defines the limits applicable when the rating plate values are exceeded.



Table 1 - Current and temperature limits caused by overloads

Load types		Transformers up to 2.5MVA	Transformers above 2.5MVA
Normal load cycle			
Maximum current	[p.u.]	1.5	1.5
Maximum temperature at winding hot spots	[°C]	120	120
Maximum temperature at oil hot spots	[°C]	105	105
Long overload (longer than 30 minutes)			
Maximum current	[p.u.]	1.8	1.5
Maximum temperature at windings hot spots	[°C]	140	140
Maximum temperature at the oil hot spots	[°C]	115	115
Short overload (less than 30 minutes)			
Maximum current	[p.u.]	2.0	1.8
Maximum temperature at windings hot spots	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	160
Maximum temperature at the oil hot spots	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	115
<b>ATTENTION:</b> The current and temperature limits are not intended as being valid contemporaneously. Note that at a temperature of above 140 °C gas bubbles can form at the hot spot, which compromises the dielectric strength of the transformer.			

<sup>1</sup> No limit is applicable because it is not usually possible to control the duration of an overload of this type.

Other limitations come from the dispersed magnetic field caused by the increase in the currents. This can cause extremely hot temperatures in the metal structural parts, so reduce the transformer overload capacity. In addition, remember that if the hot spot exceeds the temperature indicated in Table 1, the dielectric properties of the insulating system will break down dangerously.

Indeed, the effects that an increase in current and temperature can have on the installed accessories must be considered, as well as the pressure developed by the exceptional expansion of the oil.

We therefore advise reducing the duration of any type of overload to a minimum, so as to preserve the insulation and guarantee transformer life expectancy. Contact our client service if necessary.

### 3.7. Electromagnetic compatibility

Power transformers do not produce electromagnetic emissions. Disturbances to or interferences with sensitive devices, such as instruments and control units, can be reduced and eliminated by following these simple precautions:

- keep the phase and neutral cables grouped together;
- when laying power cables, do not allow them to intersect sensitive devices or signal cables;
- use screened signal cables.

### 3.8. Operation in parallel

The parallel operation of two or more transformers can be justified by different requirements, among which facing a variable load, which guarantees greater return, or safety and service continuity in the event of faults in or maintenance carried out on one of the transformers in parallel. To connect correctly, it is essential to verify:

- Rating plate compatibility:
  - o nominal voltage equality;
  - o transformation ratio equality in all positions;
  - o vector group equality;
  - o short circuit impedance equality;
  - o the maximum difference between the two powers must not exceed 30%;
- Using a voltmeter, the relationship between phase “one” of the transformer already being used and phase “one” of the transformer to be connected in parallel. The result must be 0.

After verifying these data, continue with positioning and energising as follows:

- connect the respective primary phases;
- connect the respective secondary phases;
- connect both transformers to earth together;
- make sure the off-load tap changers positions correspond;
- activate the main switch, leaving the second one open;
- make sure there are no voltage irregularities between the respective phases;
- close the secondary switch.

Be careful: connecting incorrectly can cause critical overloads and damage the transformers. Always inform Trafo Elettro S.r.l.

### 3.9. Ambient temperature

The ambient temperature must always remain within the nominal limits given in the technical data sheet. In the event of the maximum ambient temperature exceeding the temperature given in the technical data sheet, the transformer can still be used but the load has to be reduced. Make sure that ventilation is guaranteed and that there are no connections that can form hot spots and damage the machine. In the event of necessity, contact Trafo Elettro S.r.l. technical assistance.

## 4. Moving and transport

Trafo Elettro S.r.l. follows and documents the delivery phases directly. The unit is solidly fixed to the means of transport using the eye bolts in the lower part of the transformer. Check the position of the towing ropes, which must be free and not under the risk of being cut.

A protection against dust is applied to the upper part.

Transport by sea, train and aeroplane also include the use of a barrier bag and wooden packing material.

Figure 3 - Correct anchoring for transport



## 4.1. Reception

When the transformer has reached its final destination, it is advisable to do the following before signing the transport document:

- make sure that all the packing material indicated in the transport document is integral;
- take photographs to document the arrival state;
- make sure the characteristics indicated on the plate are the same as those that appear in the transport document.

In the event of any damage or transport inconsistencies being found, inform the carrier immediately. A written non-conformity with photographic documentation must be sent within 5 days to the manufacturer and the carrier. In the event of nothing being received, the transformer is considered as having been delivered in perfect condition.

### 4.1.1. Impact recorder

Single-use adhesive recorders or higher-performing electronic devices can be installed following agreements made between the client and Trafo Elettro.

The adhesive solution gives a concise indication of what occurred during transport. They generally show the maximum inclination, or if a pre-set G acceleration has been exceeded.

Electronic devices, instead, guarantee more precise recording during the whole transport route. When the transformer arrives:

- switch off the device;
- dismantle the device;
- record the date and time on the label, which can be found on the instrument;
- send the instrument to Trafo Elettro S.r.l. for assessment of the damage that was recorded.

The impact recorder is part of the delivery - if it is missing or damaged the client must contact our delivery office.

Note that the impact recorder only gives an indication of possible damage that may have been caused during transport, but is not uncontested proof of it. Remember that the instrument also records impacts caused by knocks or accidental instrument falls. The proof that damage to the transformer truly occurred can only be determined after an in-house test or inspection.

## 4.2. Moving

It is a good idea, in particular for large-sized transformers, to check and plan the route so as to anticipate possible problems or obstacles that can cause damage and complicate transport to the installation site.

Before unloading, take all the precautions given in Chapter 2 “Safety”.

Remember that the transformer is fragile and must be handled with care. Avoid tears and continue at low speed during each and every phase. Do not pull or push the transformer out of its packing case and use only the lifting lugs indicated in the dimensional drawing.

The transformer can be moved:

- using eye bolts for lifting that are suitable for the purpose and weight they have to support. It is important to use only the lifting lugs indicated in the general arrangement drawing; the maximum angle made by the chains must not exceed 60°.
- Small transformers can be moved using a lift truck, but make sure the forks move into the undercarriage and not into the base of the packing case.



Figure 4 - Lifting using eye bolts

- For small movements, use the towing eye bolts in the lower part of the transformer.

Read the transformer documents before carrying out any operation; they clearly indicate the weight and the position of the lifting organs.



Figure 5 - Lifting using a lift truck



Figure 6 - Towing a transformer

## 5. Storage

Even though it is advisable to install the transformer as quickly as possible, it may have to be stored for a period. In this case Trafo Elettro S.r.l. suggests following the indications below to keep the transformer in the best condition possible:

- the place where the transformer is kept must be closed and ventilated;
- do not leave it in humid, dusty places;
- the warehouse temperature must be between  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- the packaging must not be removed during the whole storage period. In particular, the cover that protects the plug-in insulators must remain in place (if present);
- the transformer must be protected from accidental impacts.

In the case of transformers with conservator, it is advisable to install a dehumidifier and periodically check the Silica gel spheres. In addition, open the Buchholz relay shut-off valves and radiators if present.

## 6. Installation

Following the indications that appear in this chapter step by step prepares the transformer for correct and long-lasting operation over time.

Pay attention to what is written in Chapter 2 “Safety” before proceeding with the operation phases. Before starting, make sure that all the delivered parts are available and present on site. Refer to the dimensional drawing.

## 6.1. Installation area

Trafo Elettro transformers can be installed both indoors and outdoors. The technical datasheet always gives the type of protection defined during the acquisition phase, and as well as the corrosive category, it also identifies the most suitable ambient for positioning the transformer.

The area must guarantee suitable transformer ventilation, and must also satisfy the safety requirements indicated by laws in force in the user country (such as collection tanks and fire prevention systems). The transformer can be used in particularly aggressive areas; inform Trafo Elettro S.r.l. about this fact so it can provide the most suitable solution.

### 6.1.1. Indoor installation

The installation area must not be subject to water drips or flooding. Unless otherwise specified in the technical data sheet, it must be no higher than 1000 metres above sea level and the temperature must remain between  $-25^{\circ}\text{C}$  and  $+40^{\circ}\text{C}$ . The foundations must be suitable for supporting the weight of the transformer, for keeping it on an even surface, and for preventing it from sliding.

#### 6.1.1.1. Ventilation

In order to guarantee the optimal functioning of the transformer and reduce the heat generated by the power losses, a good ventilation of the room is required.

The transformer must be installed no closer than 300 mm to walls and 600 mm to other transformers. There must be a vent for fresh air in the lower part of the room, together with an output vent in the upper part and opposite the previous one, to permit an air exchange of at least  $4\text{ m}^3/\text{min}$  for each kW of loss. Remember also that the vents must prevent foreign bodies, water or other contaminants from entering. Finally, installing the transformer in an area with poor ventilation or where the average yearly temperature exceeds  $30^{\circ}\text{C}$  reduces the nominal power. In this case we recommend installing an extractor or a forced ventilation system on-board the machine. Contact Trafo Elettro S.r.l. for correct sizing.

**!!Caution!!** Insufficient air flow not only reduces the average life of the transformer, but also leads to overheating which can cause the thermal protection to trigger.

### 6.1.2. Outdoor installation

When installing outdoors, the foundations must be suitable for supporting the weight of the transformer, for keeping it on an even surface and for preventing it from sliding. Alternative installations are "pole mounted" solutions which require bolts that are suitable for the transformer weight. Finally, unless otherwise specified in the technical data sheet, the installation area must be no higher than 1000 metres above sea level and the temperature must remain between  $-25^{\circ}\text{C}$  and  $+40^{\circ}\text{C}$ .

## 6.2. Minimum electrical distances

For a transformer with IP00 terminals, the electrical distances between the insulators and any bodies or metal structures as given in Table 2 must be respected.

Table 2 – Minimum electrical clearances

Maximum voltage $U_m$ [kV]	Atmospheric impulse LI [kV]	Minimum clearance in air [mm]
3.6	20	60
	40	60
7.2	60	90
12	75	120
	95	160
17.5	95	160
24	125	220
	145	270
36	170	320
52	250	480
72.5	325	630
	350	630

### 6.3. Transformer assembly

This handbook is complete for transformers that are received fully assembled and filled with oil. In the event of dimensional necessity, as well as if agreed on with the client, the goods can be received in parts to be assembled. In this case, sufficient documentation for assembling and filling the transformer on site is always supplied.

### 6.4. Installing the wheels

The wheels can be assembled on site using a crane or hydraulic jacks. Check the weight given on the rating plate and use means and accessories that are suitable for the purpose. The wheels can be positioned in the two main directions. Consult the dimensional drawing for more information.



Figure 7 - Installing the wheels

### 6.5. Vibration damper installation

The offer for vibration dampers is varied and changes according to the type of use and the installation site. Commonly used to reduce the vibrations transmitted to earth, the dampers are installed directly on the transformer undercarriages or under the wheels. Consult the dimensional drawing before installing.

### 6.6. Tightening

A loose bolt can cause mechanical yielding, a hot spot at the terminal connections, and also oil leaks. It is advisable to periodically check bolt tightness using a suitable calibrated torque wrench.

Table 3 - Applicable tightening torquess

Screw / Bolt	Wrench type [mm]	Electrical connections [Nm] A2-70	Mechanical connections [Nm]	
			A2-70 No gasket	A2-70 With gasket
M6	10	n.a.	10	8
M8	13	20	20	15
M10	17	35	35	30
M12	19	50	60	45
M14	22	70	100	75
M16	24	80	150	115
M20	30	110	290	220

Screw / Bolt	Wrench type [mm]	Low voltage insulator[Nm] OT63
M12	19	12
M20	30	20
M30	46	30
M42	65	55
M48	75	60
M55	85	75
M64	95	90

Type	Wrench type [mm]	Drain valve [Nm]
DIN22	46	120
DIN31	65	140

Type	Wrench type [mm]	Filling cap [Nm]
2° GAS	42	110

Note: Mechanical connections with gasket means the presence of a compression gasket. Refer to the tightening torque given in the "No gasket" column with the presence of O-rings with seat.

## 6.7. Medium and low voltage terminals

The transformer terminals are clearly identified by labels. In case of doubts, please consult the general arrangement drawing.

Power line cables **MUST NOT** burden the transformer terminals under no circumstances. Install a suitable cable support on site.

Standard Trafo Elettro design places the MT and BT terminals on the top cover. Other executions can be requested when ordering.

For the applicable tightening torques, consult Table 3.

In the event of plug-in insulators being requested for termination, there must be a suitable disconnectable part. The cable section and outer diameter including the insulation define what is necessary.

We also advise, in particular in the case of direct connection with overhead lines, to have suitable surge arresters, which protect the transformer from atmospheric impulses.

## 6.8. Earthing terminals

Each transformer has two earth points in its lower part. Consult the general arrangement drawing to identify them and use a cable of suitable section for earthing the metal parts.

## 6.9. Off-load tap changer

The off-load tap changer, generally located above the top, regulates the primary voltage by adapting it as closely as possible to the network voltage. Adjustments must be made with the power disconnected; move the knob in the required direction following what is shown on the rating plate.

The off-load tap changer is connected correctly when the secondary voltage is the same as the value indicated on the plate.

Placing the off-load tap changer on primary voltages that are higher than the one being supplied gives lower voltages on the secondary side. On the contrary, placing it on lower primary voltages gives higher voltages on the secondary side.



Figure 8 - Standard off-load tap changer

## 6.10. Shut-off valves

If included, all the shut-off valves must be opened before commissioning the transformer. Consult the general arrangement drawing to locate the valves.

## 6.11. Accessories and auxiliary circuits

Connecting the transformer control devices to the system is the last step in transformer installation. For the settings, consult the wiring diagram and the handbooks of the supplied accessories.

### 6.11.1. Air dehumidifier

This device, which is supplied as an accessory with transformers with breather, prevents the insulating fluid from being contaminated. Check the correct position of the dehumidifier in the dimensional drawing.

- Unscrew the protective cap (a small amount of oil may exit);
- remove the plastic protection that preserves the state of the silica-gel spheres. The spheres should be orange - if they are not, see Paragraph 8.2);
- install the dehumidifier in the indicated position;
- if using a model with hydraulic closing, it will be necessary to fill the recipient, located at the end of the component, with mineral oil up to the indicated level. This will act as a filter and preserve the state of the spheres.

### 6.11.2. Buchholz Relay

A block is placed inside the protective cap of the mechanical test button to stop the floats and prevent them from being damaged during transport. This block must be removed for the accessory to operate correctly. Remember that the relay only comes with transformers with breather, refer to the general arrangement drawing.



## 7. Commissioning

Before starting the transformer, it is a good idea to carry out some checks while it is disconnected from the power line.

Remember, as indicated in Paragraph 2 “Safety”, that commissioning must be carried out by specialist technical personnel and that all the safety precautions must be respected.

Measure the insulation resistance. Making sure that terminals MT and BT are disconnected from the transformer, refer to the values given in Table 4.

Table 4 - Minimum insulation resistance at 20°C

Insulation class [kV]	Ristance [kV]	Applicable voltage for 1' [kV]
1.1	≥ 500	2500
3.6	≥ 1000	2500
7.2	≥ 1000	5000
12	≥ 1000	5000
17.5	≥ 1000	5000
24	≥ 1000	5000
36	≥ 1000	5000
52	≥ 5000	5000
72.5	≥ 5000	5000

### Commissioning check list

- Megohmmeter      Insulation test;
- Visual; Torque wrench      Make sure all components, the medium voltage and low voltage terminals, including the earth connection are tightened correctly;
- Visual; Measuring tape      Verify the distance between the powered parts according to the insulation class;
- Visual; Multimeter      Check earth connection;
- Visual; Voltmeter      Make sure the system voltage is the same as the one on the plate;
- Visual      Make sure the connecting cables do not rest on the terminals;
- Visual      Make sure the radiator and Buchholz relay shut-off valves open (if present);
- Visual      Make sure the transformer has been cleaned and that there are no foreign objects on top of it;
- Visual      Check accessory operation and make sure the settings are correct;
- Visual      Check fan operation (if present);
- Visual      Make sure the HV and LV switches are operating correctly.

After carrying out these checks, the medium voltage switch can be closed. The transformer will immediately begin to hum loudly, but the noise will soon become more quiet. Continue with these checks:

- make sure the secondary voltage corresponds with the data on the rating plate;
- check the value of the line and star voltages;
- check the cyclic direction of the phases.

After checking these conditions, the low voltage switch can be closed.

Contact our client service if you have any doubts.

## 8. Maintenance

Carrying out maintenance periodically on the transformer keeps it extremely efficient over time and also increases its life span.

The personnel must be qualified and respect all the safety requirements given in Chapter 2 “Safety”.

Caution:

- maintenance must be carried out with the transformer disconnected;
- the transformer temperature can cause burns just after being disconnected;
- the upper parts of the transformer must be reached using ladders and not by climbing up it;
- we strongly discourage using solvents or abrasives that could compromise the transformer parts;
- do not leave objects in contact with the transformer after cleaning.

Table 5 - Periodic maintenance

Frequency	Intervention	Instruments
Every six months	Check and record the maximum oil temperature (if there is an oil thermometer)	Visual
Every six months	Check and record the maximum winding temperature (if there is a thermal image)	Visual
Every six months	Check and record the variations in the oil level (if there is an indicator)	Visual
Every six months	Check and record the state of the overpressure valve	Visual
Every six months	Check the state of the Silica gel spheres (if present) Note: if green, they have to be regenerated	Visual
Every six months	Make sure there are no oil leaks	Visual
Every year	Clean away dust, dirt deposits, paying special attention to the insulators.	Dry compressed air, max. 3 bar, and clean cloths
Every year	Check the tightening torque of the components	Torque wrench; see Table 3
Every year	Check the tightening torque of the medium and low voltage connections, including the earth connection	Torque wrench; see - Applicable tightening torquesTable 3

Every year	Move the off-load tap changer in all positions (both with and without load). To keep functionality integral, carry out the full series a couple of times	Manual
Every year	Check the functionality of the installed accessories	Multimeter
Every 2 years	Collect and analyze an oil sample (only for transformers with breathers)	Manual; see Paragraph 8.1
Every 10 years	Collect and analyze an oil sample (only for hermetically sealed transformers)	Manual; see Paragraph 8.1

We recommend compiling a maintenance sheet to monitor the interventions that are carried out. A brief description and the relative data are sufficient for the purpose.

### 8.1. Collecting oil samples

Absorption of the humidity in the air and oxidation caused by foreign particles lead to the gradual deterioration of the oil.

We can therefore confirm that the insulating fluid in hermetically sealed machines, which guarantee no air-oil contact, needs to be checked less, while transformers with breathers require periodic analyses to guarantee a high level of insulation.

Even though collecting an oil sample is simple, the following procedure must be followed to the letter in order to guarantee a realistic result that is coherent with the previous and future analyses.

First of all, procure a single-use container with a controlled level of cleanliness (new, clean and free from any type of residue). The presence of water or other substances could compromise the test.

The operations must be carried out using the discharge or sample collection valve (if present); the seal must be removed, but only after having received authorisation from Trafo Elettro S.r.l..

- Use new gloves;
- drain a small amount of oil from the collection point into a discharge container;
- extract about 200 ml, placing it in the single-use container;
- seal the container;
- reset valve closing;
- record the operation on the maintenance sheet.

The tests must be carried out as indicated by IEC 60599. In the event of the analysis instruments not being available, send the sample to a specialist laboratory or to Trafo Elettro S.r.l., indicating the collection date and the transformer serial number.

We recommend treating the insulating fluid when the results obtained from the samples are no longer satisfactory.

### 8.2. Reactivating the Silica gel spheres

The Silica gel spheres prevent the oil from being contaminated by the water particles that are present in the environment.

Monitoring the state of the air dehumidifiers means intervening quickly when their efficiency has to be restored.

As time passes and the humidity they absorb increases, the spheres of silica gel turn from a characteristic orange colour (when dry) to green. They can be regenerated by following this procedure:

- remove the spheres that are inside the dehumidifier;
- spread them evenly over an oven tray;
- dry the spheres at a temperature of 130 °C-140 °C until they become orange again.

The spheres can be used once more after being regenerated.

### 8.3. Restoring paint

Long exposure to atmospheric agents, not enough cleaning and a particularly aggressive environment can cause rust to form in critical points.

Protection maintenance extends transformer life and guarantees efficiency over time.

Whenever a touch-up is necessary:

- use sandpaper or a spatula to eliminate the traces of rust;
- use sandpaper near the interested point to increase touch-up adherence;
- clean and dry the pertinent area well;
- following what is given in the coating datasheet, respect the dilution doses and application times;
- apply several times if necessary.

Remember that the RAL colour code is always given on the technical data sheet and in the dimensional drawing. Contact Trafo Elettro S.r.l. for more information.

### 8.4. Special maintenance

In the event of the transformer being used intermittently, it is a good idea to follow all the points given in Table 5 before repowering the machine.

In the case of exceptional events, such as overvoltage, atmospheric events or flooding, damage done to accessories and components, contact our help service before commissioning.

More documentation regarding more serious interventions, such as the replacement of damaged components, is available from Trafo Elettro if necessary.

Finally, we recommend increasing maintenance frequency if the transformer works in extreme climatic conditions, with high levels of humidity, in excessively polluted and dusty environments, and if it undergoes numerous overloads.

## 9. Troubleshooting

The following table gives the most common problems that can arise during normal transformer operation and their respective solutions.

Table 6 - Common problems

Problem	Possible cause	Solution
High temperature alarm	The load exceeds the transformer power	Check the effective load and compare it with the one given on the plate. Reduce the load
High temperature alarm	Incorrect alarm settings	Check the set threshold values (see Paragraph 3.2)
High temperature alarm	Motors start with a high starting current	Avoid simultaneous starting and reduce repetitiveness
High temperature alarm	The system harmonic content is high	Insert filters for the apparatuses that generate harmonics
High temperature alarm	No ventilation in the place	Make sure the vents are not obstructed and reset air circulation
Gas in the Buchholz alarm	Residue air in the relay	Discharge the air
Too much background noise	Supply voltage too high	Adjust the voltage with the off-load tap changer (see paragraph Error).
Too much background noise	Mechanical resonance	Install vibration dampers
Oil leaking from the joints	Loose joints	Tighten the joints following what is indicated in Table 3

## 10. Scrapping and disposal

Trafo Elettro S.r.l. is very aware of its responsibility towards the environment and asks its clients to support it by disposing equipment correctly and in an environmentally friendly manner. Our company has, since 1970, been using insulating fluids that do not contain polychlorinated biphenyl (PCB); these products have been banished by the world to protect the safety of humans and the environment because highly toxic as a result of the gas created following electric arcs. The continual development of more highly performing insulating oil means we can give clients solutions that are more environmentally friendly and recyclable, guaranteeing re-use when the life of the transformer has ended.

Core	Winding conductor	Winding insulation
Type: Metal Identification: Magnetic steel, Fe-Si, Frame 1.0037-1.0577 Physical state: Solid Dangerous reactions: None Classification: Ferrous metallic scrap	Type: Metal Identification: Cu ETP or Al AW 1050 A Physical state: Solid Dangerous reactions: None Classification: Metallic scrap	Type: Insulation Identification: Cellulose pulp or cellulose pulp with amorphous polymer Physical state: Solid Dangerous reactions: None Classification: Special waste

Structural work	Oil
Type: Metal Chemical composition: 1.0037 or 1.0577 Physical state: Solid Dangerous reactions: None Classification: Ferrous metallic scrap	Type: Insulating fluid Chemical composition: As given in the technical data sheet Physical state: Liquid Dangerous reactions: See safety sheet Classification: Special waste

The main materials that are typically used for the packaging of our products are:

- Transparent LDPE nylon;
- Transparent HDPE pluriball;
- Oriented strand board made of fir, pine e synthetic resins (PF, MUF, PMDI);
- Board or components made of treated white fir;
- MSDS clay drying bags made of Tyvek®;
- PL polyester belts;
- LDPE covering polyethylene film;
- Waterproof protection bag (PET polyester, ALU aluminum, polyethylene PE);
- Metal fasteners.

The disposal of the transformer must be carried out in accordance with the local or national standards of the installation country.

Please check accessories user manuals or datasheets for their correct disposal.

Trafo Elettro is not responsible for incorrect disposals or in the event of damages caused by not adequately trained personnel.

## 11. Contact info

Please contact our headquarters if you want to make any comments, recommendations or have any doubts.

Phone: +39 0444 482 204

Fax: +39 0444 483 956

e-mail: [info@trafoelettro.com](mailto:info@trafoelettro.com)

Address: Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy

Website: [www.trafoelettro.com](http://www.trafoelettro.com)

Manuale utente per trasformatori in olio

Edizione: Gennaio 2021

Revisione: 00 del 01/2021

Trafo Elettro S.r.l.  
[trafoelettro.com](http://trafoelettro.com)

Le informazioni contenute in questo documento sono di esclusiva proprietà di Trafo Elettro S.r.l.. Ogni riproduzione totale o parziale è vietata.



## Indice

1.	Scopo.....	3
1.1.	Garanzia.....	3
2.	Sicurezza.....	3
3.	Il Trasformatore .....	4
3.1.	Documentazione.....	5
3.2.	Accessori.....	5
3.3.	Fluidi isolanti .....	6
3.4.	Funzionamento.....	6
3.5.	Ciclo di vita.....	7
3.6.	Effetti di sovraccarico.....	7
3.7.	Compatibilità elettromagnetica.....	8
3.8.	Funzionamento in parallelo.....	9
3.9.	Temperatura ambientale.....	9
4.	Movimentazione e trasporto.....	9
4.1.	Ricezione .....	10
4.1.1.	Registratore d'urti.....	10
4.2.	Movimentazione.....	10
5.	Stoccaggio.....	11
6.	Installazione.....	11
6.1.	Luogo di installazione.....	12
6.1.1.	Installazione interna.....	12
6.1.1.1.	Ventilazione.....	35
6.1.2.	Installazione esterna .....	12
6.2.	Distanze elettriche minime.....	12
6.3.	Assemblaggio del trasformatore.....	13
6.4.	Installazione delle ruote.....	13
6.5.	Installazione degli antivibranti.....	13
6.6.	Serraggio.....	13
6.7.	Terminali di media e di bassa tensione.....	14
6.8.	Terminali di terra.....	15
6.9.	Commutatore.....	15
6.10.	Valvole di intercettazione.....	15
6.11.	Accessori e circuiti ausiliari .....	15
6.11.1.	Deumidificatore d'aria.....	15
6.11.2.	Relè Buchholz.....	15
7.	Messa in servizio.....	16
8.	Manutenzione.....	17
8.1.	Prelievo campioni d'olio.....	18
8.2.	Ripristino sfere di Silica-gel.....	19
8.3.	Ripristino Verniciatura.....	19
8.4.	Manutenzione straordinaria.....	19
9.	Anomalie di funzionamento.....	20
10.	Demolizione e smaltimento.....	20
11.	Contatti.....	22

## 1. Scopo

I trasformatori Trafo Elettro sono calcolati, costruiti e testati in accordo alle normative vigenti e secondo severi standard qualitativi. Il presente documento ha il fine di suggerire le modalità d'installazione, utilizzo e manutenzione in condizioni di sicurezza dei trasformatori isolati in olio.

Il manuale deve sempre accompagnare l'attrezzatura, essere conservato con cura e reso disponibile al personale addetto interessato.

Seguire correttamente queste istruzioni consente di mantenere elevata l'efficienza della vostra macchina e di allungarne la vita.

### 1.1. Garanzia

I trasformatori Trafo Elettro sono garantiti contro difetti di fabbricazione per un anno oltre la data di collaudo. Eventuali variazioni possono essere riportate nel modulo d'ordine.

L'integrità del sigillo di garanzia è condizione essenziale per usufruire della stessa.

## 2. Sicurezza

Trafo Eletto S.r.l. non si assume alcuna responsabilità per operazioni svolte da personale non in possesso di adeguata qualifica. Gli operatori dovranno essere tecnici qualificati e formati, sia dal punto di vista tecnico che della sicurezza. L'errata movimentazione e installazione possono danneggiare gravemente il trasformatore e comprometterne il corretto funzionamento, causando danni a persone o agli ambienti circostanti.

Si definisce sicurezza l'assenza di pericoli per le persone e le cose quando un trasformatore è in uso o in giacenza. Questo implica l'identificazione dei possibili guasti con il fine di eliminarli o ridurli, portando il limite di rischio ad un valore accettabile.

Prima di procedere con ogni operazione è di fondamentale importanza avere preso visione di tutta la documentazione, inclusa la scheda tecnica, il disegno di ingombro, il rapporto di prova nonché questo manuale e la scheda di sicurezza del fluido isolante. Questa documentazione accompagna sempre il trasformatore Trafo Elettro e in caso di necessità può essere richiesta in copia.

Di seguito riportiamo alcune avvertenze di sicurezza:

- Tutte le operazioni devono essere eseguite da personale qualificato. Si suggerisce di pianificare l'attività e conoscere le eventuali vie di fuga;
- Al personale non autorizzato deve essere impedito l'accesso al sito;
- L'operatore è obbligato ad indossare i seguenti dispositivi di protezione individuale durante tutta l'attività svolta a bordo macchina:
  - o Calzature antinfortunistiche
  - o Caschetto
  - o Tuta da lavoro
  - o Guanti
  - o Imbragatura (se necessario)
- Devono essere rispettate le normative di sicurezza in vigore nel Paese d'installazione del trasformatore;
- Prendere visione delle indicazioni fornite dall'ente distributore di energia;
- Tutte le operazioni svolte a bordo macchina devono essere eseguite ad impianto non alimentato;
- Il trasformatore non deve essere impiegato per scopi diversi da quelli per cui è stato progettato;
- L'installazione del trasformatore nel rispetto delle minime distanze elettriche di isolamento, garantisce la sicurezza dell'operatore anche per quanto riguarda l'esposizione al campo magnetico generato;
- Rispettare i segnali di pericolo;

- Qualsiasi operazione di modifica o riparazione eseguita senza l'autorizzazione di Trafo Elettro S.r.l. è da ritenersi vietata;
- Lo smaltimento del trasformatore deve essere eseguito secondo le norme vigenti nel Paese di installazione.

### 3. Il trasformatore

Come riporta la norma IEC 60076-1, il trasformatore è una macchina elettrica statica con due o più avvolgimenti che, per induzione elettromagnetica, trasforma un sistema di tensione e corrente alternata in un altro sistema generalmente di differenziati valori di tensione e corrente, alla stessa frequenza, allo scopo di trasmettere potenza.

Il trasformatore in esecuzione ermetica è composto da un nucleo magnetico, dall'avvolgimento primario e da quello secondario, da una cassa ed un coperchio. È inoltre sempre vincolata in modo saldo una targa con incisi i dati nominali della macchina.

Questa soluzione garantisce l'assenza del contatto aria-olio riducendo così i controlli e la manutenzione. L'espansione del fluido durante il funzionamento è assorbita dalle alette di raffreddamento saldate alla cassa.

- A - Cassa
- B - Coperchio
- C - Basamento
- D - Terminali MT
- E - Terminali BT
- F - Commutatore a vuoto
- G - Targa dati
- H - Dispositivo di protezione
- I - Valvola di sicurezza
- J - Pozzetto termometrico
- K - Ruote
- L - Valvola di scarico e campionatura
- M - Terminali di terra
- N - Golfari di sollevamento

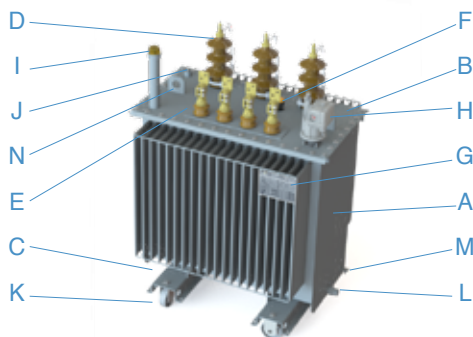


Figura 1 - Trasformatore ermetico

Il trasformatore in esecuzione respirante invece è composto da un nucleo magnetico, dall'avvolgimento primario e da quello secondario, da una cassa, un coperchio e un conservatore. Anche in questo caso è sempre vincolata in modo saldo una targa con incisi i dati nominali della macchina.

Questa soluzione, solitamente utilizzata nelle taglie più importanti, garantisce l'espansione dell'olio nel serbatoio conservatore. Un deumidificatore evita la contaminazione del fluido con l'umidità presente nell'aria.

- A - Cassa
- B - Coperchio
- C - Basamento
- D - Conservatore olio
- E - Terminali MT
- F - Terminali BT
- G - Commutatore a vuoto
- H - Targa dati
- I - Indicatore temperatura olio
- J - Indicatore livello olio
- K - Cassetta di centralizzazione
- L - Deumidificatore
- M - Ruote
- N - Valvola di scarico e campionatura
- O - Valvola di filtraggio
- P - Tappo di riempimento
- Q - Radiatori rimovibili
- R - Terminali di terra
- S - Golfari di sollevamento

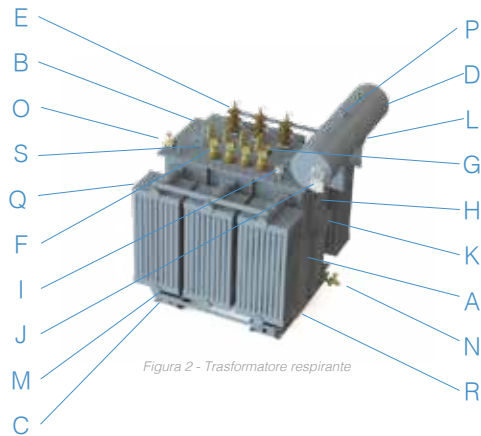


Figura 2 - Trasformatore respirante

### 3.1. Documentazione

Il trasformatore Trafo elettro è sempre corredato da documentazione atta a fornire le caratteristiche principali della macchina.

- La scheda tecnica riporta le caratteristiche nominali del trasformatore, sia elettriche che meccaniche, inoltre fornisce una panoramica sull'accessoristica installata;
- Il disegno d'ingombro evidenzia le dimensioni di massima, il layout e i pesi del trasformatore in oggetto;
- Lo schema dei circuiti ausiliari viene fornito quando è installata per necessità una scatola di derivazione;
- Il test report dichiara la conformità alle norme e alle eventuali richieste del cliente;
- La scheda di sicurezza dell'olio contiene le informazioni necessarie sulle proprietà chimico-fisiche del fluido, garantendo una corretta manipolazione senza pericolo per persone e ambiente.

A montaggio completato, viene sempre allegato questo manuale e, se richiesto, altra documentazione specifica, come manuali di uso degli accessori o specifiche di verniciatura.

### 3.2. Accessori

La gamma di accessori proposta da Trafo Elettro è ampia e differenziata per la tipologia di trasformatore. Oltre alla dotazione stabilita in fase d'ordine, è sempre presente un pozzetto termometrico sopra coperchio a disposizione del cliente.

Temperatura:

Il monitoraggio della temperatura è consigliabile per evitare anomalie ed intervenire tempestivamente a protezione del trasformatore. Termometri e sonde poste su coperchio o interne servono allo scopo.

Se non diversamente specificato nello schema dei circuiti ausiliari, si consiglia di settare le segnalazioni di temperatura come segue (impostazioni di fabbrica).

Allarme temperatura olio: 90°C

Sgancio temperatura olio: 100°C

Allarme temperatura avvolgimento: 95°C

Sgancio temperatura avvolgimento: 105°C

Formazione di gas:

Generalmente, la formazione di gas anomali è sentinella di un guasto interno, accessori come Buchholz o dispositivi di raccolta sono utili per individuare e raccogliere i suddetti gas.

Livello dell'olio:

Monitorare il livello del fluido isolante consente di evitarne una riduzione critica, scongiurando guasti che incorrerebbero a causa della perdita d'isolamento. Indicatori posti sul conservatore o soluzioni per trasformatori ermetici sono disponibili in commercio.

Sovrapressione:

A protezione della cassa e con il fine di scongiurare un danno strutturale, le valvole di sovrappressione sono utili a smaltire improvvisi aumenti di pressione causati da un guasto.

Deumidificatori:

Con il fine di evitare la contaminazione del fluido isolante da particelle di acqua presenti nell'aria, i contenitori di sfere di Silica-gel filtrano l'umidità in modo da preservare le proprietà dielettriche dell'olio in trasformatori di tipo respirante.

Ventilazione:

Gruppi di ventilatori possono essere posti a bordo macchina per aiutare lo smaltimento delle perdite, sia per emergenza che per incremento di potenza. Il dimensionamento viene eseguito dal nostro ufficio tecnico in fase d'ordine o su richiesta del cliente.

Earthing ball:

Vengono installati su richiesta sulle terminazioni e/o su parti metalliche per facilitarne la messa a terra durante le operazioni di manutenzione.

### 3.3. Fluidi isolanti

Il rispetto delle condizioni ambientali e delle persone sono aspetti che spingono la nostra azienda a ricercare prodotti sempre più sicuri e meno dannosi.

Utilizziamo diverse tipologie di prodotti:

- Olio minerale: Conforme alla norma IEC 60296 e sviluppato per garantire una minor degradazione dell'olio, presenta una buona resistenza all'ossidazione ed è disponibile anche in versione artica o inibita;
- Olio silconico: Conforme alla norma IEC 836 e ASTM D 4652-92 è anch'esso sviluppato per garantire una minor degradazione dell'olio e presentare buona resistenza all'ossidazione. Ha come caratteristica principale un elevato punto di infiammabilità;
- Olio a base di estere: Conforme alla norma IEC 61099 e IEC 62770, si tratta di un fluido ad alte prestazioni, formulato appositamente per fornire un'alternativa sicura e superiore ai tradizionali oli per trasformatori. Presenta una elevata sicurezza contro gli incendi, una tolleranza superiore all'umidità senza dimenticare una maggiore tutela ambientale.

### 3.4. Funzionamento

Quando il trasformatore viene alimentato secondo i propri dati di targa e con una temperatura ambiente non superiore a quella nominale, si può definire in normale funzionamento. Tuttavia la durata di vita del trasformatore dipenderà dall'usura del suo isolamento, che a sua volta sarà collegata al ciclo di carico cui è sottoposto.

### 3.5. Ciclo di vita

Con invecchiamento si intende il degrado naturale delle proprietà dei materiali raggiunta dal trasformatore durante il servizio, dovuta al passare del tempo, alle condizioni di utilizzo e in particolar modo alla temperatura. La norma IEC 60076-7 definisce l'aspettativa di vita di un trasformatore, funzionante al 100% del carico alla temperatura ambiente nominale, di 180000 ore. Viene precisato oltremodo che gli effetti dovuti a sovraccarichi, anche occasionali, come pure l'errata installazione e utilizzo, riducono notevolmente questa aspettativa di vita che viene comunque ricavata su base statistica. Per preservare la durata del Vostro trasformatore è importante verificare costantemente la temperatura ambiente di lavoro. Si consiglia di ridurre il carico in caso di superamento della soglia della temperatura massima garantita.

### 3.6. Effetti di un sovraccarico

L'applicazione di un carico superiore ai valori nominali comporta generalmente un aumento delle temperature di avvolgimenti, nucleo e terminali, che gravando sul sistema isolante può comportare un rischio di scarica prematuro.

I maggiori rischi assimilabili ad un sovraccarico di breve durata (inferiore ai 30 minuti) sono:

- Aumento delle temperature di esercizio fino a livelli critici;
- Danni meccanici negli avvolgimenti dovuti a ripetute sovracorrenti;
- Deterioramento critico delle proprietà meccaniche ad alte temperature che potrebbe ridurre la capacità di tenuta al cortocircuito;
- Riduzione della rigidità dielettrica.

Gli effetti di un sovraccarico di lunga durata (superiore ai 30 minuti) sono:

- Continuo deterioramento delle proprietà meccaniche e dielettriche dell'isolante con conseguente riduzione della capacità di tenuta al cortocircuito;
- Altri materiali isolanti, come pure parti strutturali e conduttori possono subire l'aumento di temperatura;
- Il design di un trasformatore è basato sul carico nominale, pertanto il ciclo di vita del trasformatore andrà a ridursi.

La norma IEC 60076-7 "Guida di carico per i trasformatori immersi in olio", definisce dunque i limiti applicabili al superamento dei valori di targa.

Tabella 1 - Limiti di corrente e temperatura dovuti al sovraccarico

Tipi di carico		Trasformatori fino a 2.5MVA	Trasformatori oltre 2.5MVA
Normale ciclo di carico			
Corrente massima	[p.u.]	1.5	1.5
Temperatura massima punto caldo avvolgimenti	[°C]	120	120
Temperatura massima punto caldo olio	[°C]	105	105
Sovraccarico di lunga durata (superiore ai 30 minuti)			
Corrente massima	[p.u.]	1.8	1.5
Temperatura massima punto caldo avvolgimenti	[°C]	140	140
Temperatura massima punto caldo olio	[°C]	115	115
Sovraccarico di breve durata (inferiore ai 30 minuti)			
Corrente massima	[p.u.]	2.0	1.8
Temperatura massima punto caldo avvolgimenti	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	160
Temperatura massima punto caldo olio	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	115
<b>ATTENZIONE:</b> I limiti di corrente e di temperatura non sono da intendersi validi contemporaneamente. Va notato che oltre i 140°C sul punto caldo, potrebbero crearsi bolle di gas che andrebbero a compromettere la rigidità dielettrica del trasformatore.			

<sup>1</sup> Nessun limite è applicabile in quanto non è solitamente possibile controllare la durata di un sovraccarico di questo tipo.

Altre limitazioni sono dovute al campo magnetico disperso provocato dall'aumento delle correnti. Questo può causare temperature eccessive nelle parti strutturali metalliche e dunque ridurre la sovraccaricabilità del trasformatore. Inoltre si ricorda che qualora il punto caldo superi la temperatura indicata in Tabella 1, le proprietà dielettriche del sistema isolante crollerebbero pericolosamente.

Infine bisogna tenere in considerazione anche gli effetti che l'aumento della corrente e della temperatura può avere sugli accessori installati, come pure la pressione sviluppata dalla eccezionale espansione dell'olio.

Si consiglia dunque, di ridurre al minimo la durata di qualsiasi tipo di sovraccarico, in modo da preservare l'isolamento e garantire l'aspettativa di vita del trasformatore. In caso di necessità contattare il nostro servizio clienti.

### 3.7. Compatibilità elettromagnetica

I trasformatori di potenza sono da considerarsi elementi passivi nei confronti delle emissioni elettromagnetiche. Disturbi o interferenze a dispositivi sensibili, come strumenti e centraline, possono essere ridotti ed eliminati seguendo queste semplici precauzioni:

- Tenere raggruppati i cavi di fase e neutro;
- Il passaggio dei cavi di potenza deve evitare di incrociare dispositivi sensibili o cavi di segnale;
- Utilizzare cavi di segnale schermati.

### 3.8. Funzionamento in parallelo

Il funzionamento in parallelo di due o più trasformatori può essere giustificato da diverse necessità, tra le quali far fronte ad un carico variabile, garantendo così rendimenti maggiori; sicurezza e continuità di servizio, in caso di guasto o manutenzione di uno dei trasformatori del parallelo. Per poter attuare correttamente questo collegamento è fondamentale verificare:

- La compatibilità dei dati di targa:
  - o Uguaglianza delle tensioni nominali;
  - o Uguaglianza del rapporto di trasformazione in tutte le posizioni;
  - o Uguaglianza del gruppo vettoriale;
  - o Uguaglianza della impedenza di cortocircuito;
  - o La differenza massima tra le due potenze non deve superare il 30%;
- Con l'utilizzo di un voltmetro, la concordanza tra la fase "uno" del trasformatore già in servizio e la fase "uno" del trasformatore da collegare in parallelo. Il risultato deve essere pari a 0.

Una volta verificati tali dati si procede con il posizionamento e l'energizzazione secondo quanto segue:

- Connettere le rispettive fasi dei primari;
- Connettere le rispettive fasi dei secondari;
- Connettere entrambi i trasformatori a terra insieme;
- Verificare che le posizioni dei commutatori corrispondano;
- Armare l'interruttore primario, lasciando aperto il secondario;
- Accertarsi dell'assenza di disuguaglianze di tensioni tra le rispettive fasi;
- Procedere con la chiusura dell'interruttore secondario.

Attenzione, l'esecuzione errata di questo collegamento potrebbe causare sovracorrenti critiche e danneggiare i trasformatori. Si consiglia di informare sempre Trafo Elettro S.r.l..

### 3.9. Temperatura ambiente

La temperatura ambiente deve rimanere sempre all'interno dei limiti nominali riportati nella scheda tecnica.

Qualora si verificasse una temperatura ambiente massima superiore a quanto indicato nella scheda tecnica è possibile utilizzare comunque il trasformatore riducendo il carico. È bene assicurarsi che l'aerazione sia garantita e non esistano vincoli che possano formare punti caldi e danneggiare la macchina.

In caso di necessità si consiglia di contattare il supporto tecnico di Trafo Elettro S.r.l..

## 4. Movimentazione e trasporto

Le fasi di spedizione vengono seguite e documentate direttamente da Trafo Elettro S.r.l.. La macchina viene saldamente ancorata al camion utilizzando gli occhielli posti sulla parte inferiore del trasformatore. Si deve fare attenzione alle posizioni delle corde di tiraggio, le quali devono essere libere e non soggette al taglio.

Una protezione contro la polvere viene applicata nella parte superiore.

Spedizioni marittime, ferroviarie e aeree prevedono anche l'utilizzo di sacco barriera e imballi di legno.

Figura 3 - Corretto ancoraggio per il trasporto





## 4.1. Ricezione

Al ricevimento in sito del trasformatore si consiglia, prima di firmare il documento di trasporto, di procedere come segue:

- Verificare l'integrità di tutti gli imballi citati nel documento di trasporto;
- Documentare fotograficamente lo stato di arrivo;
- Verificare la congruenza delle caratteristiche riportate in targa con il documento di trasporto.

Se si riscontrassero danni o incongruenze di spedizione è necessario fare immediata riserva al trasportatore. Dovrà essere inviata entro 5 giorni una non conformità scritta, con documentazione fotografica al costruttore e al trasportatore. In caso contrario si considera il trasformatore consegnato in perfette condizioni.

### 4.1.1. Registratore d'urti

Registratori adesivi monouso o dispositivi elettronici più performanti possono installati in accordo con il cliente da Trafo Elettro.

La soluzione adesiva fornisce un'indicazione sommaria di quanto avvenuto durante al trasporto. Generalmente evidenziano un'inclinazione massima o il superamento di una accelerazione G predefinita. Prodotti elettronici invece garantiscono una registrazione più precisa durante tutto il trasporto. All'arrivo in sito del trasformatore è necessario:

- Spegnerne il dispositivo;
- Smontare il dispositivo;
- Riportare la data e l'ora nell'etichetta sullo strumento;
- Inviare lo strumento a Trafo Elettro S.r.l. per la valutazione dei dati registrati.

Il registratore d'urti è parte della spedizione, se risultasse mancante o danneggiato il cliente dovrà contattare il nostro ufficio spedizioni.

Si fa presente che il registratore d'urti fornisce solo un'indicazione di possibili danni che potrebbero essere stati provocati durante il trasporto, ma non costituisce una prova indiscussa del guasto. Si ricorda che lo strumento registrerà anche gli impatti provocati da urti oppure cadute accidentali dello strumento stesso. La prova che il danno sia realmente avvenuto nel trasformatore potrà essere determinata solo dopo test o ispezione interna.

## 4.2. Movimentazione

È buona norma, in particolare per trasformatori di grande dimensione, controllare e pianificare il percorso da effettuare in modo da anticipare eventuali problematiche e ostacoli che possono causare danneggiamenti e complicare il trasporto in sito.

Prima di procedere con lo scarico, è bene intraprendere tutte le precauzioni riportate nel Capitolo 2 "Sicurezza". Si ricorda, che il trasformatore è un componente fragile e deve essere maneggiato con cura. Evitare strappi e procedere a basse velocità in ogni fase. Non tirare o spingere il trasformatore dalla cassa ed agire solamente sugli occhielli indicati nel disegno d'ingombro.

La movimentazione del trasformatore può avvenire:

- Tramite l'utilizzo di golfari di sollevamento adatti allo scopo e adeguati al peso che devono sopportare. È importante utilizzare tutti i golfari indicati nel disegno d'ingombro, l'angolo massimo formato dalle catene non deve superare i 60°;
- Per macchine di piccola taglia è possibile trasportare il trasformatore tramite carrello elevatore, assicurarsi che le forche posino sul carrello e non sul fondo della cassa;

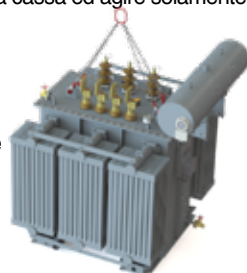


Figura 4 - Sollevamento tramite golfari

- Per piccoli spostamenti, degli occhielli di traino sono posti nella parte inferiore del trasformatore.

Prima di ogni operazione, è necessario prendere visione dei documenti del trasformatore dove viene indicato in modo chiaro il peso e la posizione degli organi di sollevamento.



Figura 5 - Sollevamento tramite carrello elevatore



Figura 6 - Traino di un trasformatore

## 5. Stoccaggio

Nonostante si raccomandi di installare il trasformatore nel più breve tempo possibile, può essere necessario un periodo di stoccaggio. In tal caso Trafo Elettro S.r.l. suggerisce di seguire queste indicazioni per preservare al meglio lo stato del trasformatore:

- L'ambiente di giacenza deve essere chiuso e ventilato;
- Devono essere evitati luoghi umidi e polverosi;
- La temperatura del magazzino deve essere compresa tra  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- L'imballo non deve essere rimosso durante l'intero periodo di stoccaggio. In special modo, il coperchio protettivo degli isolatori plug-in deve restare montato (se presenti);
- Il trasformatore deve essere protetto da urti accidentali.

Per trasformatori dotati di conservatore, si raccomanda l'installazione del deumidificatore e il controllo periodico delle sfere di Silica-gel. Inoltre se previste, aprire le valvole di intercettazione di Buchholz e radiatori.

## 6. Installazione

Dopo il ricevimento della merce, si procede con l'installazione. Seguire passo passo quanto riportato in questo capitolo ha il fine di preparare il trasformatore ad un funzionamento corretto e longevo nel tempo. Si prega di fare attenzione a quanto riportato nel Capitolo 2 "Sicurezza" prima di procedere con le fasi operative.

Prima di iniziare assicurarsi che tutte le parti consegnate siano disponibili e presenti in sito. Fare riferimento al disegno d'ingombro.

## 6.1. Luogo di installazione

Un trasformatore Trafo Elettro può essere installato sia all'interno che all'esterno. Nella scheda tecnica viene sempre riportato il tipo di protezione definito in fase d'acquisto e insieme alla categoria corrosiva, ne identifica l'ambiente idoneo alla sua ubicazione finale.

Il sito deve garantire una adeguata aerazione del trasformatore oltre che soddisfare i requisiti di sicurezza dettati dalle norme in vigore nel paese d'installazione (come vasche di raccolta e sistemi antincendio).

L'utilizzo in ambienti particolarmente aggressivi è consentito previa comunicazione a Trafo Elettro S.r.l. che provvederà a fornire la soluzione più adeguata.

### 6.1.1. Installazione interna

Il locale non deve presentare pericolo di gocciolamento d'acqua o d'inondazione. Se non diversamente specificato nella scheda tecnica, l'altitudine non deve superare i 1000m s.l.m. e una temperatura compresa tra i -25°C e i +40°C. Le fondamenta infine dovranno supportare il peso del trasformatore, mantenendolo su un piano non inclinato evitando lo scivolamento dello stesso.

#### 6.1.1.1. Ventilazione

Per garantire le condizioni ottimali di funzionamento è necessario assicurare una ventilazione sufficiente a permettere lo smaltimento del calore dovuto alle perdite elettriche del trasformatore.

È necessario che il trasformatore venga installato ad una distanza non inferiore a 300mm dalle pareti e non inferiore a 600mm da altri trasformatori.

Il locale deve essere munito di un apertura d'aria fresca, situata nella parte bassa del locale, e di un apertura di uscita, situata in alto dalla parte opposta della precedente, tale da consentire un ricambio d'aria di almeno 4m<sup>3</sup>/min per ogni kW di perdita.

Si ricorda inoltre che le aperture devono impedire l'ingresso di corpi estranei, acqua od altri contaminanti.

Si rammenta infine che l'installazione in un locale con scarsa aerazione o con una temperatura media annua superiore ai 30°C comporta una riduzione della potenza nominale. In questo caso è consigliabile l'installazione di un estrattore o di un sistema di ventilazione forzata a bordo macchina. Contattare Trafo Elettro S.r.l. per un corretto dimensionamento.

**!!Attenzione!!** Un insufficiente circolazione d'aria oltre a ridurre la vita media del trasformatore, determina un riscaldamento che può causare l'intervento della protezione termica.

### 6.1.2. Installazione esterna

Un'installazione esterna dovrà assicurare fondamenta adeguate a supportare il peso del trasformatore, mantenendolo su un piano non inclinato evitando lo scivolamento dello stesso. Installazioni alternative sono rappresentate da soluzioni "da palo" che richiedono ancoraggi adeguati al peso del trasformatore. Infine, se non diversamente specificato nella scheda tecnica, l'altitudine non deve superare i 1000m s.l.m. e una temperatura compresa tra i -25°C e i +40°C.

## 6.2. Distanze elettriche minime

Per un trasformatore con terminali in esecuzione IP00 sarà necessario rispettare le distanze elettriche riportate in Tabella 2 tra gli isolatori ed eventuali corpi o strutture metalliche.

Tabella 2 - Distanze minime di isolamento

Tensione massima Um [kV]	Impulso atmosferico LI [kV]	Minima distanza in aria [mm]
3.6	20	60
	40	60
7.2	60	90
12	75	120
	95	160
17.5	95	160
24	125	220
	145	270
36	170	320
52	250	480
72.5	325	630
	350	630

ITA

### 6.3. Assemblaggio del trasformatore

Questo manuale è da intendersi completo per trasformatori ricevuti interamente assemblati e pieni d'olio. In caso di necessità dimensionali, come pure per accordi intrapresi con il cliente, è possibile ricevere la merce da assemblare. In questa evenienza viene sempre allegata documentazione sufficiente al montaggio e riempimento in sito.

### 6.4. Installazione delle ruote

L'assemblaggio delle ruote può essere eseguito in sito tramite l'utilizzo di carroponete, gru o martinetti idraulici. Si prega di visionare il peso riportato in targa e procurarsi mezzi ed accessori adeguati allo scopo. Il posizionamento delle ruote può essere eseguito nelle due direzioni principali. Consultare il disegno di ingombro per maggiori informazioni.



Figura 7 - Installazione delle ruote

### 6.5. Installazione degli antivibranti

L'offerta di antivibranti è varia e cambia in base alla tipologia di utilizzo e al sito d'installazione. Comunemente utilizzati per ridurre le vibrazioni trasmesse a terra, vengono installati direttamente ai carrelli del trasformatore o sotto le ruote. Consultare il disegno di ingombro prima di procedere con l'installazione.

### 6.6. Serraggio

Un bullone allentato può causare un cedimento meccanico, un punto caldo nella connessione dei terminali, come pure una perdita di olio. È pertanto importante verificare periodicamente il serraggio della bulloneria con appropriata chiave dinamometrica calibrata.

Tabella 3 - Coppie di serraggio applicabili

Vite / Bullone	Tipo di chiave [mm]	Collegamenti elettrici [Nm] A2-70	Collegamenti meccanici [Nm] A2-70	
			Senza guarnizione	Con guarnizione
M6	10	n.a.	10	8
M8	13	20	20	15
M10	17	35	35	30
M12	19	50	60	45
M14	22	70	100	75
M16	24	80	150	115
M20	30	110	290	220

Vite / Bullone	Tipo di chiave [mm]	Isolatori di bassa tensione [Nm] OT63
M12	19	12
M20	30	20
M30	46	30
M42	65	55
M48	75	60
M55	85	75
M64	95	90

Tipologia	Tipo di chiave [mm]	Valvole di scarico [Nm]
DIN22	46	120
DIN31	65	140

Tipologia	Tipo di chiave [mm]	Valvole di scarico [Nm]
2° GAS	42	110

Nota: Per collegamenti meccanici con guarnizione si intende la presenza di una guarnizione a compressione. Fare riferimento alla coppia di serraggio riportata in colonna "Senza guarnizione" in presenza di o-ring con sede.

## 6.7. Terminali di media e di bassa tensione

I terminali del trasformatore sono chiaramente identificati tramite etichette. In caso di dubbi si consiglia di consultare il disegno d'ingombro.

Un corretto collegamento dei cavi di linea, **NON** deve gravare sui terminali del trasformatore. Predisporre dunque in fase di installazione supporti adeguati.

L'esecuzione standard Trafo Elettro prevede la posizione delle terminazione MT e BT poste su coperchio. Altre esecuzioni possono essere richieste in fase d'ordine.

Per le coppie di serraggio applicabili, consultare quanto riportato in Tabella 3.

Qualora sia richiesta la terminazione con isolatore di tipo a spina, è necessario munirsi di parte sconnettibile adeguata. La sezione del cavo e il diametro esterno comprensivo dell'isolamento, definiscono quanto necessario.

Si consiglia inoltre, specie in caso di collegamento diretto con linee aeree, di munirsi di scaricatori di sovratensione adeguati, i quali proteggono il trasformatore da impulsi di origine atmosferica.

## 6.8. Terminali di terra

Ogni trasformatore, è dotato di due punti di terra posti nella parte inferiore del trasformatore. Consultare il disegno d'ingombro per identificarli e utilizzare un cavo di adeguata sezione per la messa a terra delle parti metalliche.

## 6.9. Commutatore

Il commutatore, posto generalmente sopra coperchio, serve per regolare la tensione primaria adeguandola quanto più possibile alla tensione di rete. L'operazione deve essere eseguita in assenza di tensione, muovendo la manopola nella direzione desiderata seguendo quanto riportato in targa.

Il commutatore è collegato correttamente quando la tensione secondaria equivale al valore indicato in targa. Posizionando il commutatore su tensioni primarie più alte di quella di alimentazione, si ottengono tensioni più basse al lato secondario. Contrariamente, posizionando su tensioni primarie più basse, si ottengono tensioni più alte al lato secondario.



Figura 8 - Commutatore standard

## 6.10. Valvole di intercettazione

Se previste, è indispensabile aprire tutte le valvole di intercettazione prima della messa in servizio del trasformatore. Consultare il disegno di ingombro per l'individuazione delle valvole.

## 6.11. Accessori e circuiti ausiliari

Collegare all'impianto i dispositivi di controllo di cui è equipaggiato il trasformatore è l'ultimo step di installazione del trasformatore.

Per quanto riguarda il settaggio, si consiglia di consultare lo schema di collegamento ed i manuali degli accessori forniti.

### 6.11.1. Deumidificatore d'aria

Questo accessorio, fornito con i trasformatori di tipo respirante, serve ad evitare la contaminazione del fluido isolante. Verificare nel disegno di ingombro la posizione corretta del deumidificatore.

- Svitare il tappo di protezione (potrebbe uscire un piccolo quantitativo d'olio);
- Rimuovere la protezione in plastica che preserva lo stato delle sfere di Silica-gel, i quali dovranno risultare di colore arancio, in caso contrario vedi Paragrafo 8.2 );
- Installare il deumidificatore nella posizione indicata;
- Nel caso di utilizzo di un modello con chiusura idraulica, sarà necessario riempire il recipiente, posto nella parte terminale del componente, con dell'olio minerale fino al livello indicato. Questo fungerà da filtro e preserverà lo stato delle sfere.

### 6.11.2. Relè Buchholz

Con il fine di bloccare i galleggianti evitandone il danneggiamento in fase di trasporto, viene posizionato un blocco all'interno del tappo di protezione del pulsante di prova meccanica. È necessario dunque rimuovere tale blocco, ripristinando il corretto funzionamento dell'accessorio. Si rammenta che il relè è disponibile solo su trasformatori di tipo respirante, fare riferimento al disegno d'ingombro.

## 7. Messa in servizio

Prima di mettere in funzione il trasformatore è bene eseguire alcuni controlli mentre il trasformatore è scollegato dalla linea.

Si ricorda, come riportato nel Paragrafo 2 “Sicurezza”, che le operazioni di messa in servizio devono essere eseguite da personale tecnico specializzato e che tutte le precauzioni di sicurezza devono essere rispettate.

Eseguire una misura della resistenza di isolamento. Assicurandosi che i terminali MT e BT siano scollegati dal trasformatore, fare riferimento ai valori riportati in Tabella 4.

Tabella 4 - Resistenza di isolamento minima a 20°C

Classe di isolamento [kV]	Resistenza [ $M\Omega$ ]	Resistenza [ $M\Omega$ ]
1.1	$\geq 500$	2500
3.6	$\geq 1000$	2500
7.2	$\geq 1000$	5000
12	$\geq 1000$	5000
17.5	$\geq 1000$	5000
24	$\geq 1000$	5000
36	$\geq 1000$	5000
52	$\geq 5000$	5000
72.5	$\geq 5000$	5000

### Commissioning check list

- |                          |                              |   |
|--------------------------|------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Megaohmetro                  | Prova di isolamento;  |
| <input type="checkbox"/> | Visiva; Chiave dinamometrica | Verificare il corretto serraggio di tutti i componenti, dei terminali di media tensione e di bassa tensione, incluso il collegamento a terra; |
| <input type="checkbox"/> | Visiva; Metro                | Verificare la distanza tra le parti in tensione a seconda della classe di isolamento;   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva; Multimetro           | Verificare il collegamento a terra;   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva; Voltmetro            | Verificare che la tensione dell'impianto corrisponda a quella di targa;   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Verificare che i cavi di collegamento non gravino sui terminali;  |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Verificare che le valvole di intercettazione di radiatori e relè Buchholz siano aperte (se presenti);   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Verificare che il trasformatore sia stato pulito, non abbia oggetti estranei sopra di esso;   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Controllare il funzionamento degli accessori e accertarsi di aver eseguito una corretta taratura;   |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Verificare il funzionamento dei ventilatori (se presenti);  |
| <input type="checkbox"/> | Visiva                       | Verificare il corretto funzionamento degli interruttori MT e BT.  |

Una volta eseguiti i suddetti controlli si può procedere con la chiusura dell'interruttore di media tensione. Il trasformatore emetterà subito un forte ronzio che andrà velocemente a stabilizzarsi. Procedere con i seguenti controlli:

- Verificare che la tensione secondaria corrisponda ai dati di targa;
- Verificare il valore delle tensioni concatenate e stellate;
- Verificare il senso ciclico delle fasi.

Una volta verificate queste condizioni si può procedere con la chiusura dell'interruttore di bassa tensione. In caso di dubbi contattare il nostro supporto tecnico.

## 8. Manutenzione

Una manutenzione periodica del trasformatore permette di mantenere un'elevata efficienza nel tempo oltre che prolungarne la vita.

Si rammenta che il personale che esegue l'intervento deve essere qualificato e rispettare tutti i requisiti di sicurezza riportati nel Capitolo 2 "Sicurezza".

Attenzione:

- Le operazioni di manutenzione devono essere eseguite a trasformatore de-energizzato;
- La temperatura del trasformatore appena scollegato potrebbe causare ustioni;
- Le parti superiori del trasformatore devono essere raggiunte mediante l'uso di scale e non arrampicandosi sullo stesso;
- È fortemente sconsigliato l'uso di solventi o abrasivi che potrebbero compromettere le parti del trasformatore;
- Non abbandonare oggetti a contatto con il trasformatore una volta eseguita la pulizia.

Tabella 5 - Manutenzione periodica

Periodicità	Tipo di intervento	Strumentazione
Semestrale	Verifica e registrazione della massima temperatura dell'olio (se presente termometro olio)	Visivo
Semestrale	Verifica e registrazione della massima temperatura degli avvolgimenti (se presente immagine termica)	Visivo
Semestrale	Verifica e registrazione delle variazioni del livello dell'olio (se presente l'indicatore)	Visivo
Semestrale	Verifica e registrazione dello stato della valvola di sovrappressione	Visivo
Semestrale	Verifica lo stato delle sfere di Sillica-gel (se presenti) Nota: con colorazione verde è necessario rigenerarli	Visivo
Semestrale	Verifica l'assenza di perdite d'olio	Visivo
Annuale	Pulizia da polveri, depositi di sporco con particolare attenzione agli isolatori.	Aria compressa secca max 3 bar e stracci puliti
Annuale	Controllo delle coppie di serraggio dei componenti	Chiave dinamometrica; vedi Tabella 3



Annuale	Controllo delle coppie di serraggio delle connessioni di media e bassa tensione, incluso il collegamento di terra	Chiave dinamometrica; vedi - Coppie di serraggio applicabili Tabella 3
Annuale	Azionamento del commutatore in tutte le posizioni (sia a vuoto che a carico). Per mantenere integra la funzionalità è consigliabile eseguire tutta la serie completa un paio di volte	Manuale
Annuale	Verifica la funzionalità degli accessori installati	Multimetro
Ogni 2 anni	Prelevare ed analizzare un campione di olio (solo per trasformatori respiranti)	Manuale; vedi Paragrafo 8.1
Ogni 10 anni	Prelevare ed analizzare un campione di olio (solo per trasformatori ermetici)	Manuale; vedi Paragrafo 8.1

Si consiglia di redigere una scheda di manutenzione al fine di monitorare gli interventi eseguiti. Una descrizione sommaria e la relativa data, sono sufficienti allo scopo.

### 8.1. Prelievo campioni d'olio

Le cause che portano ad un graduale deterioramento dell'olio sono l'assorbimento dell'umidità dell'aria e l'ossidazione dovuta a particelle estranee.

Possiamo dunque affermare che macchine in esecuzione ermetica, garantendo a livello costruttivo l'assenza del contatto aria-olio, richiederanno minor controllo del fluido isolante, mentre trasformatori respiranti necessitano di analisi periodiche al fine di assicurare un elevato livello d'isolamento. Nonostante eseguire un prelievo di olio sia un'operazione semplice, è necessario seguire scrupolosamente la seguente procedura in modo da garantire un risultato realistico e coerente alle precedenti e future analisi.

Per prima cosa, è necessario procurarsi un flacone monouso con grado di pulizia controllato (nuovo, pulito e privo di residui di alcun genere). La presenza d'acqua o altre sostanze potrebbe compromettere la prova.

Le operazioni andranno eseguite con l'ausilio della valvola di scarico o prelievo campioni (se presente), dalla quale, dopo l'autorizzazione ricevuta da Trafo Elettro S.r.l., sarà necessario rimuovere il sigillo.

- Utilizzare guanti nuovi;
- Drenare un po' d'olio dal punto di prelievo in un contenitore di scarico;
- Prelevare circa 200ml direttamente nel flacone monouso;
- Sigillare il flacone;
- Ripristinare la chiusura della valvola;
- Registrare l'operazione nella scheda di manutenzione.

I test devono essere eseguiti secondo norma IEC 60599. Se non si dispone della strumentazione di analisi, inviare ad un laboratorio specializzato o a Trafo Elettro S.r.l. riportando la data del prelievo e la matricola del trasformatore.

Si consiglia di eseguire un trattamento del fluido isolante qualora i risultati ottenuti dai campionamenti non siano soddisfacenti.

## 8.2. Ripristino sfere di Silica-gel

Le sfere di Silica-gel evitano la contaminazione dell'olio da parte delle particelle d'acqua presenti nell'ambiente.

Monitorare lo stato dei deumidificatori d'aria significa intervenire tempestivamente quando risulta necessario ripristinarne l'efficacia.

Da una colorazione arancio caratteristica nello stato a secco, tali sfere di gel di silice, con il passare del tempo e l'assorbimento di umidità, raggiungeranno una colorazione verde. È possibile dunque rigenerarne l'efficacia seguendo questa procedura:

- Prelevare le sfere contenute all'interno del deumidificatore;
- Distribuirle uniformemente su di un pianale da forno;
- Essiccare le sfere ad una temperatura di 130°C-140°C fino al raggiungimento della colorazione arancione da parte delle sfere.

Le sfere di Silica-gel possono essere nuovamente utilizzate una volta ricondizionate.

## 8.3. Ripristino verniciatura

La lunga esposizione agli agenti atmosferici, la scarsa pulizia e un ambiente particolarmente aggressivo, possono provocare la formazione di ruggine in punti critici.

L'importanza della manutenzione della protezione, prolunga la vita del trasformatore e ne garantisce l'efficienza nel tempo.

Qualora un ritocco sia necessario si consiglia di:

- Eliminare le tracce di ruggine con carta vetrata o spatola;
- Aumentare l'aderenza del ritocco agendo con carta vetrata nelle vicinanze del punto interessato;
- Pulire e asciugare bene la zona interessata;
- Seguendo quanto riportato nella scheda tecnica della vernice scelta, rispettare dosi di diluizione e tempi di applicazione;
- Applicare più volte se necessario.

Si rammenta che il codice colore RAL, viene sempre riportato in scheda tecnica e nel disegno di ingombro. Per maggiori informazioni contattare Trafo Elettro S.r.l..

## 8.4. Manutenzione straordinaria

Nel caso il trasformatore venga utilizzato in servizio discontinuo, è opportuno eseguire tutti i punti riportati in Tabella 5 prima di ri-energizzare la macchina.

In caso di eventi eccezionali, come sovratensioni, eventi atmosferici o allagamenti, come pure danneggiamenti di accessori e componenti, si consiglia di contattare il nostro servizio di assistenza prima di procedere con la messa in servizio.

Maggiore documentazione a supporto di interventi più gravosi, come la sostituzione di componenti danneggiati, è disponibile in Trafo Elettro in caso di necessità.

Infine si consiglia di aumentare la frequenza degli interventi di manutenzione nel caso in cui il trasformatore operasse in condizioni climatiche estreme, con elevati tassi di umidità, ambienti eccessivamente inquinati e polverosi come per macchine sottoposte a numerosi sovraccarichi.

## 9. Anomalie di funzionamento

Nella tabella seguente si evidenziano le più comuni anomalie e le rispettive risoluzioni che potrebbero presentarsi durante il normale funzionamento del trasformatore.

*Tabella 6 - Anomalie comuni*

Problema	Possibile causa	Risoluzione
Allarme temperatura elevata	Carico eccessivo rispetto alla potenza del trasformatore	Verificare il carico effettivo e confrontarlo con quello di targa. Ridurre il carico
Allarme temperatura elevata	Impostazione di allarme non corretta	Verificare i valori di soglia impostati (vedi Paragrafo 3.2)
Allarme temperatura elevata	Avviamento di motori con elevate correnti di spunto	Evitare avviamenti simultanei e ridurne la ripetitività
Allarme temperatura elevata	Elevato contenuto armonico presente nel sistema	Inserire filtri per le apparecchiature che generano armoniche
Allarme temperatura elevata	Carenza di ventilazione del locale	Verificare che le aperture non siano ostruite e ripristinare il ricircolo di aria
Allarme gas nel Buchholz	Aria residua nel relè	Sfiatare
Eccessivo rumore di fondo	Tensione di alimentazione troppo alta	Regolare il commutatore di tensione (vedi paragrafo 6.9)
Eccessivo rumore di fondo	Risonanze meccaniche	Installare dispositivi antivibranti
Perdita di olio dalle giunture	Allentamento del serraggio	Provvedere a stringere le giunture seguendo quanto riportato in Tabella 3

## 10. Demolizione e smaltimento

Trafo Elettro S.r.l. è altamente consapevole della propria responsabilità aziendale per l'ambiente e chiede ai propri clienti un supporto attivo per lo smaltimento corretto ed ecocompatibile delle apparecchiature. Dal 1970 la nostra azienda utilizza fluidi isolanti privi di policlorobifenili (PCB), messi al bando a livello mondiale per salvaguardare la sicurezza umana e ambientale in quanto sostanze altamente tossiche per la creazione di gas a seguito di archi elettrici. Il continuo sviluppo di oli isolanti più performanti ci consente di fornire al cliente soluzioni sempre più ecocompatibili e riciclabili, garantendone un secondo utilizzo dopo la vita del trasformatore.

### Nucleo

Tipologia: Metallo  
 Identificazione: Lamierino magnetico Fe-Si Armature 1.0037-1.0577  
 Stato fisico: Solido  
 Reazioni pericolose: Nessuna  
 Classificazione: Rottame metallico ferroso

### Carpenteria

Tipologia: Metallo  
 Composizione chimica: 1.0037 o 1.0577  
 Stato fisico: Solido  
 Reazioni pericolose: Nessuna  
 Classificazione: Rottame metallico ferroso

### Conduttore avvolgimenti

Tipologia: Metallo  
 Identificazione: Cu ETP o Al AW 1050 A  
 Stato fisico: Solido  
 Reazioni pericolose: Nessuna  
 Classificazione: Rottame metallico

### Olio

Tipologia: Fluido isolante  
 Composizione chimica: Come riportato in scheda tecnica  
 Stato fisico: Liquido  
 Reazioni pericolose: Vedi scheda di sicurezza  
 Classificazione: Rifiuto speciale

### Isolante avvolgimenti

Tipologia: Isolante  
 Identificazione: Cartogeno o cartogeno con polimero amorfo  
 Stato fisico: Solido  
 Reazioni pericolose: Nessuna  
 Classificazione: Rifiuto speciale

I principali materiali che tipicamente sono utilizzati per l'imballaggio dei nostri prodotti sono i seguenti:

- Nylon trasparente LDPE;
- Pluriball trasparente HDPE;
- Pannelli in legno a scaglie orientate OSB, composti da abete, pino e resine sintetiche (fenoliche PF, ureiche MUF e poliuretaniche PMDI);
- Assi o profili in abete bianco trattato;
- Sacchetti essiccanti in argilla MSDS in sacchetti Tyvek®;
- Reggie di poliestere PL;
- Film di polietilene di copertura LDPE;
- Sacco di protezione impermeabile (poliestere PET, Alluminio ALU, polietilene PE);
- Fasteners metallici.

Lo smaltimento del trasformatore deve essere eseguito secondo quanto riportato nelle normative nazionali e locali in vigore nel paese d'installazione.

Rimandiamo ai manuali e alle schede tecniche degli accessori per corretto smaltimento degli stessi. Si declina ogni responsabilità in caso di errato smaltimento o in caso di danno causato a personale non istruito adeguatamente.

## 11. Contatti

Per ogni comunicazione, segnalazione o dubbio, potete rivolgerVi alla nostra sede.

Telefono: +39 0444 482 204

Fax: +39 0444 483 956

e-mail: [info@trafoelettro.com](mailto:info@trafoelettro.com)

Indirizzo: Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy

Web: [www.trafoelettro.com](http://www.trafoelettro.com)

Manual de usuario para transformadores en aceite

Edición: Enero 2021

Revisión: 00 del 01/2021

Trafo Elettro S.r.l.  
trafoelettro.com

Las informaciones contenidas en este documento son propiedad exclusiva de Trafo Elettro S.r.l.. Está prohibida la reproducción total o parcial.

## Índice

1.	Objetivo.....	3
1.1.	Garantía.....	3
2.	Seguridad.....	3
3.	El transformador.....	4
3.1.	Documentación.....	5
3.2.	Accesorios.....	5
3.3.	Fluidos aislantes.....	6
3.4.	Funcionamiento.....	6
3.5.	Ciclo de vida.....	7
3.6.	Efectos por sobrecarga.....	7
3.7.	Compatibilidad electromagnética.....	8
3.8.	Funcionamiento en paralelo.....	9
3.9.	Temperatura ambiente.....	9
4.	Traslado y transporte.....	9
4.1.	Recepción.....	10
4.1.1.	Registro de golpes.....	10
4.2.	Traslado.....	10
5.	Almacenamiento.....	11
6.	Instalación.....	11
6.1.	Zona de instalación.....	12
6.1.1.	Instalación interna.....	12
6.1.1.1.	Ventilación.....	12
6.1.2.	Instalación externa.....	12
6.2.	Distancias eléctricas mínimas.....	12
6.3.	Montaje del transformador.....	13
6.4.	Instalación de las ruedas.....	13
6.5.	Instalación degli antivibrantes.....	13
6.6.	Ajuste.....	13
6.7.	Terminales de media y de baja tensión.....	14
6.8.	Terminales de tierra.....	15
6.9.	Conmutador.....	15
6.10.	Válvulas de interceptación.....	15
6.11.	Accesorios y circuitos auxiliares.....	15
6.11.1.	Deshumidificador de aire.....	15
6.11.2.	Relé Buchholz.....	15
7.	Puesta en marcha.....	16
8.	Mantenimiento.....	17
8.1.	Extracción de muestras de aceite.....	18
8.2.	Restauración de las esferas de Silica-gel.....	19
8.3.	Restauración del barnizado.....	19
8.4.	Mantenimiento extraordinario.....	19
9.	Anomalías de funcionamiento.....	20
10.	Desmontaje y desechado.....	20
11.	Contacto.....	22

## 1. Objetivo

Los transformadores Trafo Elettro se han calculado, construido y testado de acuerdo con las normativas vigentes y según estrictos estándares cualitativos. Este documento tiene la finalidad de sugerir las modalidades de instalación, utilización y mantenimiento de los transformadores con aislamiento en aceite en condiciones de seguridad.

El manual tiene que acompañar siempre al equipo, conservándose con cuidado y estará disponible para el personal encargado del mismo.

Seguir correctamente estas instrucciones permite mantener una elevada eficiencia de vuestra máquina y alargar su vida útil.

### 1.1. Garantía

La garantía de los transformadores Trafo Elettro cubre defectos de fabricación durante un año desde la fecha de comprobación. Cualquier variación se indicará en el módulo de orden.

La integridad del precinto de garantía es una condición esencial para disfrutar de ella.

## 2. Seguridad

Trafo Elettro S.r.l. no asume la responsabilidad en caso de operaciones realizadas por personal que con cuenta con las correspondientes cualificaciones. Los operarios tienen que ser técnicos cualificados y formados, tanto desde el punto de vista técnico, como de seguridad. Un traslado o una instalación no adecuados pueden dañar gravemente el transformador, lo que compromete su correcto funcionamiento, causando daños a personas o al entorno.

Se define como seguridad a la ausencia de peligro para personas y cosas cuando un transformador está en uso o en reposo. Esto incluye la identificación de posibles averías, para eliminarlas o reducir las, llevando el límite de riesgo a un valor aceptable.

Antes de proceder con cualquier operación, es de fundamental importancia conocer toda la documentación, incluyendo la ficha técnica, el diseño de dimensiones y el informe de pruebas, así como este manual y la ficha de seguridad del fluido aislante. Esta documentación acompañará siempre al transformador Trafo Elettro y, en caso de necesidad, se puede solicitar una copia.

A continuación, proporcionamos algunas advertencias de seguridad:

- Todas las operaciones deben ser realizadas por personal cualificado. Se sugiere una planificación de actividades y formación sobre las vías de escape;
- Se debe impedir el acceso al lugar a personal no autorizado;
- El operario está obligado a llevar el siguiente equipo de protección individual durante las actividades realizadas en la máquina:
  - o Calzado de seguridad
  - o Casco
  - o Ropa de trabajo
  - o Guantes
  - o Arnés (si es necesario)
- Respetar las normativas de seguridad en vigor en el lugar de instalación del transformador;
- Tener en cuenta las indicaciones dadas por el organismo que suministra la energía;
- Todas las operaciones realizadas sobre la máquina se realizarán con la planta sin alimentación;
- El transformador no se debe utilizar para objetivos diferentes de aquel para el que se ha proyectado;
- La instalación del transformador respetando las distancias eléctricas de aislamiento garantiza la seguridad del operario, también en lo que respecta a la exposición al campo magnético generado;
- Respetar las indicaciones de peligro;



- Cualquier operación de modificación o reparación realizada sin la autorización de Trafo Elettro S.r.l. está prohibida;
- El desechado del transformador se realizará según las normas vigentes en el lugar de instalación.

### 3. El transformador

Tal y como establece la norma IEC 60076-1, el transformador es una máquina eléctrica estática con dos o más devanados que, por inducción electromagnética, transforma un sistema de tensión y corriente alterna en otro sistema, por lo general, de valores de tensión y corriente diferenciados, con la misma frecuencia, con el objetivo de transmitir potencia.

El transformador en ejecución hermética se compone de un núcleo magnético, del devanado primario y de uno secundario, de una cuba y de una tapa. Además, siempre tiene soldada una placa con los datos nominales de la máquina indicados.

Esta solución garantiza la ausencia de contacto entre aire y aceite, lo que reduce los controles y el mantenimiento. La expansión del fluido durante el funcionamiento es absorbida por las aletas de enfriamiento soldadas a la cuba.

- A - Cuba
- B - Tapa
- C - Pedestal
- D - Terminales MT
- E - Terminales BT
- F - Conmutador vacío
- G - Placa de datos
- H - Equipo de protección
- I - Válvula de seguridad
- J - Vaina del termómetro
- K - Ruedas
- L - Válvula de vaciado y muestreo
- M - Terminales de tierra
- N - Cáncamos de elevación

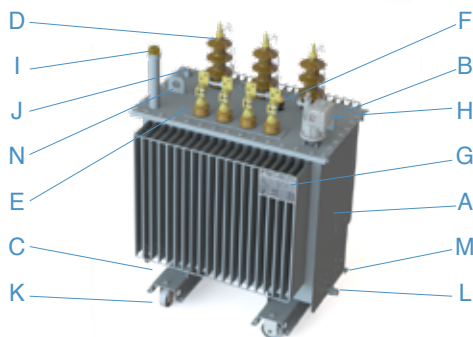


Figura 1 - Trasformador hermético

El transformador en ejecución respirante, en cambio, se compone de un núcleo magnético, del devanado primario y de uno secundario, de una cuba, una tapa y un depósito de expansión. También en este caso tiene soldada una placa con los datos nominales de la máquina indicados.

Esta solución, normalmente utilizada en dimensiones más importantes, garantiza la dilatación del aceite en el depósito de expansión. Un deshumidificador evita la contaminación del fluido con la humedad presente en el aire.

- A - Cuba
- B - Tapa
- C - Pedestal
- D - Depósito de expansión
- E - Terminales MT
- F - Terminales BT
- G - Conmutador vacío
- H - Placa de datos
- I - Indicador de temperatura de aceite
- J - Indicador de nivel de aceite
- K - Caja de centralización
- L - Deshumidificador
- M - Ruedas
- N - Válvula de vaciado y muestreo
- O - Válvula de filtrado
- P - Tapón de llenado
- Q - Radiadores desmontables
- R - Terminales de tierra
- S - Cáncamos de elevación

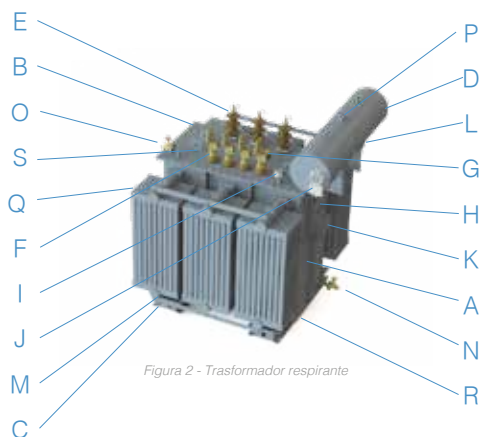


Figura 2 - Transformador respirante

### 3.1. Documentación

El transformador Trafo elettro siempre va acompañado por documentación que proporciona las principales características de la máquina.

- La ficha técnica indica las características nominales del transformador, tanto eléctricas como mecánicas, además, proporciona una panorámica sobre los accesorios instalados;
- El diseño de dimensiones muestra las dimensiones máximas, el layout y los pesos del transformador en cuestión;
- El esquema de los circuitos auxiliares se proporciona cuando es necesario instalar una caja de derivación; El protocolo de ensayos se realiza en conformidad a las normas y a eventuales requerimientos particulares del cliente.
- El informe de prueba declara la conformidad con las normas y con las peticiones del cliente, si las hubiera;
- La ficha de seguridad del aceite contiene la información necesaria sobre las propiedades fisicoquímicas del fluido, garantizando una correcta manipulación, sin peligro para las personas o el medio ambiente.

Con el montaje completado, se adjunta siempre este manual y, si se solicita, otra documentación específica, como manuales de uso de los accesorios o especificidades de barnizado.

### 3.2. Accesorios

La gama de accesorios propuesta por Trafo Elettro es amplia, y se diferencia según el tipo de transformador. Además de los instalados en base al pedido, siempre hay un una vaina de alojamiento de termómetro sobre la tapa a disposición del cliente.

**Temperatura:**

Se aconseja la monitorización de la temperatura para evitar anomalías y para intervenir con rapidez para proteger el transformador. Para lo cual se dispone de termómetros y sondas en la tapa o en el interior. Salvo que se especifique de otra forma, en el esquema de circuitos auxiliares, se aconseja establecer las indicaciones de temperatura, tal y como se indica a continuación (datos de fábrica).

Alerta de temperatura del aceite: 90°C

Desconexión por temperatura del aceite: 100°C

Alerta de temperatura de devanado: 95°C

Desconexión por temperatura de devanado: 105°C

Formación de gas:

Generalmente, la formación de gases anómalos es síntoma de una avería interna, accesorios como Buchholz o los dispositivos de recogida son útiles para identificar y recoger estos gases.

Nivel de aceite:

Monitorizar el nivel del fluido aislante permite evitar una reducción crítica, lo que conllevaría averías causadas por la pérdida del aislamiento. Se pueden adquirir indicadores de depósito de expansión o soluciones para transformadores herméticos.

Exceso de presión:

Para proteger la cuba, y con el fin de evitar daños estructurales, las válvulas de exceso de presión son útiles para desechar aumentos de presión imprevistos causados por un error.

Deshumificadores:

Con el fin de evitar la contaminación del fluido aislante de partículas de agua presentes en el aire, los contenedores de esferas de silica gel filtran la humedad para preservar las propiedades dieléctricas del aceite en transformadores de tipo respirante.

Ventilación:

Se pueden instalar en la máquina grupos de ventiladores para ayudar a eliminar pérdidas, tanto por emergencia como por un incremento de la potencia. El dimensionamiento se realiza en nuestra oficina técnica en fase de orden o bajo petición del cliente.

Earthing ball:

Se instalan bajo petición en terminaciones o en partes metálicas para facilitar la puesta a tierra durante las operaciones de mantenimiento.

### 3.3. Fluidos aislantes

Respetar las condiciones medioambientales y de las personas son aspectos que mueven a nuestra empresa para buscar productos cada vez más seguros y menos dañinos.

Utilizamos diferentes tipos de productos:

- Aceite mineral: Conforme a la norma IEC 60296 y desarrollado para garantizar una menor degradación del aceite, presenta una buena resistencia a la oxidación y está disponible también en versión ártica o inhibida;
- Aceite siliconado: Conforme a la norma IEC 836 y ASTM D 4652-92 este también se ha desarrollado para garantizar una menor degradación del aceite y presenta buena resistencia a la oxidación. Su principal característica es un elevado punto de inflamabilidad;
- Aceite a base de ester: Conforme a la norma IEC 61099 y IEC 62770, se trata de un fluido con altas prestaciones, formulado específicamente para proporcionar una alternativa segura y superior con respecto a aceites tradicionales para los transformadores. Presenta una elevada seguridad contra incendios, una tolerancia superior a la humedad, sin olvidar un mayor respeto por el Medio Ambiente.

### 3.4. Funcionamiento

Cuando el transformador se alimenta según los datos de la placa, y disfruta de una temperatura ambiental no superior a la nominal, se puede definir como funcionamiento normal. Sin embargo, la duración de vida útil del transformador dependerá del desgaste de su aislamiento que, a su vez, está relacionada con el ciclo de carga al que esté sometido.

### 3.5. Ciclo de vida

Por envejecimiento se entiende la degradación natural de la propiedad de los materiales alcanzada por el transformador durante el servicio, debida al paso del tiempo, a las condiciones de uso y, especialmente, a la temperatura. La norma IEC 60076-7 define que las expectativas de vida de un transformador que funciona al 100% de carga y con temperatura ambiental nominal, son 180000 horas. Se recuerda además que los efectos por sobrecarga, aunque sean ocasionales, así como una instalación o uso erróneos, reducen notablemente estas expectativas de vida útil que, en cualquier caso, se calcula a partir de datos estadísticos.

Para preservar la duración de su transformador, es importante comprobar constantemente la temperatura ambiente de trabajo. Se aconseja reducir la carga en caso de que se supere el umbral de la temperatura máxima garantizada.

### 3.6. Efectos por sobrecarga

La aplicación de una carga superior a los valores nominales conlleva generalmente un aumento de la temperatura del devanado, del núcleo y de los terminales que, al recaer sobre el sistema aislante, puede conllevar un riesgo de descarga prematuro.

Los mayores riesgos asimilables por una sobrecarga de breve duración (inferior a 30 minutos) son:

- Aumento de las temperaturas de ejercicio hasta niveles críticos;
- Daños mecánicos en los devanados por repetidas sobrecargas eléctricas;
- Deterioro crítico de las propiedades mecánicas por altas temperaturas, lo que podría reducir la vida útil;
- Reducción de la rigidez dieléctrica.

Los efectos por sobrecarga de larga duración (superior a 30 minutos) son:

- Continuo deterioro de las propiedades mecánicas y dieléctricas del aislante con la consiguiente reducción de la capacidad de hacer frente a cortocircuitos;
- Otros materiales aislantes, así como partes estructurales y conductores, pueden sufrir un aumento de temperatura;
- El diseño de un transformador se basa en carga nominal; por lo tanto, el ciclo de vida del transformador se reducirá.

La norma IEC 60076-7 “Guía de carga para transformadores sumergidos en aceites”, define los límites aplicables para la superación de los valores de la placa.

Tabla 1 – Límites de corriente y temperatura por sobrecarga

Tipos de carga		Transformadores de hasta 2.5MVA	Transformadores de más de 2.5MVA
Ciclo de carga normal			
Corriente máxima	[p.u.]	1.5	1.5
Temperatura máxima punto caliente devanados [°C]		120	120
Temperatura máxima punto caliente aceite [°C]		105	105
Sobrecarga de larga duración (superior a 30 minutos)			
Corriente máxima	[p.u.]	1.8	1.5
Temperatura máxima punto caliente devanados [°C]		140	140
Temperatura máxima punto caliente aceite [°C]		115	115
Sobrecarga de breve duración (inferior a 30 minutos)			
Corriente máxima	[p.u.]	2.0	1.8
Temperatura máxima punto caliente devanados [°C]		n.a. <sup>1</sup>	160
Temperatura máxima punto caliente aceite [°C]		n.a. <sup>1</sup>	115
<b>ATENCIÓN:</b> Los límites de corriente y de temperatura no deben considerarse válidos al mismo tiempo. Se recuerda que, por encima de los 140°C en el punto caliente, se podrían crear burbujas de gas que podrían comprometer la rigidez dieléctrica del transformador.			

<sup>1</sup> No se aplica ningún límite ya que, por lo general, no es posible controlar la duración de una sobrecarga de este tipo.

El resto de las limitaciones se deben al campo magnético emitido provocado por un aumento de las corrientes. Esto puede causar temperaturas excesivas en las partes estructurales metálicas y, por lo tanto, reducir la sobrecargabilidad del transformador. Además, se recuerda que siempre que el punto caliente supere la temperatura indicada en la Tabla 1, las propiedades dieléctricas del sistema aislante podrían aumentar peligrosamente.

Por otro lado, también es necesario tener en consideración los efectos que el aumento de la corriente y de la temperatura pueden tener en los accesorios instalados, como puede ser la presión desarrollada por una expansión excepcional del aceite.

Se aconseja además reducir al mínimo la duración de cualquier tipo de sobrecarga para preservar así el aislamiento y garantizar las expectativas de vida útil del transformador. Si fuera necesario, contactar con nuestro servicio de atención al cliente.

### 3.7. Compatibilidad electromagnética

Los transformadores de potencia se consideran elementos pasivos en lo que respecta a las emisiones electromagnéticas. Molestias o interferencias en dispositivos sensibles, como instrumentos o centralitas, se pueden reducir y eliminar siguiendo estas sencillas precauciones:

- Tener agrupados los cables de fase y neutro;
- Evitar que el paso de los cables de potencia cruce dispositivos sensibles o cables de señales;
- Utilizar cables de señales apantallados.

### 3.8. Funcionamiento en paralelo

El funcionamiento en paralelo de dos o más transformadores puede justificarse por diferentes necesidades, entre las que se encuentran hacer frente a una carga variable, garantizando así un mayor rendimiento; seguridad y continuidad de servicio, en caso de avería o por mantenimiento de dos de los transformadores en paralelo. Para que esta unión funcione correctamente, es fundamental comprobar:

- La compatibilidad de los datos de la placa:
  - o Igualdad de las tensiones nominales;
  - o Igualdad de la relación de transformación en todas las posiciones;
  - o Igualdad del grupo vectorial;
  - o Igualdad de la impedancia de cortocircuito;
  - o La diferencia de máxima entre ambas potencias no debe superar el 30%;
- Usando un voltímetro, la concordancia entre la fase “uno” del transformador en servicio y la fase “uno” del transformador que hay que conectar en paralelo. El resultado debe ser igual a 0.

Una vez comprobados estos datos, se procede a posicionar y dar energía como se indica a continuación:

- Conectar las correspondientes fases de primarios;
- Conectar las correspondientes fases de secundarios;
- Conectar ambos transformadores a tierra juntos;
- Comprobar que las posiciones de los conmutadores se correspondan;
- Armar el interruptor primario dejando abierto el secundario;
- Asegurarse de la ausencia de desigualdades de tensión entre las respectivas fases;
- Proceder a cerrar el interruptor secundario.

Atención, una ejecución equivocada de esta conexión podría causar exceso de corrientes críticas y dañar los transformadores. Se aconseja informar siempre a Trafo Elettro S.r.l..

### 3.9. Temperatura ambiente

La temperatura ambiente debe permanecer siempre dentro de los límites nominales indicados en la ficha técnica.

En caso de que se verificara una temperatura ambiente máxima superior a lo indicado en la ficha técnica, sería posible utilizar el transformador reduciendo su carga. Es bueno asegurarse de que la aireación esté garantizada y no existan vínculos que puedan formar puntos calientes que dañen la máquina.

Si fuera necesario, se aconseja contactar con el servicio técnico de Trafo Elettro S.r.l..

## 4. Traslado y transporte

Las fases de envío son seguidas y documentadas directamente por Trafo Elettro S.r.l. La máquina se ancla fuertemente al camión utilizando los ojetes situados en la parte inferior del transformador. Se debe prestar atención a la posición de las cuerdas de tiro, que tienen que estar libres y no expuestas a corte. Se aplica una protección contra el polvo en la parte superior.

Para las expediciones marítimas, ferroviarias y aéreas está previsto el uso de un saco barrera y embalajes de madera.

Figura 3 – Anclaje correcto para el transporte



## 4.1. Recepción

Al recibir el transformador, y antes de firmar el documento de transporte, se aconseja proceder tal y como se indica a continuación:

- Comprobar la integridad de todos los embalajes citados en el documento de transporte;
- Documentar fotográficamente el estado de llegada;
- Comprobar la congruencia de las características indicadas en la placa con el documento de transporte.

Si se identificaran daños o incongruencias de envío, es necesario hacerlo saber inmediatamente al transportista. Se tendrá que enviar en un plazo máximo de 5 días una no conformidad escrita, con documentación fotográfica al constructor y al transportista. En caso contrario, se considerará que el transformador se ha entregado en perfectas condiciones.

### 4.1.1. Registro de golpes

Registradores adhesivos de un solo uso o dispositivos electrónicos de varios usos se pueden instalar de acuerdo con el cliente de Trafo Elettro.

La solución adhesiva proporciona una indicación general sobre lo que ha ocurrido durante el transporte. Generalmente muestran una inclinación máxima o que se ha superado una aceleración G predefinida.

Los productos electrónicos, en cambio, garantizan un registro más preciso durante el transporte. Cuando el transformador llega a destino es necesario:

- Apagar el dispositivo;
- Desmontar el dispositivo;
- Indicar la fecha y la hora en la etiqueta del instrumento;
- Enviar el instrumento a Trafo Elettro S.r.l. para una valoración de los datos registrados.

El registro de golpes es parte de la expedición, si faltara o estuviera dañado, el cliente debe contactar con nuestro servicio de envíos.

Se indica que el registro de golpes proporciona solo una indicación de los posibles daños que podrían haberse producido durante el transporte, pero no constituye una prueba indiscutible de avería. Se recuerda que el instrumento registrará también los impactos provocados por golpes o por caídas accidentales del propio instrumento. La prueba de que el daño se ha producido de hecho en el transformador se podrá determinar solo después de test o inspección interna.

## 4.2. Traslado

Es una buena práctica, especialmente para transformadores de grandes dimensiones, controlar y planificar el trayecto a realizar, anticipando así posibles problemas u obstáculos que podrían causar daños o complicar el transporte.

Antes de proceder con la descarga, es bueno tomar todas las precauciones indicadas en el Capítulo 2 “Seguridad”.

Se recuerda que el transformador es un componente frágil, y tiene que ser manipulado con cuidado. Evitar roturas y proceder a baja velocidad en todas las fases. No tirar ni empujar el transformador de la caja y actuar solo en los ojetes indicados en el diseño de dimensiones.

El traslado del transformador puede realizarse:

- Mediante el uso de cáncamos de elevación adecuados según el objetivo y el peso que deben soportar. Es importante utilizar todos los cáncamos indicados en el diseño de dimensiones, el ángulo máximo formado por las cadenas no debe superar los 60°;



Figura 4 - Elevación mediante cáncamos

- Para máquinas de pequeño tamaño, es posible transportar el transformador mediante una carretilla elevadora, asegurarse de que las horquillas reposen sobre el carro y no en el fondo de la caja;
- Para pequeños traslados, se han colocado ojetes de arrastre en la parte inferior del transformador.

Antes de cualquier operación, es necesario revisar los documentos del transformados en los que se indica de forma clara el peso y la posición de cada órgano de elevación.



Figura 5 - Elevación mediante carretilla elevadora



Figura 6 - Arrastre de un transformador

## 5. Almacenamiento

A pesar de que se recomienda la instalación del transformador en el menor tiempo posible, puede ser necesario un periodo de almacenamiento. En tal caso, Trafo Elettro S.r.l. sugiere seguir estas indicaciones para preservar mejor el estado del transformador:

- El lugar debe estar cerrado y ventilado;
- Se deben evitar sitios húmedos y polvorientos;
- La temperatura del almacén tiene que estar comprendida entre  $-25^{\circ}\text{C}$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- El embalaje no se debe retirar durante todo el periodo de almacenamiento. En especial, la cubierta de protección de los aisladores plug-in debe dejarse instalada (si la hay);
- El transformador se debe proteger de golpes accidentales.

Para transformadores dotados de depósito de expansión, se recomienda la instalación de un deshumidificador y el control periódico de las esferas de Silica-gel. Además, si las hay, abrir las válvulas de independización de Buchholz y los radiadores.

## 6. Instalación

Después de recibir la mercancía, se procede a su instalación. Seguir paso a paso todo lo que se indica en este capítulo tiene la finalidad de preparar el transformador para un correcto funcionamiento a lo largo del tiempo.

Se ruega que se preste atención a todo lo que se indica en el Capítulo 2 “Seguridad” antes de proceder con las fases operativas.

Antes de comenzar, asegurarse de que todas las partes entregadas estén disponibles y presentes en el lugar. Véase diseño de dimensiones.



## 6.1. Zona de instalación

Un transformador Trafo Elettro se puede instalar tanto en interiores como en exteriores. En la ficha técnica siempre se indica el tipo de protección definido en fase de compra y, junto con la categoría corrosiva, identifica el espacio idóneo para su ubicación final.

El lugar tiene que garantizar una adecuada aireación del transformador, y además satisfará los requisitos de seguridad dictados por las normas en vigor en el país de instalación (tales como depósitos de recogida o sistemas de protección contra incendios).

El uso en espacios especialmente agresivos está permitido previa comunicación a Trafo Elettro S.r.l., que procederá a proporcionar la solución más adecuada.

### 6.1.1. Instalación interna

El local no deberá presentar peligro de goteo de agua o inundación. Salvo que se especifique de otra forma en la ficha técnica, la altitud no superará 1000msnm y se mantendrá en una temperatura comprendida entre  $-25^{\circ}\text{C}$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ . Los cimientos tendrán que soportar el peso del transformador, manteniéndolo en un plano no inclinado para evitar que se deslice.

#### 6.1.1.1. Ventilación

Para garantizar unas condiciones de funcionamiento óptimas, es necesario asegurar una ventilación suficiente para garantizar la eliminación de las pérdidas del transformador.

Es necesario que el transformador se instale a una distancia no inferior a 300mm de las paredes y no inferior a 600mm a otros transformadores.

El local tiene que contar con una apertura de aire fresco, situada en la parte baja del local, y de una apertura de salida, situada en lo alto, en la parte opuesta a la anterior, para permitir un recambio de aire de, como mínimo,  $4\text{m}^3/\text{min}$  por cada kW de pérdida.

Se recuerda además que las aperturas tendrán que impedir la entrada de cuerpos extraños, agua u otros contaminantes.

Se advierte de que la instalación en un local con escasa aireación o con una temperatura media anual superior a  $30^{\circ}\text{C}$  conlleva una reducción de la potencia nominal. En este caso, se aconseja la instalación de un extractor o de un sistema de ventilación forzada en la máquina. Contactar con Trafo Elettro S.r.l. para un correcto dimensionamiento.

**!!Atención!!** Una circulación de aire insuficiente, además de reducir la vida media del transformador, provoca un calentamiento que puede causar la intervención de la protección térmica.

### 6.1.2. Instalación externa

La instalación externa deberá contar con cimientos adecuados para soportar el peso del transformador, manteniéndolo sobre un plano no inclinado para evitar que se deslice. Las instalaciones alternativas se deben representar por soluciones "con estaca", que requieren de anclajes adecuados según el peso del transformador. Además, salvo que se especifique de otra forma en la ficha técnica, la altitud máxima no superará los 1000msnm. y tendrá una temperatura de entre  $-25^{\circ}\text{C}$  y  $+40^{\circ}\text{C}$ .

## 6.2. Distancias eléctricas mínimas

Para un transformador con terminales en ejecución IP00, será necesario respetar las distancias eléctricas indicadas en la Tabla 2 entre los aisladores y otros cuerpos o estructuras metálicas.

Tabla 2 – Distancias mínimas de aislamiento

Tensión máxima Um [kV]	Impulso atmosférico LI [kV]	Distancia mínima en aire [mm]
3.6	20	60
	40	60
7.2	60	90
12	75	120
	95	160
17.5	95	160
24	125	220
	145	270
36	170	320
52	250	480
72.5	325	630
	350	630

ESP

### 6.3. Montaje del transformador

Este manual se debe considerar completo para transformadores recibidos completamente montados y llenos de aceite. En caso de necesidades dimensionales, como pueden ser acuerdos establecidos con el cliente, es posible recibir la mercancía para montar. En este caso, siempre se adjunta documentación suficiente para el montaje y llenado in situ.

### 6.4. Instalación de las ruedas

El montaje de las ruedas se puede realizar in situ usando un puente grúa, una grúa o gatos hidráulicos. Se ruega que se eche un vistazo al peso indicado en la placa y buscar medias y accesorios adecuados según el objetivo. La colocación de las ruedas se puede realizar en las dos direcciones principales. Consultar el diseño de dimensiones para más información.



Figura 7 - Instalación de las ruedas

### 6.5. Instalación de los antivibradores

La oferta de antivibradores es variada y cambia según el tipo de uso y el lugar de instalación. Habitualmente usados para reducir las vibraciones transmitidas a tierra, se instalan directamente en los carros del transformador o bajo las ruedas. Consultar el diseño de dimensiones antes de proceder con la instalación.

### 6.6. Ajuste

Un perno flojo puede causar una cesión mecánica, un punto caliente en la conexión de los terminales, o una pérdida de aceite. Por ello, es importante comprobar periódicamente el ajuste de la tornillería con una llave dinamométrica calibrada.

Tabla 3 – Pares de apriete aplicables

Tornillo / Perno	Tipo de llave [mm]	Conexiones eléctricas [Nm] A2-70	Conexiones mecánicas [Nm] A2-70	
			Sin protección	Con protección
M6	10	n.a.	10	8
M8	13	20	20	15
M10	17	35	35	30
M12	19	50	60	45
M14	22	70	100	75
M16	24	80	150	115
M20	30	110	290	220

Tornillo / Perno	Tipo de llave [mm]	Aisladores de baja tensión [Nm] OT63
M12	19	12
M20	30	20
M30	46	30
M42	65	55
M48	75	60
M55	85	75
M64	95	90

Tipo	Tipo de llave [mm]	Válvulas de descarga [Nm]
DIN22	46	120
DIN31	65	140

Tipo	Tipo de llave [mm]	Tapón de llenado [Nm]
2° GAS	42	110

Nota: Por conexiones mecánicas con protección se entiende la presencia de una protección de compresión. Véase par de apriete indicado en la columna "Sin protección" si hay o-ring con sede.

## 6.7. Terminales de media y de baja tensión

Los terminales del transformador se identifican claramente mediante etiquetas. En caso de duda, se aconseja consultar el diseño de dimensiones.

Una conexión correcta de los cables de línea NO debe sobrecargar los terminales del transformador. Preparar soportes adecuados en fase de instalación.

La ejecución estándar Trafo Elettro prevé la posición de las terminaciones MT y BT situadas en la cubierta. El resto de las ejecuciones pueden ser solicitadas en el momento del pedido.

Para los pares de apriete aplicables, consultar lo que se indica en la Tabla 3.

Siempre que se solicite la terminación con aislador de clavija, es necesario contar con parte desconectable. La sección del cable y el diámetro externo completo del aislamiento definen lo que es necesario.

Se aconseja, además, sobre todo en caso de conexión directa con líneas aéreas, contar con descargadores de exceso de tensión adecuados, los cuales protegen el transformador de impulsos de origen atmosférico.

## 6.8. Terminales de tierra

Cada transformador está dotado de dos puntos de tierra situados en la parte inferior del transformador. Consultar con el diseño de dimensiones para identificarlos y utilizar un cable de sección adecuada para la puesta a tierra de las partes metálicas.

## 6.9. Conmutador

El conmutador, generalmente situado sobre la cubierta, sirve para regular la tensión primaria, adecuándola todo lo posible a la tensión de red. La operación se debe realizar en ausencia de tensión, moviendo el regulador en la dirección deseada siguiendo cuanto se indica en la placa. El conmutador está unido correctamente cuando la tensión secundaria equivale al valor indicado en la placa. Colocando el conmutador en tensiones primarias más altas de la de alimentación, se obtienen tensiones más bajas en el lado secundario. Por el contrario, colocando en tensiones primarias más bajas, se obtienen tensiones más altas en el lado secundario.



Figura 8 - Conmutador standard

ESP

## 6.10. Válvulas de independización

Si las hay, es indispensable abrir todas las válvulas de independización antes de la puesta en marcha del transformador. Consultar el diseño de dimensiones para identificar las válvulas.

## 6.11. Accesorios y circuitos auxiliares

Conectar a la instalación los dispositivos de control de los que está equipado el transformador es el último paso de instalación del transformador.

Por lo que respecta a la configuración, se recomienda consultar el esquema de conexiones y los manuales de los accesorios.

### 6.11.1. Deshumidificador de aire

Este accesorio, proporcionado con los transformadores de tipo respirante, sirve para evitar la contaminación del fluido aislante. Comprobar en el diseño de dimensiones la posición correcta del deshumidificador.

- Desenroscar el tapón de protección (podría salir una pequeña cantidad de aceite);
- Retirar la protección de plástico que preserva el estado de las esferas de Silica-gel, las cuales deberán ser de color anaranjado, en caso contrario véase Parágrafo 8.2 );
- Instalar el deshumidificador en la posición indicada;
- En caso de uso de un modelo con cierre hidráulico, será necesario llenar el recipiente, situado en la parte terminal del componente, con aceite mineral hasta el nivel indicado. Esto actuará como filtro y preservará el estado de las esferas.

### 6.11.2. Relè Buchholz

A fin de bloquear los flotantes, evitando su dañado en fase de transporte, se coloca un bloque dentro del tapón de protección del botón de prueba mecánica. Es necesario retirar este bloque reestableciendo el correcto funcionamiento del accesorio. Se recuerda que el relè solo está disponible en transformadores de tipo respirante, véase el diseño de dimensiones.

## 7. Puesta en marcha

Antes de poner en funcionamiento el transformador, es bueno realizar algunos controles mientras el transformador está desconectado de la línea.

Se recuerda, tal y como se indica en el Parágrafo "Seguridad", que las operaciones de puesta en marcha las debe llevar a cabo personal técnico especializado, y que se deben respetar todas las medidas de seguridad.

Realizar una medida de la resistencia de aislamiento asegurándose de que los terminales MT y BT estén desconectados del transformador. Véanse los valores indicados en la Tabla 4.

Tabla 4 - Resistencia de aislamiento mínima a 20°C

Clase de aislamiento [kV]	Resistencia [ $M\Omega$ ]	Tensión aplicable para 1' [V]
1.1	$\geq 500$	2500
3.6	$\geq 1000$	2500
7.2	$\geq 1000$	5000
12	$\geq 1000$	5000
17.5	$\geq 1000$	5000
24	$\geq 1000$	5000
36	$\geq 1000$	5000
52	$\geq 5000$	5000
72.5	$\geq 5000$	5000

Check-list para la puesta en marcha

- Megaohmetro** Prueba de aislamiento;
- Visual; Llave dinamoétrica** Comprobar el correcto ajuste de todos los componentes, de los terminales de media y baja tensión, incluso la conexión a tierra;
- Visiva; Metro** Comprobar la distancia entre las partes en tensión según la clase de aislamiento;
- Visiva; Multímetro** Comprobar la conexión a tierra;
- Visiva; Voltmetro** Comprobar que la tensión de la instalación corresponda con la de la placa;
- Visiva** Comprobar que los cables de conexión no recaigan sobre los terminales;
- Visiva** Comprobar que las válvulas de independización de radiadores y relé Buchholz estén abiertas (si las hay);
- Visiva** Verificar que el transformador esté limpio y que no tenga nada encima;
- Visiva** Controlar el funcionamiento de los accesorios y asegurarse de haber realizado un calibrado correcto;
- Visiva** Verificar el funcionamiento de los ventiladores (si los hay);
- Visiva** Verificar el correcto funcionamiento de los interruptores MT y BT.

Una vez que se hayan realizado dichos controles, se puede cerrar el interruptor de media tensión. El transformador emitirá en seguida un fuerte zumbido, que rápidamente se estabilizará. Proceder con los siguientes controles:

- Verificar que la tensión secundaria corresponde con los datos de la placa;
- Verificar el valor de las tensiones concatenadas y en estrella;
- Verificar el sentido cíclico de las fases.

Una vez que se hayan verificado estas condiciones, se puede cerrar el interruptor de baja tensión. En caso de duda, contactar con nuestro servicio técnico.

## 8. Mantenimiento

Un mantenimiento periódico del transformador permite que tenga una elevada eficiencia a lo largo del tiempo y, además, alarga su vida útil.

Se recuerda que el personal que realiza la intervención tiene que estar cualificado para ello y respetar todos los requisitos de seguridad indicados en el Capítulo “Seguridad”.

Atención:

- Las operaciones de mantenimiento se deben realizar con el transformador sin energía;
- La temperatura del transformador que acaba de ser desconectado podría causar quemaduras;
- Las partes superiores de transformador tendrán que alcanzarse usando escaleras y no subiéndose al aparato;
- Se desaconseja usar disolventes o abrasivos, ya que podrían dañar partes del transformador;
- No dejar abandonados objetos en contacto con el transformador una vez realizada la limpieza.

Tabla 5 - Mantenimiento periódico

Periodicidad	Tipo de intervención	Instrumental
Semestral	Comprobación y registro de la temperatura máxima del aceite (si hay termómetro de aceite)	Visual
Semestral	Comprobación y registro de la temperatura máxima de los devanados (si hay imagen térmica)	Visual
Semestral	Comprobación y registro de las variaciones de nivel de aceite (si hay indicador)	Visual
Semestral	Comprobación y registro del estado de la válvula de exceso de presión	Visual
Semestral	Comprobación del estado de las esferas de Silica-gel (si las hay) Nota: es necesario cambiarlas si presentan coloración verde	Visual
Semestral	Comprobación de ausencia de pérdida de aceite	Visual
Anual	Limpieza de polvo, acumulación de suciedad, con especial atención a los aisladores.	Aire comprimido seco máx. 3 bar y trapos limpios

Anual	Control de los pares de apriete de los componentes.	Llave dinamométrica; véase Tabla 3
Anual	Control de los pares de apriete de las conexiones de media y baja tensión, incluyendo la conexión a tierra.	Llave dinamométrica; véase – Pares de apriete apTabla 3
Anual	Accionamiento del conmutador en todas las posiciones (tanto vacío como con carga). Para mantener íntegra su funcionalidad se aconseja realizar toda la serie completa un par de veces.	Manual
Anual	Comprobación de la funcionalidad de los accesorios instalados.	Multímetro
Cada 2 años	Extraer y analizar una muestra de aceite (solo para transformadores respirantes)	Manual; véase Parágrafo 8.1
Cada 10 años	Extraer y analizar una muestra de aceite (solo para transformadores herméticos)	Manual; véase Parágrafo 8.1

Se aconseja elaborar una ficha de mantenimiento para monitorizar las intervenciones realizadas. Una breve descripción y la fecha correspondiente serán suficientes.

### 8.1. Extracción de muestras de aceite

Las causas que llevan a un deterioro gradual del aceite son la absorción de la humedad del aire y la oxidación producida por partículas extrañas.

Por lo tanto, podemos afirmar que las máquinas de ejecución hermética garantizan a nivel constructivo, la ausencia de contacto aire-aceite, requerirán un menos control del fluido aislante, mientras que los transformadores respirantes necesitarán de análisis periódicos para asegurar un elevado nivel de aislamiento. A pesar de que realizar una extracción de aceite es una operación sencilla, es necesario seguir minuciosamente el siguiente procedimiento, para garantizar un resultado realista y coherente con análisis anteriores y futuros.

En primer lugar, es necesario contar con un frasco de un solo uso con un grado de limpieza controlado (nuevo, limpio y sin residuos de ningún tipo). La presencia de agua o de otras sustancias podría comprometer la prueba.

Las operaciones se realizarán con la ayuda de una válvula de vaciado o de extracción de muestras (si la hay), desde la cual, después de recibir la autorización de Trafo Elettro S.r.l., habrá que retirar el precinto.

- Utilizar guantes nuevos;
- Drenar un poco de aceite desde el punto de extracción en un contenedor de recogida;
- Extraer unos 200ml directamente en el frasco;
- Sellar el frasco;
- Volver a sellar la válvula;
- Registrar la operación en la ficha de mantenimiento.

Los test se tienen que realizar según la norma IEC 60599. Si no se dispone de instrumental de análisis, enviar a un laboratorio especializado o a Trafo Elettro S.r.l., indicando la fecha de la extracción y la matrícula del transformador.

Se aconseja realizar un tratamiento del fluido aislante siempre que los resultados obtenidos en el muestreo no sean satisfactorios.

## 8.2. Restauración de las esferas de Silica-gel

Las esferas de Silica-gel evitan la contaminación del aceite por parte de partículas de agua presentes en el ambiente.

Monitorizar el estado de los deshumidificadores de aire significa intervenir con rapidez cuando sea necesario reestablecer la eficacia.

De un característico color anaranjado en estado seco, con el paso del tiempo y la absorción de humedad, estas esferas de gel de sílice alcanzarán una coloración verde. Es posible regenerar su eficacia siguiendo este procedimiento:

- Retirar las esferas que hay dentro del deshumidificador;
- Distribuir las esferas de forma uniforme en una bandeja de horno;
- Desechar las esferas a una temperatura de 130°C-140°C hasta que las esferas muestren un color anaranjado.

Las esferas de Silica-gel pueden volver a utilizar una vez reacondicionada.

## 8.3. Restauración del barnizado

Una larga exposición a agentes atmosféricos, una limpieza escasa o un ambiente especialmente agresivo pueden provocar la formación de óxido en puntos críticos.

La importancia del mantenimiento de la protección alarga la vida útil del transformador y garantiza su eficiencia a lo largo del tiempo.

Siempre que sea necesario un retoque, se aconseja:

- Eliminar los restos de óxido con papel de lijar o con una espátula;
- Aumentar la adherencia del retoque puliendo con papel de lijar en las proximidades del punto en cuestión;
- Limpiar y secar bien la zona en cuestión;
- Siguiendo lo que se indica en la ficha técnica del barniz elegido, respetar la dosis de disolución y el tiempo de aplicación;
- Aplicar varias veces si es necesario.

Se recuerda que el código de color RAL, siempre se indica en la ficha técnica y en el diseño de dimensiones. Para más información, contactar con Trafo Elettro S.r.l..

## 8.4. Mantenimiento extraordinario

En caso de que el transformador se use de forma discontinua, es oportuno llevar a cabo todos los puntos indicados en la Tabla 5 antes de volver a dar energía a la máquina.

En caso de fenómenos excepcionales, como excesos de tensión, fenómenos atmosféricos o inundaciones, así como daños a accesorios o componentes, se aconseja contactar con nuestro servicio de atención antes de proceder a la puesta en marcha.

Más documentación para intervenciones más serias, como sustitución de componentes dañados, está disponible en Trafo Elettro, por si fuera necesaria.

Finalmente, se aconseja aumentar la frecuencia de las intervenciones de mantenimiento en caso de que el transformador opere en condiciones climáticas extremas, como elevadas tasas de humedad, ambientes excesivamente contaminados o polvorientos, o en máquinas sometidas a numerosas sobrecargas.



## 9. Anomalías de funcionamiento

En la siguiente tabla se muestran las anomalías más frecuentes, con sus correspondientes resoluciones, que presentarse durante el funcionamiento normal del transformador.

*Tabla 6 - Anomalías comunes*

Problema	Posible causa	Resolución
Alarma de temperatura elevada	Carga excesiva con respecto a la potencia del transformador	Verificar la carga efectiva y compararla con la de la placa. Reducir la carga.
Alarma de temperatura elevada	Configuración de alarma no correcta	Verificar los valores de umbral configurados (véase Parágrafo 3.2)
Alarma de temperatura elevada	Puesta en marcha de motores con elevadas corrientes de arranque	Evitar puestas en marcha simultáneas y reducir su repetitividad
Alarma de temperatura elevada	Elevado contenido armónico en el sistema	Introducir filtros para los aparatos que generen armónicos.
Alarma de temperatura elevada	Carencia de ventilación de local	Verificar que las aperturas no han estado obstruidas y reemprender la circulación de aire
Alarma de gas en el Buchholz	Aire residual en el relé	Evacuarlo
Excesivo ruido de fondo	Tensión de alimentación demasiado alta	Regular el conmutador de tensión (véase parágrafo 6.9)
Excesivo ruido de fondo	Resonancias mecánicas	Instalar dispositivos antivibradores
Pérdida de aceite por las juntas	Aflojamiento de aprietes	Apriete las juntas siguiendo lo indicado en la Tabla 3

## 10. Desmontaje y desechado

Trafo Elettro S.r.l. es muy consciente de su propia responsabilidad empresarial con el Medio Ambiente y solicita a sus clientes su apoyo activo para un desechado correcto y eco compatible de los aparatos. Desde 1970 nuestra empresa utiliza fluidos aislantes sin policlorobifenilo (PCB), prohibidos a nivel mundial para salvaguardar la seguridad humana y medioambiental, ya que son sustancias altamente tóxicas debido a la creación de gas a partir de arcos eléctricos. El continuo desarrollo de aislantes más eficaces nos permite proporcionar al cliente soluciones cada vez más eco compatibles y reciclables, garantizando un segundo uso después de la vida del transformador.

**Núcleo**

Tipo: Metal  
 Identificación: Hoja magnética  
 Fe-Si Armaduras 1.0037-1.0577  
 Estado físico: Sólido  
 Reacciones peligrosas:  
 Ninguna  
 Clasificación:  
 Chatarra metálica ferrosa

**Conductor de devanados**

Tipo: Metal  
 Identificación: Cu ETP o Al AW  
 1050 A  
 Estado físico: Sólido  
 Reacciones peligrosas:  
 Ninguna  
 Clasificación:  
 Chatarra metálica

**Aislante de devanados**

Tipo: Aislante  
 Identificación: Cartógeno o  
 cartógeno con polímero amorfo  
 Estado Físico: Sólido  
 Reacciones peligrosas:  
 Ninguna  
 Clasificación:  
 Residuo especial

**Carpintería**

Tipo: Metal  
 Composición química: 1.0037 o  
 1.0577  
 Estado físico: Sólido  
 Reacciones peligrosas:  
 Ninguna  
 Clasificación:  
 Chatarra metálica ferrosa

**Aceite**

Tipo: Fluido aislante  
 Composición química: Tal y como  
 se indica en ficha técnica  
 Estado físico: Líquido  
 Reacciones peligrosas:  
 Véase ficha de seguridad  
 Clasificación:  
 Residuo especial

Los principales materiales que normalmente se usa para el embalaje de nuestros productos son los siguientes:

- Nylon transparente LDPE;
- Film alveolar transparente HDPE;
- Paneles de madera de fibras orientadas OSB, compuestos por abeto, pino y resinas sintéticas (fenólicas PF, ureicas MUF y poliuretánicas PMDI);
- Ejes o perfiles de abeto blanco tratado;
- Sacos desecantes de arcilla MSDS en bolsas Tyvek®;
- Rejas de poliéster PL;
- Película de polietileno de cobertura LDPE;
- Bolsa de protección impermeable (poliéster PET, Aluminio ALU, polietileno PE);
- Anclajes metálicos.

El desechado del transformador se debe realizar según lo indicado por las normativas nacionales y locales en vigor en el país de instalación.

Remitimos a los manuales y a las fichas técnicas de los accesorios para un correcto desechado de los mismos.

Se declina toda responsabilidad en caso de desechado erróneo o en caso de daño causado a personal no debidamente formado.

## 11. Contacto

Para comunicaciones, indicaciones o dudas, podéis dirigiros a nuestra sede.

Teléfono: +39 0444 482 204

Fax: +39 0444 483 956

e-mail: [info@trafoelettrio.com](mailto:info@trafoelettrio.com)

Dirección: Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy

Web: [www.trafoelettrio.com](http://www.trafoelettrio.com)

Handbuch für Öltransformatoren

Ausgabe: Januar 2021

Revision: 00 vom 01/2021

Trafo Elettro S.r.l.  
trafoelettro.com

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen sind ausschließliches Eigentum der Trafo Elettro S.r.l.. Jede vollständige oder teilweise Reproduktion ist verboten.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Ziel.....	3
1.1.	Garantieleistungen.....	3
2.	Sicherheit.....	3
3.	Der Transformator.....	4
3.1.	Dokumentation.....	5
3.2.	Zubehör.....	5
3.3.	Isolierflüssigkeiten.....	6
3.4.	Betrieb.....	6
3.5.	Lebensdauer.....	7
3.6.	Auswirkungen einer Überlastung.....	7
3.7.	Elektromagnetische Kompatibilität.....	8
3.8.	Parallelbetrieb.....	9
3.9.	Umgebungstemperatur.....	9
4.	Handhabung und Transport.....	9
4.1.	Warenentgegennahme.....	10
4.1.1.	Stoßaufzeichnungsgerät.....	10
4.2.	Handhabung.....	10
5.	Aufbewahrung.....	11
6.	Installation.....	11
6.1.	Installationsort.....	12
6.1.1.	Installation im Innenraum.....	12
6.1.1.1.	Lüftung.....	12
6.1.2.	Installation im Freien.....	12
6.2.	Elektrische Mindestabstände.....	12
6.3.	Montage des Transformators.....	13
6.4.	Montage der Fahrrollen.....	13
6.5.	Montage der Schwingungsdämpfer.....	13
6.6.	Festziehen von Schraubverbindungen.....	13
6.7.	Endverschlüsse für Mittel- und Niederspannung.....	14
6.8.	Erdungsanschlüsse.....	15
6.9.	Kommutator.....	15
6.10.	Absperrventile.....	15
6.11.	Zubehör und Nebenstromkreise.....	15
6.11.1.	Luftentfeuchter.....	15
6.11.2.	Buchholz-Relais.....	15
7.	Inbetriebnahme.....	16
8.	Wartung.....	17
8.1.	Ölprobenentnahme.....	18
8.2.	Regenerieren von Silicagel.....	19
8.3.	Lackierungsarbeiten.....	19
8.4.	Außerordentliche Wartung.....	19
9.	Betriebsstörungen.....	20
10.	Demolierung und Entsorgung.....	20
11.	Kontaktdaten.....	22

DEU

## 1. Ziel

Trafo Elettro Transformatoren werden nach den geltenden Vorschriften und strengen Qualitätsstandards berechnet, gebaut und geprüft. Dieses Dokument erläutert eine sichere Vorgehensweise bei Installation, Einsatz und Wartung von ölisolierten Transformatoren.

Das Handbuch muss den Geräten immer beiliegen, sorgfältig aufbewahrt und dem zuständigen Personal zur Verfügung gestellt werden.

Die korrekte Befolgung dieser Anweisungen trägt dazu bei, die hohe Effizienz Ihres Gerätes zu bewahren und seine Lebensdauer zu verlängern.

### 1.1. Garantieleistungen

Trafo Elettro Transformatoren haben ein Jahr Garantie auf Fabrikationsfehler ab Abnahmedatum. Eventuelle Änderungen können auf dem Bestellschein eingetragen werden.

Die Unversehrtheit des Garantiever schlusses ist grundsätzliche Voraussetzung für einen Anspruch auf Garantieleistungen.

## 2. Sicherheit

Trafo Elettro S.r.l. übernimmt keine Verantwortung für Arbeiten, die von nicht ausreichend qualifiziertem Personal ausgeführt werden. Die Arbeitenden müssen qualifizierte und geschulte Elektrofachkräfte sein, sowohl aus technischer als auch aus sicherheitstechnischer Sicht. Unsachgemäße Handhabung und Installation kann den Transformator ernsthaft beschädigen und seine korrekte Funktion beeinträchtigen, was zu Schäden an Personen oder der Umgebung führen kann.

Sicherheit bedeutet das Nichtvorhandensein von Gefahren für Personen und Gegenstände, wenn der Transformator in oder außer Betrieb ist. Dies bedeutet, mögliche Störungen zu erkennen, mit dem Ziel, diese zu beseitigen oder zu reduzieren und die Risikogrenze auf einen akzeptablen Wert herabzusetzen. Bevor Sie irgendwelche Maßnahmen ergreifen, ist es von grundlegender Bedeutung, sämtliche Unterlagen, einschließlich technisches Datenblatt, Maßzeichnungen, Prüfprotokoll, sowie dieses Handbuch und das Sicherheitsdatenblatt der Isolierflüssigkeit zu lesen. Diese Unterlagen liegen dem Trafo Elettro Transformator immer bei und bei Bedarf kann eine Kopie angefordert werden.

Im Folgenden finden Sie einige Sicherheitshinweise:

- Alle Arbeiten müssen von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Es wird empfohlen, Tätigkeiten im Voraus zu planen und mögliche Fluchtwege zu kennen;
- Unbefugte dürfen keinen Zutritt zum Standort haben;
- Der Arbeitende ist verpflichtet, bei allen Tätigkeiten auf dem Transformator folgende persönliche Schutzausrüstung zu tragen:
  - o Sicherheitsschuhe
  - o Helm
  - o Arbeitsoverall
  - o Handschuhe
  - o Auffanggurt (falls erforderlich)
- Die im jeweiligen Installationsland geltenden Sicherheitsvorschriften sind zu beachten;
- Die Anweisungen des örtlichen Energieversorgers sind zu beachten;
- Alle Arbeiten an und auf dem Transformator müssen bei ausgeschalteter Anlage durchgeführt werden;
- Der Transformator darf nur zu den Zwecken, zu denen er geplant wurde, verwendet werden;
- Die Installation des Transformators unter Einhaltung der minimalen elektrischen Isolationsabstände gewährleistet die Sicherheit des Arbeitenden auch in Bezug auf die Exposition gegenüber dem erzeugten Magnetfeld;
- Beachten Sie die Warnschilder;

- Jede Änderung oder Reparatur, die ohne die Genehmigung von Trafo Elettro S.r.l. durchgeführt wird, ist verboten;
- Die Entsorgung des Transformators muss gemäß den im Installationsland geltenden Vorschriften erfolgen.

### 3. Der Transformator

Wie in der Norm IEC 60076-1 beschrieben, ist ein Transformator ein statisches elektrisches Gerät mit zwei oder mehr Wicklungen, die durch elektromagnetische Induktion ein Wechselspannungs- und Stromsystem in ein anderes System mit im Allgemeinen anderen Spannungs- und Stromwerten bei gleicher Frequenz zum Zwecke der Stromübertragung umwandelt.

Der Transformator in hermetisch geschlossener Ausführung besteht aus einem Magnetkern, einer Primär- und Sekundärwicklung, einem Kessel und einem Deckel. Zusätzlich ist das Gerät immer mit einem festangebrachten Typenschild mit seinen Nenndaten ausgestattet.

Diese Lösung garantiert, dass Luft und Öl nicht in Kontakt kommen und verringert dadurch Kontrollen und Wartungsarbeiten. Die Flüssigkeitsausdehnung während des Betriebs wird von den mit dem Kessel verschweißten Kühlrippen aufgenommen.

- A - Kessel
- B - Deckel
- C - Fahrgestell
- D -MS-Endverschlüsse
- E - NS-Endverschlüsse
- F - Leerlaufschalter
- G - Typenschild
- H - Schutzvorrichtung
- I - Sicherheitsventil
- J - Thermometertasche
- K - Fahrrollen
- L - Ablass- und Probenentnahme-ventil
- M - Erdungsanschlüsse
- N -Hebeösen

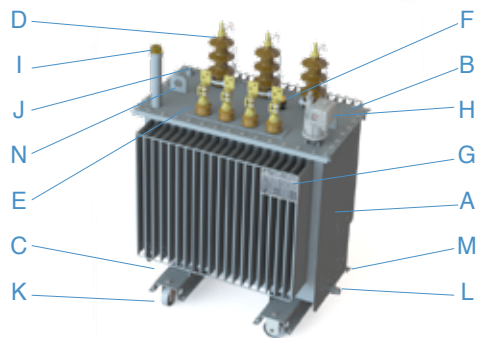


Abbildung 1 - Triansformator geschlossener

Der Transformator in atmender Ausführung hingegen besteht aus einem Magnetkern, jeweils einer Primär- und Sekundärwicklung, einem Kessel, einem Deckel und einem Ausdehnungsgefäß. Auch in diesem Fall ist ein Typenschild mit den Nenndaten fest am Gerät angebracht.

Diese Lösung, die in der Regel bei größeren Dimensionen eingesetzt wird, garantiert die Ausdehnung des Öls im Ausdehnungsgefäß. Ein Luftentfeuchter verhindert die Verunreinigung der Flüssigkeit durch die in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit.

- A - Kessel
- B - Deckel
- C - Fahrgestell
- D - Ausdehnungsgefäß für Öl
- E - MS-Endverschlüsse
- F - NS-Endverschlüsse
- G - Leerlaufschalter
- H - Typenschild
- I - Öltemperaturanzeiger
- J - Ölstandanzeiger
- K - Anschlussdose Nebenstromkreise
- L - Luftentfeuchter
- M - Fahrrollen
- N - Ablass- und Probenentnahmeventil
- O - Filterventil
- P - Auffüllstutzen
- Q - Abnehmbare Radiatoren
- R - Erdungsanschlüsse
- S - Hebeösen

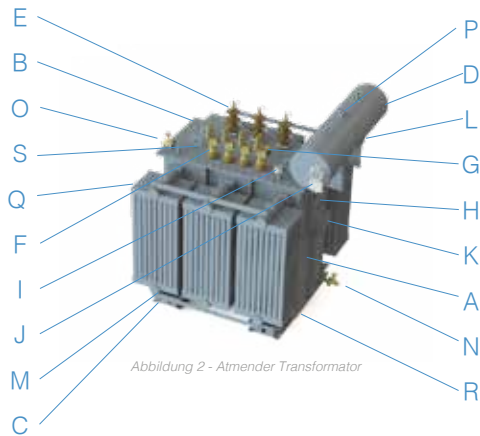


Abbildung 2 - Atmender Transformator

### 3.1. Dokumentation

Dem Trafo elettro Transformator sind stets Unterlagen beigelegt, denen die wichtigsten Geräteeigenschaften zu entnehmen sind.

- Im technischen Datenblatt sind sowohl die elektrischen als auch die mechanischen Nenndaten des Transformators aufgeführt, weiterhin gibt es einen Überblick über installierte Zubehörteile;
- Die Maßzeichnung zeigt die maximalen Abmessungen, den Aufbau und das Gewicht des jeweiligen Transformators;
- Der Schaltplan der Nebenstromkreise wird geliefert, wenn aufgrund der Notwendigkeit eine Anschlussdose montiert ist;
- Das Prüfprotokoll bestätigt die Einhaltung der Normen und der eventuellen Anforderungen des Kunden;
- Das Öl-Sicherheitsdatenblatt enthält die notwendigen Informationen über die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Flüssigkeit und gewährleistet eine korrekte Handhabung ohne Gefährdung von Menschen und Umwelt.

Nach Beendigung der Montage wird dieses Handbuch stets beigefügt und auf Anfrage auch weitere spezifische Unterlagen, wie Gebrauchsanweisungen für Zubehörteile oder Spezifizierungen zu Lackierungen.

### 3.2. Zubehör

Das von Trafo Elettro angebotene Zubehörsortiment ist umfangreich und je nach Transformator typ verschieden. Zusätzlich zur bei Bestellung festgelegten Ausstattung, steht dem Kunden stets eine Thermometertasche auf dem Deckel zur Messung der Öltemperatur zur Verfügung.

Temperatur:

Um Anomalien zu vermeiden und um zum Schutz des Transformators frühzeitig Maßnahmen ergreifen zu können, ist eine Temperaturüberwachung empfehlenswert. Thermometer und Sonden auf dem Deckel oder im Inneren dienen diesem Zweck. Sofern im Schaltplan der Nebenstromkreise nicht anders angegeben, empfehlen wir, die Temperaturlarmmeldungen wie folgt einzustellen (Werkseinstellungen).



Alarmsignal Öltemperatur: 90°C  
Auslösesignal Öltemperatur: 100°C  
Alarmsignal Wicklungstemperatur: 95°C  
Auslösesignal Wicklungstemperatur: 105°C

#### Gasbildung:

Im Allgemeinen ist die Bildung von anormalen Gasen Anzeichen für eine Störung im Innern. Zubehör wie Buchholzrelais oder Entnahmevorrichtungen sind nützlich, um diese Gase zu erkennen und zu entnehmen.

#### Ölstand:

Anhand einer stetigen Überwachung des Füllstands der Isolierflüssigkeit wird ein kritisches Niveau und die dadurch bedingten Ausfälle aufgrund mangelnder Isolation vermieden. Auf dem Ausdehnungsgefäß aufzubringende Ölstandmesser oder andere Lösungen für Hermetik-Transformatoren sind im Handel erhältlich.

#### Überdruck:

Zum Schutz des Kessels und zur Vermeidung von strukturellen Schäden sind Überdruckventile sinnvoll, da sie plötzliche Druckanstiege aufgrund eines Defekts kompensieren.

#### Luftentfeuchter:

Um eine Verunreinigung der Isolierflüssigkeit durch in der Umgebungsluft enthaltene Wasserpartikel zu vermeiden, filtern Luftentfeuchter mit Silicagel die Feuchtigkeit. Die dielektrischen Eigenschaften des Öls bleiben somit in atmenden Transformatoren erhalten.

#### Belüftung:

Lüftergruppen können am Gerät angebaut werden, um sowohl im Notfall als auch bei Leistungssteigerung die Verlustwärme abzuführen. Die Dimensionierung erfolgt durch unsere technische Abteilung bei Bestellung oder auf Wunsch des Kunden.

#### Kugelfestpunkt:

Sie werden auf Wunsch an Geräteenden und/oder an Metallteilen montiert, um Erdungsmaßnahmen bei Wartungsarbeiten zu erleichtern.

### 3.3. Isolierflüssigkeiten

Respekt für Mensch und Umwelt führt unser Unternehmen dazu, immer mehr nach sichereren und weniger schädlichen Produkten zu forschen.

Wir verwenden verschiedene Typologien von Produkten:

- Mineralöl: Entspricht der Norm IEC 60296 und wurde entwickelt, um den Alterungsprozess des Öls so gering wie möglich zu halten. Es hat eine gute Oxidationsbeständigkeit und ist auch in arktischer oder inhibierter Ausführung erhältlich;
- Silikonöl: Entspricht den Normen IEC 836 und ASTM D 4652-92 und wurde ebenfalls entwickelt, um den Alterungsprozess des Öls so gering wie möglich zu halten und aufgrund seiner guten Oxidationsbeständigkeit. Es zeichnet sich durch einen hohen Flammpunkt aus;
- Öl auf Esterbasis: Entspricht den Normen IEC 61099 und IEC 62770, es ist ein Hochleistungsfluid, das speziell entwickelt wurde, um eine sichere und überlegene Alternative zu herkömmlichen Transformatorölen zu bieten. Es ist schwerentzündlich, besitzt eine bessere Feuchtigkeitstoleranz, und ist außerdem umweltfreundlicher.

### 3.4. Betrieb

Wenn der Transformator gemäß seinem Typenschild versorgt und bei einer Umgebungstemperatur, die nicht über seiner Nenntemperatur liegt, betrieben wird, kann man dies als Normalbetrieb bezeichnen.

Dennoch hängt die Lebensdauer eines Transformators vom Verschleiß seiner Isolierung ab, die wiederum vom Lastzyklus, dem er ausgesetzt ist, abhängig ist.

### 3.5. Lebensdauer

Unter Alterung versteht man die natürliche Verschlechterung der Materialeigenschaften, die der Transformator während seines Betriebs durch den Lauf der Zeit, die Betriebsbedingungen und insbesondere durch die Temperatur erfährt. Die Norm IEC 60076-7 legt fest, dass die Lebensdauer eines Transformators, der bei seiner nominalen Umgebungstemperatur mit 100% Last arbeitet, 180.000 Stunden beträgt. Es wird besonders hervorgehoben, dass die Auswirkungen bedingt durch Überlastungen, selbst wenn sie nur gelegentlich auftreten, sowie falsche Installation und Einsatz, diese – jedoch nur statistisch ermittelte – Lebensdauer stark reduzieren.

Um die Lebensdauer Ihres Transformators zu bewahren, ist es wichtig, die Umgebungstemperatur ständig zu überwachen. Es wird empfohlen, die Last zu reduzieren, sobald die garantierte Höchsttemperatur überschritten wird.

### 3.6. Auswirkungen einer Überlastung

Das Einwirken einer Last, die über den Nennwerten liegt, führt in der Regel zu Temperaturanstieg in Wicklungen, Kern und Endverschlüssen. Durch diese höhere Belastung des Isolationssystems besteht die Gefahr einer frühzeitigen Entladung.

Die größten Risiken, die bei einer Überlastung von kurzer Dauer (weniger als 30 Minuten) auftreten können, sind:

- Erhöhung der Betriebstemperaturen auf kritische Werte;
- Mechanische Schäden an den Wicklungen aufgrund wiederholter Überströme;
- Kritische Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften bei hohen Temperaturen, was die Kurzschlussfestigkeit beeinträchtigen könnte;
- Minderung der Spannungsfestigkeit.

Die Auswirkungen einer lang andauernden Überlastung (mehr als 30 Minuten) sind:

- Kontinuierliche Verschlechterung der mechanischen und dielektrischen Eigenschaften der Isolierung mit der Folge einer Verringerung der Kurzschlussfestigkeit;
- Andere Isoliermaterialien sowie strukturelle und leitfähige Teile können einem Temperaturanstieg ausgesetzt sein;
- Die Auslegung eines Transformators basiert auf seiner Nennlast, sodass sich die Lebensdauer des Transformators verkürzt.

Die Norm IEC 60076-7 "Loading guide for oil-immersed power transformers" definiert daher die Grenzwerte für die Überschreitung der Werte auf dem Typenschild.

Tabelle 1 - Überlaststrom- und Temperaturgrenzen

Belastungsart		Transformatoren bis 2.5MVA	Transformatoren über 2.5MVA
<b>Normaler Lastzyklus</b>			
Maximaler Strom	[p.u.]	1.5	1.5
Maximale Wicklungs-Heißpunkttemperatur	[°C]	120	120
Maximale Heißpunkttemperatur Öl	[°C]	105	105
<b>Langzeitüberlastung (mehr als 30 Minuten)</b>			
Corrente massima Maximaler Strom	[p.u.]	1.8	1.5
Maximale Heißpunkttemperatur Wicklungen	[°C]	140	140
Maximale Heißpunkttemperatur Öl	[°C]	115	115
<b>Kurzzeitige Überlastung (weniger als 30 Minuten)</b>			
Maximaler Strom	[p.u.]	2.0	1.8
Maximale Wicklungs-Heißpunkttemperatur	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	160
Maximale obere Öltemperatur	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	115
<b>ACHTUNG:</b> Strom- und Temperaturgrenzen sind nicht gleichzeitig gültig. Es ist zu beachten, dass oberhalb von 140°C am Heißpunkt Gasblasen entstehen können, die die Spannungsfestigkeit des Transformators beeinträchtigen würden.			

<sup>1</sup> Eine Begrenzung ist nicht möglich, da es normalerweise nicht möglich ist, die Dauer einer solchen Überlastung zu kontrollieren.

Weitere Begrenzungen ergeben sich aufgrund des dispergierten Magnetfelds, das durch die Zunahme der Ströme verursacht wird. Dies kann zu überhöhten Temperaturen in den Metallbauteilen und damit zu einer Minderung der Überlastbarkeit des Transformators führen. Außerdem muss beachtet werden, dass die dielektrischen Eigenschaften des Isolationssystems gefährlich zusammenbrechen würden, falls der Heißpunkt die in Tabelle 1 angegebene Temperatur überschreiten sollte.

Schließlich müssen auch die Auswirkungen des Strom- und Temperaturanstiegs auf das installierte Zubehör sowie der durch die außergewöhnliche Ausdehnung des Öls entstehende Druck berücksichtigt werden.

Um die Isolierung zu bewahren und die erwartete Lebensdauer des Transformators zu gewährleisten ist es daher ratsam, die Dauer jeglicher Art von Überlastung auf ein Minimum zu reduzieren. Bei Bedarf wenden Sie sich bitte an unseren Kundendienst.

### 3.7. Elektromagnetische Kompatibilität

Leistungstransformatoren sind passive Elemente in Bezug auf elektromagnetische Emissionen.

Störungen oder Interferenzen mit empfindlichen Geräten, wie Instrumente und Steuergeräte, können durch Beachtung dieser einfachen Vorsichtsmaßnahmen reduziert und beseitigt werden:

- Phasen- und Nullleiter zusammenhalten;
- Bei Durchgang von spannungsführenden Kabeln muss ein Überkreuzen von empfindlichen Vorrichtungen oder Signalkabeln vermieden werden;
- Verwenden Sie geschirmte Signalkabel.

### 3.8. Parallelbetrieb

Der Einsatz von zwei oder mehr Transformatoren im Parallelbetrieb kann durch unterschiedliche Bedürfnisse gerechtfertigt sein, dazu gehört auch die Bewältigung variabler Lasten, wodurch höhere Leistungen, Sicherheit und Betriebskontinuität bei Ausfall oder Wartung von einem der Transformatoren gewährleistet sind. Um diese Verbindung korrekt ausführen zu können, muss Folgendes überprüft werden:

- Die Kompatibilität der Daten auf dem Typenschild:
  - o Gleiche Nennspannungen;
  - o Gleiches Übersetzungsverhältnis in allen Positionen;
  - o Gleiche Vektorgruppe;
  - o Gleiche Kurzschlussimpedanz;
  - o Die maximale Differenz zwischen den beiden Leistungen darf 30% nicht überschreiten;
- Unter Verwendung eines Spannungsmessers, die Übereinstimmung zwischen der Phase "eins" des sich bereits in Betrieb befindlichen Transformators und der Phase "eins" des parallel dazu zu schaltenden Transformators. Das Ergebnis muss 0 sein.

**Achtung:** Eine fehlerhafte Ausführung dieser Verbindung kann zu kritischen Überströmen und zur Beschädigung der Transformatoren führen. Informieren Sie immer Trafo Elettro S.r.l.

- Die jeweiligen Primärphasen anschließen;
- Die jeweiligen Sekundärphasen anschließen;
- Beide Transformatoren zusammen an die Erdung anschließen;
- Kontrollieren, dass sich die Kommutatoren in der gleichen Position befinden;
- Primärseitigen Schalter schließen, wobei der sekundärseitige Schalter geöffnet bleibt;
- Darauf achten, dass es keine Spannungsunterschiede zwischen den jeweiligen Phasen gibt;
- Sekundärschalter schließen.

**Achtung:** Eine fehlerhafte Ausführung dieser Verbindung kann zu kritischen Überströmen und zur Beschädigung der Transformatoren führen. Informieren Sie immer Trafo Elettro S.r.l.

### 3.9. Umgebungstemperatur

Die Umgebungstemperatur muss immer innerhalb der im technischen Datenblatt angegebenen Nenngrenzen liegen. Sollte die maximale Umgebungstemperatur höher liegen als im Datenblatt angegeben, kann der Transformator weiterhin betrieben werden, aber mit verminderter Last.

Es ist sicherzustellen, dass eine ausreichende Belüftung gewährleistet ist und keine Einschränkungen vorliegen, aufgrund deren sich Hotspots bilden und das Gerät beschädigen könnten.

Im Bedarfsfall wenden Sie sich bitte an den technischen Support von Trafo Elettro S.r.l..

## 4. Handhabung und Transport

Die Transportphasen werden direkt von Trafo Elettro S.r.l. verfolgt und dokumentiert. Mithilfe der Ösen auf der Unterseite des Transformators wird er fest auf dem LKW verankert. Dabei muss auf die Position der Zugseile geachtet werden. Sie müssen frei liegen und dürfen nicht der Gefahr von Schnitten ausgesetzt sein. Ein Staubschutz wird auf der Oberseite aufgebracht. Bei Versand per See-, Schienen- und Luftweg ist der Einsatz von Schrumpffolie und Holzkisten vorgesehen.

Abbildung 3 – Korrektes Verankern für den Transport



## 4.1. Warenentgegennahme

Nach Erhalt des Transformators und vor Unterzeichnung des Transportdokuments ist es ratsam, wie folgt vorzugehen:

- Überprüfen Sie die Unversehrtheit aller im Transportdokument genannten Packstücke;
- Dokumentieren Sie fotografisch den Ankunftszustand;
- Überprüfen Sie, ob die auf dem Typenschild angegebenen Eigenschaften mit dem Transportdokument übereinstimmen.

Sollten Sie Beschädigungen oder Unstimmigkeiten zwischen Lieferung und Bestellung feststellen, ist der Frachtführer unverzüglich zu verständigen. Eine schriftliche Nichtkonformität mit Foto-dokumentation muss binnen 5 Tagen beim Hersteller und beim Frachtführer gemeldet werden. Sollte dies nicht der Fall sein, gilt der Transformator als in einwandfreiem Zustand geliefert.

### 4.1.1. Stoßaufzeichnungsgerät

Selbstklebende Einweg-Stoßanzeiger oder leistungsfähigere elektronische Geräte können in Absprache mit dem Kunden von Trafo Elettro montiert werden.

Der aufgeklebte Stoßanzeiger gibt nur grobe Angaben über das Geschehen während des Transports. Sie zeigen in der Regel die maximale Neigung oder die Überschreitung einer vorgegebenen G-Beschleunigung an.

Elektronische Produkte hingegen garantieren eine präzisere Aufzeichnung während des gesamten Transports. Bei Ankunft des Transformators am Bestimmungsort muss man wie folgt vorgehen:

- Gerät ausschalten;
- Gerät abmontieren;
- Datum und Uhrzeit auf dem Etikett, das auf dem Gerät haftet, eintragen;
- Gerät zur Auswertung der aufgezeichneten Daten an Trafo Elettro S.r.l. senden.

Das Stoßaufzeichnungsgerät ist Teil der Lieferung. Sollte es fehlen oder beschädigt sein, bitten wir den Kunden, sich an unser Speditionsbüro zu wenden.

Bitte beachten Sie, dass dieses Gerät nur einen Hinweis auf mögliche Transportschäden geben kann und kein unanfechtbares Beweismittel über vorhandene Schäden darstellt. Bitte beachten Sie, dass das Gerät auch Kräfte aufzeichnet, die durch Stöße am Gerät selbst oder durch unbeabsichtigtes Fallenlassen verursacht werden. Der Nachweis, dass tatsächlich ein Schaden am Transformator aufgetreten ist, kann erst nach einer internen Prüfung oder Inspektion festgestellt werden.

## 4.2. Handhabung

Es ist sinnvoll, besonders für große Transformatoren, die zurückzulegende Strecke vorweg zu kontrollieren und rechtzeitig zu planen, um eventuelle Probleme und Hindernisse, die Schäden verursachen und den Transport zum Standort erschweren könnten, zu vermeiden.

Bevor Sie mit dem Entladen beginnen, sollten Sie alle in Kapitel 2 "Sicherheit" aufgeführten Vorsichtsmaßnahmen treffen.

Denken Sie daran, dass der Transformator ein zerbrechliches Bauteil ist und mit Sorgfalt behandelt werden muss. Vermeiden Sie Reißen und gehen Sie in jeder Phase langsam vor. Den Transformator nicht aus der Kiste ziehen oder schieben, und nur an den in der Maßzeichnung angegebenen Ösen handhaben.

Der Transformator kann wie folgt fortbewegt werden:

- Unter Verwendung der Hebeösen, die für den Zweck und das Gewicht, das sie tragen müssen, geeignet sind. Es ist wichtig, alle in der

Maßzeichnung angegebenen Hebeösen zu verwenden, der maximale Winkel der Ketten darf 60° nicht überschreiten;

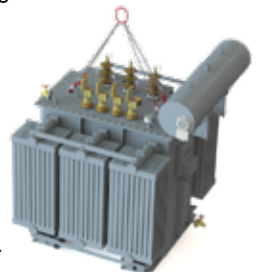


Abbildung 4 - Anheben mit Hebeösen

- Bei kleinen Maschinen ist es möglich, den Transformator mit einem Gabelstapler zu transportieren, wobei darauf zu achten ist, dass das Gestell und nicht der Kesselboden auf den Gabeln aufliegt;
- Für kleine Verschiebungen befinden sich Zugösen am unteren Teil des Transformators.

Vor jedem Eingriff ist es erforderlich, die Unterlagen des Transformators, in denen das Gewicht und die Position der Hebe- und Zugösen deutlich angegeben sind, zu konsultieren.



Abbildung 5 - Anheben mit dem Gabelstapler



Abbildung 6 - Ziehen eines Transformators

## 5. Aufbewahrung

Obwohl wir empfehlen, den Transformator so schnell wie möglich zu installieren, kann eine Lagerzeit erforderlich sein. In diesem Fall empfiehlt Trafo Elettro S.r.l., diese Anweisungen zu befolgen, um den Zustand des Transformators bestmöglich zu erhalten:

- Der Aufbewahrungsort muss geschlossen und belüftet sein;
- Staubige und feuchte Aufbewahrungsorte sind zu vermeiden;
- Die Temperatur des Lagerraums muss zwischen  $-25^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$  liegen;
- Die Verpackung darf während der gesamten Lagerzeit nicht entfernt werden. Insbesondere darf die Schutzhaube der Isolatoren mit Steckverbindern nicht entfernt werden (falls vorhanden);
- Der Transformator muss gegen unbeabsichtigte Stöße geschützt sein.

Für Transformatoren mit Ausdehnungsgefäß empfehlen wir die Montage eines Luftentfeuchters und eine regelmäßige Kontrolle des Silicagels. Außerdem sind die Buchholzrelais, falls vorhanden, und die Radiatoren zu öffnen.

## 6. Installation

Nach dem Empfang der Ware beginnt die Installation. Die schrittweise Befolgung der Anweisungen in diesem Kapitel ist die Vorbereitung für einen ordnungsgemäßen und langandauernden Betrieb des Transformators.

Bitte beachten Sie das Kapitel 2 "Sicherheit", bevor Sie mit den Arbeitsschritten fortfahren.

Stellen Sie vor Beginn sicher, dass alle gelieferten Teile verfügbar und an Ort und Stelle vorhanden sind. Beachten Sie die Maßzeichnung.

## 6.1. Installationsort

Ein Trafo Elettro Transformator kann sowohl drinnen als auch im Freien installiert werden. Im technischen Datenblatt ist jeweils die beim Kauf festgelegte Schutzart angegeben und gibt somit zusammen mit der Korrosionsklasse die geeignete Umgebung für den endgültigen Standort an.

Der Standort muss eine ausreichende Lüftung des Transformators garantieren, und er muss die Sicherheitsanforderungen der im Installationsland geltenden Normen (z.B. Sammelbehälter und Brandschutzsysteme) erfüllen.

Der Einsatz in besonders aggressiven Umgebungen ist nach vorheriger Absprache mit Trafo Elettro S.r.l., die dafür die geeignetste Lösung anbieten wird, zulässig.

### 6.1.1. Installation im Innenraum

Der Raum darf keine Tropfwasser- oder Überschwemmungsgefahr aufweisen. Sofern im Technischen Datenblatt nicht anders angegeben, darf eine Höhe von 1000m ü.N.N. nicht überschritten werden, und die Temperatur muss zwischen  $-25^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$  liegen. Außerdem müssen die Fundamente für das Gewicht des Transformators ausgelegt sein und einen horizontalen Stand ohne Verrutschen gewährleisten.

#### 6.1.1.1. Lüftung

Für die Gewährleistung optimaler Betriebsbedingungen ist eine ausreichende Belüftung erforderlich, um die vom Transformator erzeugte Verlustwärme abzuleiten.

Der Transformator muss so installiert werden, dass ein Mindestabstand von 300mm zu Wänden und ein Mindestabstand von 600mm zu anderen Transformatoren eingehalten wird.

Es muss eine Lufteintrittsöffnung im untersten Bereich des Raums und eine Luftaustrittsöffnung im obersten Bereich der gegenüberliegenden Seite vorhanden sein, um einen Luftwechsel von mindestens  $4 \text{ m}^3/\text{min}$  pro kW Verlustleistung zu gewährleisten.

Es ist ebenfalls zu beachten, dass durch die Öffnungen das Eindringen von Fremdkörpern, Wasser oder anderen Verunreinigungen verhindert wird.

Schließlich ist zu beachten, dass die Installation in einem Raum mit schlechter Belüftung oder bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur über  $30^{\circ}\text{C}$  zu einer Reduzierung der Nennleistung führt. In diesem Fall ist es sinnvoll, am Transformator eine Luftabsauganlage oder ein Zwangs-kühlungssystem zu installieren. Für eine korrekte Bemessung wenden Sie sich bitte an Trafo Elettro S.r.l..

**!!Achtung!!** Eine unzureichende Luftzirkulation verkürzt nicht nur die durchschnittliche Lebensdauer des Transformators, sondern sie verursacht eine Erwärmung, die zum Auslösen der thermischen Schutzeinrichtung führen kann.

### 6.1.2. Installation im Freien

Bei der Installation im Freien muss darauf geachtet werden, dass die Fundamente für das Gewicht des Transformators ausgelegt sind, und dass sie einen horizontalen Stand ohne Verrutschen gewährleisten. Alternative Installationen sind Befestigungen an Masten. Diese erfordern dem Gewicht des Transformators angepasste Verankerungen. Sofern im technischen Datenblatt nicht anders angegeben, darf eine Höhe von 1000m ü.N.N. nicht überschritten werden und die Temperatur muss zwischen  $-25^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$  liegen.

## 6.2. Elektrische Mindestabstände

Bei einem Transformator mit Endverschlüssen in IP00-Ausführung ist es notwendig, die in Tabelle 2 angegebenen elektrischen Abstände zwischen Isolatoren und eventuellen Metallkörpern oder -strukturen einzuhalten.

Tabelle 2 - Mindestisolationsabstände

Maximale Spannung Um [kV]	Atmosphärischer Impuls LI [kV]	Mindestabstand in der Luft [mm]
3.6	20	60
	40	60
7.2	60	90
12	75	120
	95	160
17.5	95	160
24	125	220
	145	270
36	170	320
52	250	480
72.5	325	630
	350	630

### 6.3. Montage des Transformators

Diese Anleitung ist für Transformatoren gedacht, die vollständig montiert und mit Öl gefüllt geliefert werden. Bei Notwendigkeit aufgrund ihrer Größe, sowie bei Vereinbarungen mit dem Kunden, ist es möglich, die Ware als Einzelteile zu liefern. Eine ausreichende Anleitung zur Montage und Füllung vor Ort wird in diesem Falle der Lieferung stets beigelegt.

### 6.4. Montage der Fahrrollen

Die Fahrrollen können vor Ort mithilfe von Laufkränen, Kränen oder Hydraulikhebern montiert werden. Bitte beachten Sie das auf dem Typenschild angegebene Gewicht und besorgen Sie sich die dafür geeigneten Mittel und Zubehörteile. Die Räder können in beide Hauptrichtungen positioniert werden. Weitere Informationen sind der Maßzeichnung zu entnehmen.



Abbildung 7 - Montage der Fahrrollen

### 6.5. Montage der Schwingungsdämpfer

Das Angebot an Schwingungsdämpfern ist vielfältig und ändert sich je nach Einsatzart und Einsatzort. Sie werden häufig zur Reduzierung von auf den Boden übertragenen Vibrationen verwendet und direkt an das Fahrgestell des Transformators oder unter den Fahrrollen montiert. Beachten Sie bitte die Maßzeichnung, bevor Sie mit der Installation beginnen.

### 6.6. Festziehen von Schraubverbindungen

Eine lockere Schraube kann zu einem mechanischen Versagen, zu einem Heißpunkt an Endverschlussverbindungen sowie zum Austritt von Öl führen. Es ist daher unabdinglich, mit einem entsprechend kalibrierten Drehmomentschlüssel Schraubverbindungen regelmäßig zu kontrollieren.



Tabelle 3 - Angewandte Anzugsmomente

Schraube / Mutter	Schraubenschlüssel Typ [mm]	Elektrische Anschlüsse [Nm] A2-70	Mechanische Verbindungen [Nm]	
			A2-70 Ohne Dichtung	A2-70 Mit Dichtung
M6	10	n.a.	10	8
M8	13	20	20	15
M10	17	35	35	30
M12	19	50	60	45
M14	22	70	100	75
M16	24	80	150	115
M20	30	110	290	220

Schraube / Mutter	Schraubenschlüssel Typ [mm]	Niederspannungs-isolatoren [Nm] OT63
M12	19	12
M20	30	20
M30	46	30
M42	65	55
M48	75	60
M55	85	75
M64	95	90

Typologie	Schraubenschlüssel Typ [mm]	Auslassventile [Nm]
DIN22	46	120
DIN31	65	140

Typologie	Schraubenschlüssel Typ [mm]	Einfülldeckel [Nm]
2° GAS	42	110

Hinweis: Unter mechanischer Verbindung mit Dichtung versteht man das Vorhandensein einer Druckdichtung. Für O-Ringe mit festem Sitz gelten die in der Spalte "Ohne Dichtung" angegebenen Anzugsmomente.

## 6.7. Endverschlüsse für Mittel- und Niederspannung

Die Endverschlüsse des Transformators sind anhand Etiketten eindeutig gekennzeichnet. Im Zweifelsfall ist die Maßzeichnung zu beachten.

Ein korrekter Anschluss der Netzkabel darf NICHT auf den Endverschlüssen des Transformators lasten. Bereiten Sie bei der Installation geeignete Halterungen vor.

Bei der Standardausführung von Trafo Elettro sind die MS- und NS-Endverschlüsse auf dem Deckel vorgesehen. Andere Ausführungen können bei Bestellung angefordert werden.

Die anzuwendenden Anzugsmomente sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Sollten die Endverschlüsse mit Isolierkörpern mit Steckverbindung erwünscht sein, sind die passenden trennbaren Teile erforderlich. Zur Bestimmung dieser Teile sind der Kabelquerschnitt und der äußere Durchmesser einschließlich Isolierung maßgebend.

Außerdem empfehlen wir, insbesondere bei direktem Anschluss an Freileitungen, geeignete Überspannungsableiter zu verwenden, die den Transformator vor Impulsen atmosphärischer Herkunft schützen.

## 6.8. Erdungsanschlüsse

Jeder Transformator ist mit zwei Erdungspunkten im unteren Teil des Transformators ausgestattet. Ihre Position ist der Maßzeichnung zu entnehmen. Für die Erdung der Metallteile ist ein Kabel mit angemessenem Querschnitt zu verwenden.

## 6.9. Kommutator

Der Kommutator, der sich in der Regel auf der Abdeckung befindet, dient dazu, die Primärspannung zu regulieren. Diese soll bestmöglich an die Netzspannung angepasst werden. Die Bedienung muss spannungsfrei erfolgen. Man dreht dazu den Drehknopf gemäß den Anweisungen des Typenschilds in die gewünschte Richtung. Der Kommutator ist korrekt angeschlossen, wenn die Sekundärspannung dem angegebenen Wert auf dem Typenschild entspricht. Durch das Einstellen des Kommutators auf Primärspannungen die höher als die Versorgungsspannung sind, erhält man auf der Sekundärseite niedrigere Spannungen. Andererseits führt die Einstellung auf niedrigere Primärspannungen zu höheren Spannungen auf der Sekundärseite.



Abbildung 8 - Standardkommutator

## 6.10. Absperrventile

Falls vorhanden, ist es unerlässlich, vor Inbetriebnahme des Transformators alle Absperrventile zu öffnen. Ihre genaue Position ist der Maßzeichnung zu entnehmen.

## 6.11. Zubehör und Nebenstromkreise

Als letzter Schritt der Transformatorinstallation werden die Kontrollvorrichtungen, mit denen der Transformator ausgestattet ist, an die Anlage angeschlossen. Hinsichtlich ihrer Einstellung beachten Sie bitte den Anschlussplan und die Handbücher des gelieferten Zubehörs.

### 6.11.1. Luftentfeuchter

Dieses Zubehör wird mit den atmenden Transformatoren geliefert. Es dient dazu, die Verunreinigung der Isolierflüssigkeit zu vermeiden. Kontrollieren Sie in der Maßzeichnung die korrekte Position des Entfeuchters.

- Schutzkappe abschrauben (eine kleine Menge Öl könnte austreten);
- Die Plastikschutzfolie, die den Zustand der Silicagel-Kügelchen bewahrt, entfernen. (Sie sollten orangefarben sein. Sollte dies nicht der Fall sein, siehe Abschnitt 8.2);
- Den Luftentfeuchter an der angegebenen Stelle montieren;
- Bei Verwendung eines Modells mit hydraulischem Verschluss muss der Behälter, der sich am Ende des Zubehöerteils befindet, bis zur Markierung mit Mineralöl aufgefüllt werden. Es dient als Filter und bewahrt den Zustand der Kugeln.

### 6.11.2. Buchholz-Relai

Zur Blockierung der Schwimmer und somit zum Vermeiden von Beschädigungen während des Transports, wird eine Blockierung ins Innere der Schutzkappe der mechanischen Prüftaste eingesetzt.

Folglich muss diese Blockierung entfernt werden, um die einwandfreie Funktion dieses Zubehörs zu garantieren. Bitte beachten Sie, dass das Relais nur für atmende Transformatoren verfügbar ist; siehe dazu die Maßzeichnung.

## 7. Inbetriebnahme

Vor Inbetriebnahme des Transformators, solange er nicht ans Netz angeschlossen ist, ist es sinnvoll, einige Kontrollen durchzuführen.

Wie in Abschnitt 2 "Sicherheit" beschrieben, müssen alle Tätigkeiten hinsichtlich der Inbetriebnahme von Elektrofachkräften durchgeführt und alle Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

Führen Sie eine Isolationswiderstandsmessung durch. Achten Sie darauf, dass die MS- und NS-Endverschlüsse nicht an den Transformator angeschlossen sind, beachten Sie dazu die Werte in Tabelle 4.

Tabelle 4 - Mindestisolationswiderstand bei 20°C

Isolationsklasse [kV]	Widerstand [MΩ]	Anwendbare Spannung für 1' [V]
1.1	≥ 500	2500
3.6	≥ 1000	2500
7.2	≥ 1000	5000
12	≥ 1000	5000
17.5	≥ 1000	5000
24	≥ 1000	5000
36	≥ 1000	5000
52	≥ 5000	5000
72.5	≥ 5000	5000

Checkliste für Inbetriebnahme

- Megohmmeter Isolationsprüfung;
- Sichtkontrolle; Drehmomentschlüssel Kontrollieren, dass alle Komponenten, Mittel- und Niederspannungsendverschlüsse, einschließlich der Erdung, ordnungsgemäß angezogen sind;
- Sichtkontrolle; Meter Den Abstand zwischen den spannungsführenden Teilen entsprechend ihrer Isolationsklasse kontrollieren;
- Sichtkontrolle; Multimessgerät Den Erdungsanschluss kontrollieren;
- Sichtkontrolle; Spannungsmesser Kontrollieren, dass die Systemspannung mit der Spannung auf dem Typenschild übereinstimmt;
- Sichtkontrolle Kontrollieren, dass die Anschlusskabel nicht auf den Endverschlüssen lasten
- Sichtkontrolle Kontrollieren, dass die Absperrventile der Radiatoren und des Buchholzrelais geöffnet sind (falls vorhanden);
- Sichtkontrolle Kontrollieren, dass der Transformator gereinigt ist und sich keine Fremdkörper darauf befinden;
- Sichtkontrolle Funktionstüchtigkeit des Zubehörs kontrollieren und sicherstellen, dass eine korrekte Kalibrierung durchgeführt wurde;
- Sichtkontrolle Funktionstüchtigkeit der Ventilatoren kontrollieren (falls vorhanden);

□ Sichtkontrolle Funktionstüchtigkeit der MS- und NS-Schalter kontrollieren.  
 Nach Durchführung der oben genannten Kontrollen kann der Mittelspannungsschalter geschlossen werden. Der Transformator sendet sofort ein lautes Brummen aus, das sich schnell stabilisiert. Fahren Sie mit folgenden Kontrollen fort:

- Kontrollieren Sie, dass die Sekundärspannung mit den Angaben auf dem Typenschild übereinstimmt;
- Kontrollieren Sie den Wert der verketteten Spannungen und der Sternspannungen;
- Kontrollieren Sie die Reihenfolge der Phasen.

Wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann der Niederspannungsschalter geschlossen werden. Im Zweifelsfall wenden Sie sich bitte an unseren technischen Support.

## 8. Wartung

Eine regelmäßige Wartung des Transformators erlaubt es, einen hohen Wirkungsgrad über die Zeit aufrechtzuerhalten sowie seine Lebensdauer zu verlängern.  
 Bitte beachten Sie, dass die Arbeiten nur von qualifiziertem Personal ausgeführt werden, und dass alle Sicherheitsanforderungen gemäß Kapitel 2 "Sicherheit" erfüllt werden.  
 Achtung:

- Bei Wartungsarbeiten muss der Transformator stets freigeschaltet sein;
- Die Temperatur des gerade abgeschalteten Transformators kann zu Verbrennungen führen;
- Zum Erreichen der oberen Teile des Transformators sind Leitern zu benutzen, ein Beklettern des Transformators ist nicht erlaubt;
- Es wird dringendst abgeraten, Lösungsmittel oder Schleifmittel zu verwenden, da sie Teile des Transformators beeinträchtigen könnten;
- Lassen Sie nach der Reinigung keine Gegenstände in Berührung mit dem Transformator.

*Tabelle 5 - Regelmäßige Wartung*

Wartungsintervall	Art der Kontrolle	Instrumente
Halbjährlich	Kontrollieren und Registrieren der maximalen Öltemperatur (bei Vorhandensein eines Ölthermometers)	Sichtkontrolle
Halbjährlich	Kontrollieren und Registrieren der maximalen Wicklungstemperatur (bei vorhandenem thermischem Abbild)	Sichtkontrolle
Halbjährlich	Kontrollieren und Registrieren von Ölstandänderungen (bei Vorhandensein eines Ölstandanzeigers)	Sichtkontrolle
Halbjährlich	Kontrollieren und Registrieren des Zustands des Überdruckventils	Sichtkontrolle
Halbjährlich	Kontrollieren Sie den Zustand der Silicagel-Kügelchen (falls vorhanden). Hinweis: Bei grüner Färbung müssen sie regeneriert werden	Sichtkontrolle

Halbjährlich	Auf Ölleckagen kontrollieren	Sichtkontrolle
Jährlich	Reinigen von Staub und Schmutzablagerungen unter besonderer Beachtung der Isolatoren.	Trockene Druckluft max. 3 bar und saubere Lappen
Jährlich	Kontrollieren der Anzugsmomente der Geräteteile	Drehmomentschlüssel; s. Tabelle 3
Jährlich	Kontrollieren der Anzugsmomente von Mittel- und Niederspannungsanschlüssen, inkl. Erdung	Drehmomentschlüssel; siehe - Angewandte Anzugsdrehmomente Tabelle 3
Jährlich	Drehen des Kommutators in alle Positionen (im Leerlauf und unter Last). Um die Funktionstüchtigkeit aufrechtzuerhalten, ist es sinnvoll, die gesamte Serie mehrmals durchzuführen.	Manuell
Jährlich	Überprüfen Sie die Funktionstüchtigkeit des installierten Zubehörs.	Multimessgerät
Alle 2 Jahre	Entnahme und Analyse einer Ölprobe (nur für atmende Transformatoren)	Manuell; s. Kapitel 8.1
Alle 10 Jahre	Entnahme und Analyse einer Ölprobe (nur bei Hermetik-Transformatoren)	Manuell; s. Kapitel 8.1

Es wird empfohlen, ein Wartungsblatt zu erstellen, um die durchgeführten Maßnahmen überwachen zu können. Eine kurze Beschreibung und das zugehörige Datum sind ausreichend.

### 8.1. Ölprobenentnahme

Die Aufnahme von Luftfeuchtigkeit und die Oxidation durch Fremdkörper sind die Ursachen, die zu einer allmählichen Verschlechterung des Öls führen.

Wir können daher sagen, dass Geräte in hermetisch geschlossener Ausführung, bei denen konstruktionsbedingt ein Luft-Öl-Kontakt ausgeschlossen ist, weniger Kontrollen der Isolierflüssigkeit erfordern, während bei atmenden Transformatoren regelmäßige Analysen nötig sind, um eine gute Isolierung zu gewährleisten.

Obwohl die Entnahme von Ölproben einfach ist, muss nachfolgende Vorgehensweise sorgfältig befolgt werden, um ein realistisches Ergebnis zu gewährleisten, das mit früheren und späteren Analysen kohärent ist.

Besorgen Sie vorweg eine Einwegflasche mit kontrolliertem Sauberkeitsgrad (neu, sauber und frei von Rückständen jeglicher Art). Das Vorhandensein von Wasser oder anderen Stoffen kann die Prüfung beeinträchtigen.

Der Vorgang muss mit Hilfe des Ölablass- oder Ölprobenentnahmeventils (falls vorhanden) durchgeführt werden, von dem, im Anschluss an die von Trafo Elettro S.r.l. erhaltene Genehmigung, das Siegel entfernt werden muss.

- Neue Handschuhe benutzen;
- Etwas Öl von der Entnahmestelle in einen Entleerungsbehälter ablassen;
- Ca. 200 ml direkt in die Einwegflasche einfüllen;
- Flasche dicht verschließen;
- Das Ventil wieder schließen;
- Tätigkeit im Wartungsblatt eintragen.

Die Untersuchungen müssen gemäß IEC 60599 durchgeführt werden. Sollten Sie nicht die nötigen Instrumente für eine Untersuchung besitzen, senden Sie die mit dem Datum der Ölprobenentnahme und der Seriennummer des Transformators versehenen Ölproben an ein Labor oder an Trafo Elettro S.r.l.. Eine Aufarbeitung der Isolierflüssigkeit ist sinnvoll, wenn die bei der Probenentnahme erzielten Ergebnisse nicht zufriedenstellend sind.

## 8.2. Regenerieren von Silicagel

Silicagel-Kügelchen verhindern die Verunreinigung des Öls durch Wasserpartikel in der Umgebungsluft. Eine stetige Überwachung der Luftentfeuchter hat zur Folge, dass im Bedarfsfall unverzüglich eingegriffen werden kann, wenn ihre Wirksamkeit wiederhergestellt werden muss.

Ausgehend von seiner charakteristischen orangefarbenen Färbung in trockenem Zustand verfärbt sich das Silicagel im Laufe der Zeit und durch die Aufnahme von Feuchtigkeit grün. Seine Wirksamkeit kann anhand des folgenden Verfahrens wiederhergestellt werden:

- Die Kügelchen dem Entfeuchter entnehmen;
- Die Kügelchen gleichmäßig auf einem Ofenblech verteilen;
- Kügelchen bei einer Temperatur von 130°C-140°C trocknen, bis sie sich orange färben.

Die Silicagel-Kügelchen können nun nach der Trocknung wiederverwendet werden.

## 8.3. Lackierungsarbeiten

Langfristige Witterungseinflüsse, unzureichende Reinigung und besonders aggressive Umgebungsbedingungen können an kritischen Stellen zur Rostbildung führen.

Die Instandhaltung der Schutzschicht hat insofern große Bedeutung, da sie die Lebensdauer des Transformators verlängert und seine Leistungsfähigkeit langfristig gewährleistet.

Sollte ein Ausbessern anfallen, ist es ratsam:

- Rostspuren mit Sandpapier oder Spachtel entfernen;
- Zur besseren Haftung der Ausbesserung sollten auch die umliegenden Bereiche mit Schleifpapier angeschliffen werden;
- Säubern und vollkommenes Trocknen der betroffenen Stelle;
- Anweisungen im technischen Datenblatt des gewählten Lackes befolgen, Verdünnungsproportionen und Verarbeitungszeiten beachten;
- Bei Bedarf mehrmals auftragen.

Bitte beachten Sie, dass die RAL-Farbe immer im technischen Datenblatt und in der Maßzeichnung angegeben ist. Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Trafo Elettro S.r.l..o.

## 8.4. Außerordentliche Wartung

Bei diskontinuierlichem Betrieb des Transformators, ist es ratsam, vor jeder Wiederinbetriebnahme der Maschine alle in Tabelle 5 aufgeführten Punkte durchzuführen.

Bei außergewöhnlichen Ereignissen wie Überspannung, atmosphärischen Vorkommnissen oder Überschwemmungen, sowie bei Schäden an Zubehör- und Bauteilen empfehlen wir Ihnen, vor jeder Inbetriebnahme unsere Supportabteilung zu kontaktieren.

Weitere Unterlagen zur Unterstützung schwerwiegenderer Eingriffe, wie z.B. der Austausch beschädigter Bauteile, sind bei Bedarf bei Trafo Elettro erhältlich.

Außerdem ist es ratsam, die Anzahl der Wartungsarbeiten zu erhöhen, wenn der Transformator unter extremen klimatischen Bedingungen, bei hoher Luftfeuchtigkeit oder in übermäßig verschmutzter und staubiger Umgebung betrieben wird, genauso wie bei Geräten, die zahlreichen Überlastungen ausgesetzt sind.

## 9. Betriebsstörungen

Die folgende Tabelle zeigt die häufigsten Anomalien und die jeweilige Behebung des Problems, die während des normalen Betriebs des Transformators auftreten können.

Tabelle 6 - Häufige Anomalien

Problem	Mögliche Ursachen	Behebung
Hochtemperaturalarm	Übermäßige Belastung hinsichtlich der Transformatorleistung	Überprüfen der tatsächlichen Last und mit der auf dem Typenschild angegebenen Last vergleichen. Belastung reduzieren
Hochtemperaturalarm	Falsche Alarmeinstellung	Eingestellte Schwellenwerte überprüfen (s. Abschnitt 3.2)
Hochtemperaturalarm	Anlassen von Motoren mit hohen Einschaltströmen	Gleichzeitige Starts vermeiden und Wiederholungen reduzieren
Hochtemperaturalarm	Hoher Oberwellengehalt im System	In Geräte, die Oberschwingungen erzeugen, Filter einsetzen
Hochtemperaturalarm	Raumlüftung zu gering	Überprüfen, dass Lüftungsöffnungen nicht verstopft sind und die Luftzirkulation wiederherstellen
Buchholzwarnung	Restluft im Relais	Entlüften
Übermäßiges Hintergrundgeräusch	Versorgungsspannung zu hoch	Spannungsschalter regulieren (s. Abschnitt 6.9)
Übermäßiges Hintergrundgeräusch	Mechanische Resonanzen	Schwingungsdämpfer installieren
Ölleckagen	Lockern von Schraubverbindungen	Verbindungen laut Tabelle 3 anziehen.

## 10. Demolierung und Entsorgung

Trafo Elettro S.r.l. ist sich seiner unternehmerischen Verantwortung für die Umwelt bewusst und bittet seine Kunden um aktive Unterstützung bei der korrekten und umweltfreundlichen Entsorgung von Geräten und Maschinen.

Seit 1970 verwendet unser Unternehmen Isolierflüssigkeiten ohne polychlorierte Biphenyle (PCB), die zum Schutz von Menschen und Umwelt weltweit verboten sind, da es sich um hochgiftige Substanzen zur Erzeugung von Gasen nach einem Lichtbogen handelt. Die kontinuierliche Weiterentwicklung von Hochleistungs-Isolierölen ermöglicht es uns, unseren Kunden zunehmend umweltfreundliche und recycelbare Lösungen anzubieten, die eine zweite Verwendung nach der Lebensdauer des Transformators garantieren.

Kern	Wicklungsleiter	Isolierung der Wicklungen
<b>Art:</b> Metall <b>Kennzeichnung Elektroblech Fe-Si Armatur 1.0037-1.0577</b> <b>Aggregatzustand:</b> Fest <b>Gefährliche Reaktionen:</b> Keine <b>Klassifizierung:</b> Altmetall - Alteisen	<b>Art:</b> Metall <b>Kennzeichnung Cu ETP o Al AW 1050 A</b> <b>Aggregatzustand:</b> Fest <b>Gefährliche Reaktionen:</b> Keine <b>Klassifizierung:</b> Altmetall	<b>Art:</b> Isolierend <b>Kennzeichnung Pressspan oder Pressspan mit amorphem Polymer</b> <b>Aggregatzustand:</b> Fest <b>Gefährliche Reaktionen:</b> Keine <b>Klassifizierung:</b> Sondermüll
<b>Gestell</b>	<b>Öl</b>	
<b>Art:</b> Metall <b>Chemische Zusammensetzung:</b> 1.0037 oder 1.0577 <b>Aggregatzustand:</b> Fest <b>Gefährliche Reaktionen:</b> Keine <b>Klassifizierung:</b> Altmetall - Alteisen	<b>Art:</b> Isolierflüssigkeit <b>Chemische Zusammensetzung:</b> Siehe technisches Datenblatt <b>Aggregatzustand:</b> Flüssig <b>Gefährliche Reaktionen:</b> Siehe Sicherheitsdatenblatt <b>Klassifizierung:</b> Sondermüll	

DEU

Die wichtigsten Materialien, die in der Regel für die Verpackung unserer Produkte verwendet werden, sind:

- Nylon transparentes LDPE;
- Transparente Luftpolsterfolie mit HDPE;
- OSB-Platten bestehend aus Fichte, Kiefer und Kunstharzen (Phenoplaste PF, Melamin-Harnstoff-Formaldehyd-Harze und PMDI-Polyurethan);
- Achsen oder Profile aus behandelter Fichte;
- Trockenmittelbeutel mit Tonerde MSDS in Tyvek®-Taschen;
- Polyesterpaketbänder PL;
- Polyethylenfolie mit LDPE;
- Wasserdichter Schutzbeutel (Polyester PET, Aluminium ALU, Polyethylen PE);
- Metallbefestiger.

Die Entsorgung des Transformators muss in Übereinstimmung mit den nationalen und lokalen Vorschriften erfolgen, die im Land der Installation gelten.

Die korrekte Entsorgung des Zubehörs entnehmen Sie bitte den Handbüchern und technischen Datenblättern des Zubehörs.

Bei unsachgemäßer Entsorgung oder bei Schäden an nicht ausreichend geschultem Personal übernehmen wir keine Haftung.



## 11. Kontaktdaten

Für jegliche Kommunikation, Meldung oder Unklarheiten wenden Sie sich bitte an unser Büro.

Telefon: +39 0444 482 204

Fax: +39 0444 483 956

e-mail: [info@trafoelettrio.com](mailto:info@trafoelettrio.com)

Adresse: Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy

Web: [www.trafoelettrio.com](http://www.trafoelettrio.com)

Manuel d'utilisation pour transformateurs immergés dans l'huile

Édition: Janvier 2021

Révision: 00 du 01/2021

Trafo Elettro S.r.l.  
trafoelettro.com

Les informations de ce document sont de propriété exclusive de Trafo Elettro S.r.l..  
Toute reproduction totale ou partielle est interdite.

## Index

1.	Objectif.....	3
1.1.	Garantie.....	3
2.	Sécurité.....	3
3.	Le transformateur.....	4
3.1.	Documentation.....	5
3.2.	Accessoires.....	5
3.3.	Fluides isolants.....	6
3.4.	Fonctionnement.....	6
3.5.	Durée de vie.....	7
3.6.	Effets d'une surcharge.....	7
3.7.	Compatibilité électromagnétique.....	8
3.8.	Marche en parallèle.....	9
3.9.	Température ambiante.....	9
4.	Manutention et transport.....	9
4.1.	Réception.....	10
4.1.1.	Enregistreur de chocs.....	10
4.2.	Manutention.....	10
5.	Stockage.....	11
6.	Installation.....	11
6.1.	Lieu d'installation.....	12
6.1.1.	Installation intérieure.....	12
6.1.1.1.	Ventilation.....	12
6.1.2.	Installation extérieure.....	12
6.2.	Distances électriques minimales.....	12
6.3.	Assemblage du transformateur.....	13
6.4.	Installation des roues.....	13
6.5.	Installation des amortisseurs de vibrations.....	13
6.6.	Serrage.....	13
6.7.	Bornes de moyenne et de basse tension.....	14
6.8.	Bornes de terre.....	15
6.9.	Commutateur.....	15
6.10.	Vannes d'arrêt.....	15
6.11.	Accessoires et circuits auxiliaires.....	15
6.11.1.	Déshumidificateur d'air.....	15
6.11.2.	Relais Buchholz.....	15
7.	Mise en service.....	16
8.	Maintenance.....	17
8.1.	Echantillonnage de l'huile.....	18
8.2.	Restauration des billes de gel de silice.....	19
8.3.	Restauration de la peinture.....	19
8.4.	Maintenance extraordinaire.....	19
9.	Dysfonctionnements.....	20
10.	Démolition et élimination.....	20
11.	Contacts.....	22

## 1. Objectif

Les transformateurs Trafo Elettro sont conçus, construits et testés conformément aux réglementations en vigueur et aux normes de qualité les plus strictes. Le présent document a pour but de suggérer les procédures à suivre pour l'installation, l'utilisation et l'entretien en toute sécurité des transformateurs isolés dans l'huile.

Le manuel doit toujours accompagner l'équipement, être conservé dans un endroit sûr et être mis à disposition du personnel concerné.

Suivre correctement ces instructions aide à maintenir élevé le rendement de votre appareil et à prolonger sa durée de vie.

### 1.1. Garantie

Les transformateurs Trafo Elettro sont garantis contre tout défaut de fabrication pour un an à compter de la date de l'essai. Des variations éventuelles peuvent être signalés sur le bon de commande.

L'intégrité du sceau de garantie est une condition essentielle pour pouvoir bénéficier de la garantie.

## 2. Sécurité

Trafo Elettro S.r.l. n'assume aucune responsabilité pour les opérations effectuées par du personnel non qualifié. Les opérateurs devront être des techniciens qualifiés et formés, tant du point de vue technique que du point de vue de la sécurité. Une manutention et une installation incorrectes peuvent sérieusement endommager le transformateur et compromettre son bon fonctionnement, causant des dommages aux personnes ou à l'environnement.

La sécurité est définie comme l'absence de danger pour les personnes et les biens lorsqu'un transformateur est en service ou en stockage. Cela implique l'identification des éventuels dysfonctionnements dans le but de les éliminer ou de les réduire, en portant la limite de risque à une valeur acceptable.

Avant de procéder avec chaque opération il est très important d'avoir lu toute la documentation, y compris la fiche technique, le plan coté, le rapport d'essai, ainsi que ce manuel et la fiche des données de sécurité du liquide isolant. Cette documentation doit toujours accompagner le transformateur Trafo Elettro et, si nécessaire, elle peut être fournie en copie.

De suite nous fournissons quelques consignes de sécurité:

- Toutes les opérations doivent être effectuées par du personnel qualifié. On conseille de planifier l'activité et de connaître les issues de secours possibles;
- L'accès au site doit être interdit au personnel non autorisé;
- L'opérateur doit porter les suivants dispositifs de protection individuelle pendant tous les travaux effectués sur l'appareil:
  - o Chaussures de protection
  - o Casque
  - o Salopette de travail
  - o Gants
  - o Harnais de sécurité (si nécessaire)
- Les normes de sécurité en vigueur dans le pays d'installation du transformateur doivent être respectées;
- Consulter les informations fournies par le distributeur d'énergie;
- Toutes les opérations effectuées sur la machine doivent être effectuées lorsque l'installation n'est pas sous tension;
- Le transformateur ne doit pas être utilisé à d'autres fins que celles pour lesquelles il a été conçu;

- L'installation du transformateur dans le respect des distances électriques minimales d'isolation assure la sécurité de l'opérateur même pour ce qui concerne l'exposition au champ magnétique généré;
- Respecter les signaux de danger ;
- Toute modification ou réparation effectuée sans l'autorisation de Trafo Elettro S.r.l. est interdite;
- Le transformateur doit être éliminé conformément à la réglementation en vigueur dans le pays d'installation.

### 3. Le transformateur

Comme indiqué dans la norme IEC 60076-1, le transformateur est une machine électrique statique à deux enroulements ou plus qui, par induction électromagnétique, transforme un système de tension et de courant alternatif en un autre système ayant généralement des valeurs de tension et de courant différentes, à la même fréquence, dans le but de transmettre puissance.

Le transformateur en exécution hermétique se compose d'un noyau magnétique, de l'enroulement primaire et du secondaire, d'un boîtier et d'un couvercle. De plus, il y a toujours une plaque signalétique solidement fixée, sur laquelle sont inscrites les données nominales de l'appareil.

Cette solution garantit l'absence du contact air-huile, en réduisant ainsi les contrôles et l'entretien. La dilatation du fluide pendant le fonctionnement est absorbée par les ailettes de refroidissement soudées au boîtier.

- FRA
- A - Boîtier
  - B - Couvercle
  - C - Embase
  - D -Bornes MT
  - E - Bornes BT
  - F - Commutateur à vide
  - G - Plaque signalétique données
  - H - Dispositif de protection
  - I - Vanne de sécurité
  - J - Doigt de gant thermométrique
  - K - Roues
  - L - Soupape de vidange et échantillonnage
  - M - Bornes de terre
  - N -Boulons à œillet de levage

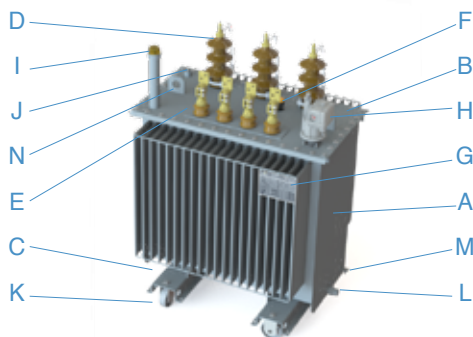


Figure 1 - Transformatore hermétiqueT-

Le transformateur en exécution par respiration, quant à lui, se compose d'un noyau magnétique, d'un enroulement primaire et d'un secondaire, d'un boîtier, d'un couvercle et d'un conservateur. Aussi en ce cas une plaque signalétique avec les données nominatives de la machine est toujours fixée solidement à l'appareil. Cette solution, généralement utilisée pour les tailles plus grandes, assure la dilatation de l'huile dans le réservoir conservateur. Un déshumidificateur empêche la contamination du fluide par l'humidité de l'air.

- A - Boîtier
- B - Couvercle
- C - Embase
- D - Conservateur d'huile
- E - Bornes MT
- F - Bornes BT
- G - Commutateur à vide
- H - Plaque signalétique données
- I - Indicateur température huile
- J - Indicateur niveau huile
- K - Boîte de centralisation
- L - Déshumidificateur
- M - Roues
- N - Soupape de vidange et échantillonnage
- O - Soupape de filtration
- P - Bouchon de remplissage
- Q - Radiateurs amovibles
- R - Bornes de terre
- S - Boulons à œillet de levage

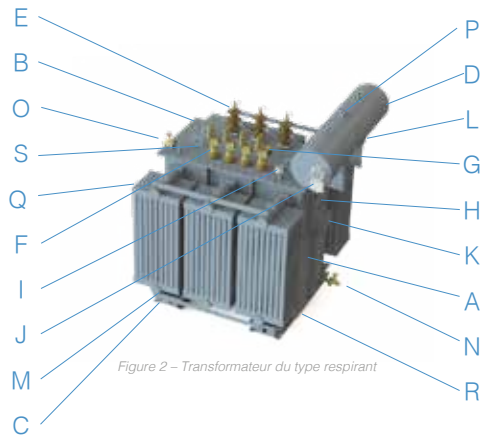


Figure 2 – Transformateur du type respirant

### 3.1. Documentation

Le transformateur électrique Trafo est toujours fourni avec une documentation qui explique les principales caractéristiques de l'appareil.

- La fiche technique contient les caractéristiques nominales du transformateur, soit électriques que mécaniques, ainsi qu'un aperçu des accessoires installés;
- Le plan coté signale les dimensions maximales, la disposition et les poids du transformateur en question;
- Le schéma des circuits auxiliaires est fourni lorsqu'il est nécessaire d'installer une boîte de dérivation;
- Le rapport d'essai déclare la conformité aux normes et aux éventuelles exigences du client;
- La fiche des données de sécurité de l'huile contient les informations nécessaires sur les propriétés physico-chimiques du fluide, pour garantir une manutention correcte sans qu'il y ait de danger pour les personnes et l'environnement.

Une fois l'assemblage terminé, ce manuel doit toujours rester avec le transformateur et, si requis, aussi d'autres documents spécifiques, tels que les manuels d'utilisation des accessoires ou les spécifications de peinture.

### 3.2. Accessoires

La gamme d'accessoires proposée par Trafo Elettro est large et différenciée selon le type de transformateur. En plus de l'équipement établi au moment de la commande, un doigt de gant thermométrique au-dessus du couvercle est toujours disponible pour le client.

#### Température:

La surveillance de la température est recommandée afin d'éviter des anomalies et pouvoir intervenir en temps utile pour protéger le transformateur. Les thermomètres et les sondes placées sur le couvercle ou à l'intérieur servent à cela.

Sauf indication contraire dans le schéma des circuits auxiliaires, il est recommandé de régler les indicateurs de température comme ci-dessous (réglages d'usine).

Alarme température huile: 90°C

Déclenchement température huile: 100°C

Alarme température enroulement: 95°C

Déclenchement température enroulement: 105°C

Formation de gaz:

Généralement, la formation de gaz anormaux est la sentinelle d'une défaillance interne, des accessoires tels que Buchholz ou des dispositifs de collecte sont utiles pour détecter et collecter ces gaz.

Niveau de l'huile:

Surveiller le niveau du fluide isolant permet d'en éviter une réduction critique, en empêchant des pannes qui pourraient survenir en raison d'une perte d'isolation. Des indicateurs placés sur le conservateur ou des solutions pour transformateurs hermétiques sont disponibles dans le commerce.

Surpression:

Afin de protéger le boîtier et d'éviter des dommages structurels, les soupapes de surpression servent pour éliminer les augmentations soudaines de pression causées par un dysfonctionnement.

Déshumidificateurs:

Pour éviter la contamination du fluide isolant par les particules d'eau dans l'air, les conteneurs de billes en gel de silice filtrent l'humidité afin de préserver les propriétés diélectriques de l'huile dans les transformateurs du type respirant.

Ventilation:

Des groupes de ventilateurs peuvent être placés au bord de la machine pour faciliter l'élimination des fuites, aussi bien en cas d'urgence que pour en augmenter la puissance. Leur dimensionnement est effectué par notre service technique au moment de la commande ou sur demande du client.

Cosses de terre (Earthing ball):

Elles sont installées, si requises par le client, sur les terminaisons et/ou sur les parties métalliques pour en faciliter la mise à terre lors des opérations de maintenance.

### 3.3. Fluides isolants

Le respect pour l'environnement et pour les personnes pousse notre entreprise à rechercher des produits plus sûrs et moins nocifs.

On utilise différents types de produits:

- Huile minérale : Conforme à la norme IEC 60296 et développée pour réduire la dégradation de l'huile, elle présente une bonne résistance à l'oxydation et est également disponible en version arctique ou inhibée;
- Huile silicone : Conforme aux normes IEC 836 et ASTM D 4652-92, elle est également développée pour assurer une mineure dégradation de l'huile et garantir une bonne résistance à l'oxydation. Sa caractéristique principale est un point d'inflammation élevé;
- Huile à base d'ester : Conforme aux normes IEC 61099 et IEC 62770, c'est un fluide de haute performance, spécialement formulé pour fournir une alternative sûre et supérieure aux huiles traditionnelles pour transformateurs. Il présente une sécurité élevée contre les risques d'incendie, une tolérance supérieure à l'humidité sans oublier une meilleure protection de l'environnement.

### 3.4. Fonctionnement

Lorsque le transformateur est alimenté selon les données de sa plaque signalétique et avec une température ambiante non supérieure à la température nominale, il peut être défini en fonctionnement normal. Cependant, la durée de vie du transformateur dépendra de l'usure de son isolation, qui à son tour sera liée au cycle des charges auquel il est soumis.

### 3.5. Durée de vie

Pour vieillissement on entend la détérioration naturelle des propriétés des matériaux rejointe par le transformateur en service, due au temps qui passe, aux conditions d'utilisation et surtout à la température. La norme IEC 60076-7 établit la durée de vie d'un transformateur à 180000 heures, en fonctionnant au 100% de sa charge à la température ambiante nominale. Il faut aussi préciser que les effets dus aux surcharges, même occasionnelles, ainsi qu'une installation et une utilisation incorrectes, réduisent considérablement cette durée de vie, qui est en fait obtenue sur une base statistique. Afin de préserver la durée de vie de votre transformateur, il est important de vérifier constamment la température ambiante de fonctionnement. Il est recommandé de réduire la charge si la température maximale garantie est dépassée.

### 3.6. Effets d'une surcharge

L'application d'une charge supérieure aux valeurs nominales entraîne généralement une augmentation des températures des enroulements, noyau et bornes, qui, en pesant sur le système isolant, peut entraîner un risque prématuré de décharge.

Les risques principaux associés à une surcharge de courte durée (moins de 30 minutes) sont les suivants:

- Augmentation des températures de fonctionnement jusqu'à des niveaux critiques;
- Dommages mécaniques dans les enroulements dus à des surintensités répétées;
- Détérioration critique des propriétés mécaniques à des hautes températures qui pourrait réduire la capacité de résistance au court-circuit;
- Réduction de la rigidité diélectrique.

Les effets d'une surcharge de longue durée (plus de 30 minutes) sont les suivants:

- Détérioration continue des propriétés mécaniques et diélectriques de l'isolant avec pour conséquence une réduction de la résistance au court-circuit;
- D'autres matériaux isolants, ainsi que des parties structurelles et des conducteurs, peuvent subir l'augmentation de température;
- La conception d'un transformateur se base sur la charge nominale, donc la durée de vie du transformateur se réduira.

La norme IEC 60076-7 "Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile" définit donc les limites applicables au dépassement des valeurs indiquées sur la plaque signalétique:



Tableau 1 - Limites de tension et de température dues à la

Types de charge		Transformateurs jusqu'à 2.5MVA	Transformateurs plus de 2.5MVA
Cycle normal de charge			
Tension maximale	[p.u.]	1.5	1.5
Température maximale point chaud enroulements	[°C]	120	120
Température maximale point chaud huile	[°C]	105	105
Surcharge de longue durée (supérieure à 30 minutes)			
Tension maximale	[p.u.]	1.8	1.5
Température maximale point chaud enroulements	[°C]	140	140
Température maximale point chaud huile	[°C]	115	115
Surcharge de courte durée (inférieure à 30 minutes)			
Tension maximale	[p.u.]	2.0	1.8
Température maximale point chaud enroulements	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	160
Température maximale point chaud huile	[°C]	n.a. <sup>1</sup>	115
<b>ATTENTION:</b> Les limites de tension et de température ne doivent pas être considérés comme étant valables en même temps. Il faut remarquer qu'au-dessus de 140°C sur le point chaud, il pourrait se former des bulles de gaz, qui compromettrait la rigidité diélectrique du transformateur.			

<sup>1</sup> Aucune limite n'est applicable car il n'est généralement pas possible de contrôler la durée d'une surcharge de ce type.

D'autres limitations sont dues au champ magnétique dispersé causé par l'augmentation des tensions. Cela peut provoquer des températures excessives dans les parties métalliques de la structure et donc réduire la capacité de surcharge du transformateur. En outre, si jamais le point chaud dépassait la température indiquée dans le Tableau 1, les propriétés diélectriques du système isolant s'effondreraient dangereusement.

Enfin, il faut également tenir compte des effets que l'augmentation de la tension et de la température peut avoir sur les accessoires installés, ainsi que la pression développée par l'expansion exceptionnelle de l'huile.

Il est donc conseillé de réduire au minimum la durée de tout type de surcharge, afin de préserver l'isolation et de garantir la durée de vie du transformateur. Si nécessaire, contacter notre service clientèle.

### 3.7. Compatibilité électromagnétique

Les transformateurs de puissance sont considérés comme des éléments passifs envers les émissions électromagnétiques. Perturbations ou interférences à des appareils sensibles, tels que instruments et unités de contrôle, peuvent être réduites et éliminées en suivant ces simples précautions :

- Garder groupés ensemble les câbles de phase et du neutre;
- Le passage des câbles d'alimentation doit éviter de croiser des appareils sensibles ou des câbles de signal ;
- Utiliser des câbles de signal blindés .

### 3.8. Marche en parallèle

Le fonctionnement en parallèle de deux ou plusieurs transformateurs peut être justifié par des exigences différentes, y comprise faire face à une charge variable, assurant ainsi des rendements plus élevés, la sécurité et la continuité du service, en cas de dysfonctionnement ou de maintenance de l'un des transformateurs en parallèle. Afin de mettre en oeuvre correctement cette connexion, il est essentiel de vérifier :

- La compatibilité des données des plaques signalétiques:
  - o Égalité des tensions nominales ;
  - o Égalité de la relation de transformation en toutes les positions;
  - o Égalité du groupe vectoriel;
  - o Égalité d'impédance de court-circuit ;
  - o La différence maximale entre les deux puissances ne doit pas dépasser le 30%;
- Avec l'utilisation d'un voltmètre, l'accord entre la phase "un" du transformateur déjà en service et la phase "un" du transformateur à monter en parallèle. Le résultat doit être égal à 0.

Une fois ces données vérifiées, on procède au positionnement et à la mise sous tension comme indiqué ci-dessous:

- Connecter les phases respectives des primaires;
- Connecter les phases respectives des secondaires;
- Connecter les deux transformateurs à terre ensemble;
- Vérifier que les positions des commutateurs correspondent;
- Activer l'interrupteur principal, en laissant l'interrupteur secondaire ouvert;
- S'assurer qu'il n'y a pas d'inégalité de tension entre les phases respectives;
- Procéder à la fermeture de l'interrupteur secondaire.

Attention : Une mauvaise exécution de cette connexion pourrait provoquer des surtensions critiques et endommager les transformateurs. On conseille d'en informer toujours Trafo Elettro S.r.l..

### 3.9. Température ambiante

La température ambiante doit toujours rester entre les limites nominales indiquées sur la fiche technique. S'il arrivait que la température ambiante maximale soit supérieure à celle indiquée sur la fiche technique, il sera quand même possible d'utiliser le transformateur, en réduisant la charge. Il est conseillé de s'assurer que la ventilation soit garantie et qu'il n'y ait pas de contraintes qui pourraient générer des points chauds et endommager l'appareil.

Si nécessaire, on conseille de contacter le support technique de Trafo Elettro S.r.l..

## 4. Manutention et transport

Les phases de la livraison sont assurées et documentées directement par Trafo Elettro S.r.l.. La machine est solidement ancrée au camion à l'aide des oeilletons situés dans le bas du transformateur. Il faut faire attention à la position des élingues, qui doivent être libres et positionnées de façon à ne pas risquer d'être coupées.

Une protection anti-poussière est appliquée sur la partie supérieure.

Les transports maritimes, ferroviaires et aériens impliquent également l'utilisation de sacs barrières et d'emballages en bois.

Figure 3 - Ancrage adéquat pour le transport



## 4.1. Réception

À la réception du transformateur sur le site, avant de signer le document de transport, on conseille de procéder de la façon suivante :

- Vérifier l'intégrité de tous les emballages mentionnés dans le document de transport;
- Documenter l'état des emballages à l'arrivée par des photos;
- Vérifier que les caractéristiques sur la plaque signalétique correspondent à celles indiquées sur le document de transport .

En cas de dommages ou d'incohérences dans l'expédition, il faut faire immédiatement une réserve auprès du transporteur. Une non-conformité écrite doit être envoyée dans les 5 jours au fabricant et au transporteur, accompagnée d'une documentation photographique. Faute de cela, le transformateur sera considéré comme livré en parfait état.

### 4.1.1. Enregistreur de chocs

En accord avec le client, Trafo Elettro peut installer des enregistreurs adhésifs jetables ou des appareils électroniques plus performants.

La solution adhésive fournit une indication sommaire de ce qui s'est passé pendant le transport. Généralement elle met en évidence une inclinaison maximale ou le dépassement d'une accélération G prédéfinie.

Au contraire les produits électroniques assurent un enregistrement plus précis tout au long du transport. Lorsque le transformateur arrive sur le site, il est nécessaire de :

- Eteindre l'appareil;
- Démontez l'appareil;
- Enregistrer la date et l'heure sur l'étiquette de l'appareil;
- Envoyer l'instrument à Trafo Elettro S.r.l. pour l'évaluation des données enregistrées.

L'enregistreur de chocs fait partie de la livraison; s'il manque ou s'il est endommagé, le client devra contacter notre service des livraisons.

Il faut remarquer que l'enregistreur de chocs ne fournit qu'une indication des dommages éventuels qui ont pu être causés pendant le transport et qu'il ne constitue pas une preuve incontestée du dysfonctionnement. En effet l'appareil enregistrera également les impacts causés par des chocs ou des chutes accidentels du même. La preuve que un dommage s'est réellement produit dans le transformateur ne peut être déterminée qu'après des essais ou des inspections internes.

## 4.2. Manutention

On recommande, surtout pour les transformateurs de grandes dimensions, de vérifier et de planifier l'itinéraire à suivre afin d'anticiper les problèmes et les obstacles qui pourraient causer des dommages et compliquer le transport sur le site.

Avant de procéder au déchargement, il faut prendre toutes les précautions indiquées au Chapitre 2 "Sécurité".

Ne pas oublier que le transformateur est un composant fragile et qu'il doit être manutentionné avec précaution. Il faut éviter les mouvements brusques et procéder doucement à chaque étape. Il ne faut pas tirer ou pousser directement le transformateur hors du boîtier, mais il faut agir uniquement sur les oeilletons indiqués sur le plan coté. La manutention du transformateur peut être effectuée de la manière suivante :

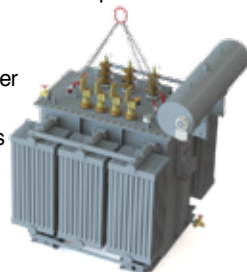


Abbildung 4 - Anheben mit Hebeösen

- En utilisant les boulons à oeillets de levage adaptés à la fonction et au poids qu'ils doivent supporter. Il est important d'utiliser tous les boulons à oeillet indiqués sur le plan coté; les chaînes ne doivent pas former un angle supérieur à 60°;
- Pour les machines de petites tailles, il est possible de transporter le transformateur par chariot élévateur ; en ce cas il faut s'assurer que la zone d'appui des fourches soit le châssis et pas le fond du boîtier ;
- Pour les petits déplacements, il y a des oeillets de remorquage placés dans la partie inférieure du transformateur.

Avant chaque opération, il est nécessaire de lire la documentation du transformateur où le poids et la position des dispositifs de levage sont clairement indiqués.



Figure 5 - Levage par chariot élévateur à fourche



Figure 6 - Remorquage d'un transformateur

## 5. Stockage

Bien qu'il soit recommandé d'installer le transformateur le plus rapidement possible, une période de stockage peut être nécessaire. Dans ce cas, Trafo Elettro S.r.l. suggère de suivre ces instructions pour préserver au mieux l'état du transformateur:

- Le local de stockage doit être fermé et ventilé;
- Les endroits poussiéreux et humides doivent être évités;
- La température de l'entrepôt doit être comprise entre -25°C et +40°C;
- L'emballage doit être maintenu pendant toute la durée du stockage. En particulier, le couvercle de protection des isolateurs enfichables (plug-in) doit rester monté (le cas échéant);
- Le transformateur doit être protégé contre les chocs accidentels.

Pour les transformateurs équipés d'un conservateur, on recommande l'installation d'un déshumidificateur et l'inspection périodique des billes de gel de silice. Si elle sont prévues, ouvrir également les vannes d'arrêt de Buchholz et des radiateurs.

## 6. Installation

Après la réception de la machine, on procède à l'installation. Suivre ce chapitre étape par étape a pour but de préparer le transformateur pour un fonctionnement correct et durable.

Avant de procéder aux étapes d'utilisation, veuillez lire attentivement le Chapitre 2 "Sécurité".

Avant de commencer, il faut s'assurer que toutes les pièces livrées soient disponibles et présentes sur place. Se reporter au plan coté.

## 6.1. Lieu d'installation

Un transformateur Trafo Elettro peut être installé à l'intérieur comme à l'extérieur. La fiche technique indique toujours le type de protection défini au moment de l'achat et, avec la catégorie corrosive, il identifie l'environnement approprié pour son emplacement final.

Le site doit assurer une ventilation adéquate du transformateur et répondre aux exigences de sécurité des normes en vigueur dans le pays d'installation (telles que des réservoirs de collecte et des systèmes de protection contre les risques d'incendie).

L'utilisation du transformateur en des environnements particulièrement agressifs est autorisée sous réserve d'une communication préalable à Trafo Elettro S.r.l., qui fournira la solution la plus appropriée.

### 6.1.1. Installation intérieure

Le local ne doit pas présenter de risque d'égouttement ou d'inondation. Sauf indication contraire sur la fiche technique, l'altitude ne doit pas dépasser 1000 m au-dessus du niveau de la mer et la température doit être entre -25°C et +40°C. Enfin, les fondations devront supporter le poids du transformateur, le maintenir sur un plan non incliné et l'empêcher de glisser.

#### 6.1.1.1. Ventilation

Afin d'assurer les conditions de fonctionnement optimales, il faut prévoir une ventilation suffisante pour garantir l'élimination des pertes du transformateur.

Le transformateur doit être installé à une distance non inférieure à 300 mm des murs et non inférieure à 600 mm des autres transformateurs.

Le local doit être équipé d'un orifice d'entrée d'air frais, située dans le bas du local, et d'un autre orifice de sortie situé en haut sur la paroi opposée, pour permettre un échange d'air d'au moins 4 m<sup>3</sup>/min pour chaque kW de perte.

On précise aussi que les orifices doivent empêcher l'entrée de corps étrangers, d'eau ou d'autres contaminants.

On remarque enfin que l'installation dans une pièce mal ventilée ou dont la température moyenne annuelle est supérieure à 30°C entraîne une réduction de la puissance nominale. Dans ce cas, il est conseillé d'installer un système d'aspiration ou de ventilation forcée à côté de la machine. Contacter Trafo Elettro S.r.l. pour un dimensionnement correct.

**!!Attention!!** Une circulation d'air insuffisante, en plus de réduire la durée de vie moyenne du transformateur, provoque un échauffement qui peut provoquer l'intervention de la protection thermique.

### 6.1.2. Installation extérieure

Une installation extérieure devra assurer des fondations adéquates pour supporter le poids du transformateur, en le maintenant sur un plan non incliné et en l'empêchant de glisser. Les installations alternatives sont des solutions "poteaux" qui nécessitent d'ancrages adaptés au poids du transformateur. Enfin, sauf indication contraire de la fiche technique, l'altitude ne doit pas dépasser 1000 m au-dessus du niveau de la mer et la température doit être comprise entre -25°C et +40°C.

## 6.2. Distances électriques minimales

Pour un transformateur avec des bornes en exécution IP00, il faudra respecter les distances électriques indiquées dans le Tableau 2 entre les isolateurs et éventuels corps ou structures métalliques.

Tableau 2 - Distances minimales d'isolation

Tension maximale Um [kV]	Impulsion atmosphérique LI [kV]	Distance minimale [mm]
3.6	20	60
	40	60
7.2	60	90
12	75	120
	95	160
17.5	95	160
24	125	220
	145	270
36	170	320
52	250	480
72.5	325	630
	350	630

### 6.3. Assemblage du transformateur

Ce manuel doit être considéré comme complet pour les transformateurs reçus entièrement assemblés et remplis d'huile. En cas de nécessité liée à la taille de la machine, ainsi que dans le cas d'accords pris avec le client, il est possible de recevoir l'appareil en pièces détachées à assembler. Dans ce cas, une documentation détaillée pour le montage et le remplissage sur place sera toujours jointe au transformateur.

### 6.4. Installation des roues

Les roues peuvent être montées sur le site à l'aide de ponts roulants, de grues ou de vérins hydrauliques. Il faut consulter le poids indiqué sur la plaque signalétique et se munir des moyens et accessoires appropriés pour cela. Le positionnement des roues peut être effectué dans les deux directions principales. Pour plus d'informations, se reporter au plan coté.



Figure 7 - Installation des roues

### 6.5. Installation des amortisseurs de vibrations

L'offre d'amortisseurs de vibrations est variée et change en fonction du type d'utilisation et du lieu d'installation. Communément utilisés pour réduire les vibrations transmises au sol, ils sont installés directement sur les chariots du transformateur ou sous les roues. Consulter le plan coté avant de procéder à l'installation.

### 6.6. Serrage

Un boulon desserré peut provoquer une défaillance mécanique, un point chaud dans le raccordement des bornes, ainsi qu'une fuite d'huile. Il est donc important de vérifier périodiquement le serrage des boulons avec une clé dynamométrique calibrée appropriée.

Tableau 2 - Couples de serrage applicables

Vis / Boulon	Type de clé [mm]	Raccordements électriques [Nm] A2-70	Raccordements mécaniques [Nm]	
			A2-70 Sans joint d'étanchéité	A2-70 Avec joint d'étanchéité
M6	10	n.a.	10	8
M8	13	20	20	15
M10	17	35	35	30
M12	19	50	60	45
M14	22	70	100	75
M16	24	80	150	115
M20	30	110	290	220

Vis / Boulon	Type de clé [mm]	Isolateurs de basse tension [Nm] OT63
M12	19	12
M20	30	20
M30	46	30
M42	65	55
M48	75	60
M55	85	75
M64	95	90

Typologie	Type de clé [mm]	Vannes de vidange [Nm]
DIN22	46	120
DIN31	65	140

Typologie	Type de clé [mm]	Bouchon de remplissage [Nm]
2° GAS	42	110

Note : Les raccordements mécaniques avec joint d'étanchéité désignent la présence d'un joint de compression. Se reporter au couple de serrage indiqué dans la colonne "Sans joint" pour les joints toriques (o-ring) avec siège.

## 6.7. Bornes de moyenne et de basse tension

Les bornes du transformateur sont clairement identifiées par des étiquettes. En cas de doute, se reporter au plan coté.

Une connexion correcte des câbles de ligne ne doit PAS charger les bornes du transformateur. Préparer donc des supports appropriés pendant l'installation.

La version standard Trafo Elettro prévoit que les bornes MT et BT soient placées sur le couvercle.

D'autres exécutions peuvent être requises au moment de la commande.

Consulter le Tableau 3 pour connaître les couples de serrage applicables.

Si une borne avec un isolateur de type à fiche est requise, il faut se munir d'une pièce de déconnexion appropriée. La section du câble et le diamètre extérieur, y compris l'isolation, déterminent ce qui est nécessaire.

Il est également recommandé, en particulier dans le cas d'un raccordement direct aux lignes aériennes, de prévoir des dispositifs appropriés de protection contre les surtensions, qui protègent le transformateur des impulsions d'origine atmosphérique.

## 6.8. Bornes de terre

Chaque transformateur est équipé de deux points de terre situés dans la partie inférieure du transformateur. Se reporter au plan coté pour les identifier et utiliser un câble avec une section appropriée pour la mise à terre des parties métalliques.

## 6.9. Commutateur

Le commutateur, généralement situé au-dessus du couvercle, est utilisé pour rapprocher le plus possible la tension primaire à la tension du réseau. L'opération doit être effectuée en absence de tension, en déplaçant la poignée dans la direction souhaitée et en suivant les instructions de la plaque signalétique.

Le commutateur est raccordé correctement lorsque la tension secondaire est égale à la valeur indiquée sur la plaque signalétique.

Le réglage du commutateur à prises en charge sur tensions primaires plus élevées que la tension d'alimentation entraîne des tensions plus basses du côté secondaire. D'autre part, des tensions primaires plus faibles entraînent des tensions plus élevées du côté secondaire.



Figure 8 - Commutateur standard

## 6.10. Vannes d'arrêt

Le cas échéant, il est indispensable d'ouvrir toutes les vannes d'arrêt avant la mise en service du transformateur. Se reporter au plan coté pour trouver les vannes.

## 6.11. Accessoires et circuits auxiliaires

La dernière étape de l'installation du transformateur est le raccordement au système des appareils de contrôle dont le transformateur est équipé.

En ce qui concerne le réglage, on conseille de consulter le schéma de raccordement et les manuels des accessoires fournis.

### 6.11.1. Déshumidificateur d'air

Cet accessoire, fourni avec les transformateurs du type respirant, est utilisé pour éviter la contamination du fluide isolant. Vérifier la position correcte du déshumidificateur sur le plan coté.

- Dévisser le bouchon de protection (une petite quantité d'huile pourrait s'échapper) ;
- Enlever la protection en plastique qui préserve l'état des billes de gel de silice, ( qui doivent être orange, sinon voir Paragraphe 8.2 ) ;
- Installer le déshumidificateur à la position indiquée ;
- En cas d'utilisation d'un modèle à fermeture hydraulique, le réservoir à l'extrémité du composant doit être rempli d'huile minérale jusqu'au niveau indiqué. Ceci agira comme un filtre et préservera l'état des billes.

### 6.11.2. Relais Buchholz

Afin de bloquer les flotteurs pour éviter qu'ils ne soient endommagés pendant le transport, un bloc est placé à l'intérieur du capuchon de protection du bouton d'essai mécanique. Il faut donc retirer ce bloc pour rétablir le bon fonctionnement de l'accessoire. Il faut remarquer que le relais n'est disponible que sur les transformateurs du type respirant ; se référer au plan coté.



## 7. Mise en service

Avant la mise en service du transformateur, il faut effectuer quelques vérifications lorsque le transformateur est déconnecté de la ligne.

Comme indiqué au Chapitre 2 “Sécurité”, les opérations de mise en service doivent être effectuées par du personnel technique spécialisé et toutes les consignes de sécurité doivent être respectées.

Effectuer une mesure de la résistance de l'isolation. S'assurer que les bornes MT et BT soient déconnectées du transformateur, se référer aux valeurs indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 3 - Résistance d'isolation minimale à 20°C

Classe d'isolation [kV]	Résistance [ $M\Omega$ ]	Tension applicable pour 1' [V]
1.1	$\geq 500$	2500
3.6	$\geq 1000$	2500
7.2	$\geq 1000$	5000
12	$\geq 1000$	5000
17.5	$\geq 1000$	5000
24	$\geq 1000$	5000
36	$\geq 1000$	5000
52	$\geq 5000$	5000
72.5	$\geq 5000$	5000

Liste de contrôle pour la mise en service

- Mégohmmètre** Essai d'isolation;
- Visuel ; clé dynamométrique** Vérifier le serrage de tous les composants, des bornes de moyenne tension et de basse tension, y compris la mise à terre;
- Visuel; Mètre** Vérifier la distance entre les parties sous tension en fonction de la classe d'isolation;
- Visuel; Multimètre** Vérifier la mise à terre;
- Visuel; Voltmètre** Vérifier que la tension du système correspond à la tension indiquée sur la plaque signalétique ;
- Visuel** Vérifier que les câbles de raccordement ne pèsent pas sur les bornes ;
- Visuel** Vérifier que les vannes d'arrêt des radiateurs et du relais Buchholz soient ouvertes (le cas échéant) ;
- Visuel** Vérifier que le transformateur a été nettoyé et qu'il n'y ait pas de corps étrangers au-dessus ;
- Visuel** Vérifier le fonctionnement des accessoires et s'assurer d'avoir effectué un étalonnage correct.
- Visuel** Vérifier le fonctionnement des ventilateurs (le cas échéant) ;
- Visuel** Vérifier le bon fonctionnement des interrupteurs MT et BT .

Une fois effectuées les vérifications indiquées ci-dessus, l'interrupteur de moyenne tension peut être fermé. Le transformateur émettra immédiatement un fort ronflement qui se stabilisera rapidement. Procéder aux contrôles suivants :

- Vérifier que la tension secondaire correspond aux données de la plaque signalétique;
- Vérifier la valeur des tensions liées et étoilées ;
- Vérifier le sens cyclique des phases.

Après avoir vérifiées ces conditions, l'interrupteur de basse tension peut être fermé.

En cas de doute, contacter notre service technique.

## 8. Maintenance

L'entretien périodique du transformateur permet d'en maintenir un rendement élevé dans le temps et d'en prolonger sa durée de vie.

On rappelle que le personnel chargé d'effectuer la maintenance doit être qualifié et satisfaire toutes les exigences de sécurité du Chapitre 2 "Sécurité".

Attention:

- Les opérations de maintenance doivent être effectuées quand le transformateur est hors tension;
- La température du transformateur qui vient d'être débranché peut causer des brûlures;
- Les parties supérieures du transformateur doivent être atteintes au moyen d'échelles et non en grim pant sur le transformateur;
- L'utilisation de solvants ou d'abrasifs qui pourraient compromettre les parties du transformateur est fortement déconseillée;
- Ne laisser aucun objet en contact avec le transformateur après le nettoyage.

Tabella 4 - Maintenance périodique

Périodicité	Type d'intervention	Instrumentation
Semestriel	Vérification et enregistrement de la température maximale de l'huile (si il y a un thermomètre de l'huile)	Visuel
Semestriel	Vérification et enregistrement de la température maximale des enroulements (s'il y a une image thermique)	Visuel
Semestriel	Vérification et enregistrement des changements du niveau de l'huile (s'il y a un indicateur)	Visuel
Semestriel	Vérification et enregistrement de l'état de la soupape de surpression	Visuel
Semestriel	Vérification de l'état des billes de gel de silice (le cas échéant) Note : en cas de coloration verte, il est nécessaire de les régénérer.	Visuel
Semestriel	Vérification de l'absence de fuites d'huile	Visuel

Annuel	Nettoyage des poussières, des dépôts de saleté avec une attention particulière aux isolateurs.	Air comprimé sec max 3 bar et chiffons propres
Annuel	Contrôle des couples de serrage des composants	Clé dynamométrique ; voir Tableau 3
Annuel	Contrôle des couples de serrage des connexions de moyenne et de basse tension, y compris la mise à terre	Clé dynamométrique ; Couples de serrage applicables – Voir Tableau 3
Annuel	Fonctionnement du commutateur en toutes les positions (vide et chargé). Pour conserver la fonctionnalité intacte, on conseille d'exécuter la série entière plusieurs fois.	Manuel
Annuel	Vérification du bon fonctionnement des accessoires installés	Multimètre
Tous les 2 ans	Prélever et analyser un échantillon d'huile (uniquement pour les transformateurs du type respirant)	Manuel; voir Paragraphe Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Tous les 10 ans	Prélever et analyser un échantillon d'huile (uniquement pour les transformateurs hermétiques)	Manuel; voir Paragraphe Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

Il est recommandé d'établir une fiche d'entretien pour pouvoir surveiller les interventions effectuées. Une brève description et la date sont suffisantes.

### 8.1. Echantillonnage de l'huile

Les causes qui conduisent à une détérioration progressive de l'huile sont l'absorption de l'humidité de l'air et l'oxydation due aux particules étrangères.

On peut donc dire que les machines en exécution hermétique, en garantissant l'absence du contact air-huile au niveau de construction, nécessiteront de moins de contrôle du fluide isolant, tandis que les transformateurs du type respirant nécessiteront d'analyses périodiques afin d'assurer un haut niveau d'isolation.

Bien que l'échantillonnage de l'huile soit une opération simple, il faut suivre attentivement la procédure suivante afin d'assurer un résultat réel et cohérent aux analyses passées et à venir.

Tout d'abord, il faut se munir d'un flacon jetable dans un état de propreté contrôlé (neuf, propre et sans résidus d'aucune sorte). La présence d'eau ou d'autres substances pourrait compromettre l'essai.

Les opérations doivent être effectuées à l'aide de la soupape de vidange ou de prélèvement (le cas échéant), dont il sera nécessaire d'enlever le sceau, après avoir reçu l'autorisation de Trafo Elettro S.r.l..

- Utiliser des gants neufs ;

- Vidanger un peu d'huile du point de prélèvement dans un récipient de vidange;
- Verser environ 200ml directement dans le flacon jetable ;
- Sceller la flacon ;
- Rétablir la fermeture de la soupape;
- Enregistrer l'opération sur la fiche de maintenance.

Les essais doivent être effectués conformément à la norme CEI 60599. Si on ne dispose pas des instruments d'analyse, il faut les envoyer à un laboratoire spécialisé ou à Trafo Elettro S.r.l. en indiquant la date du prélèvement et le numéro de série du transformateur.

On recommande d'effectuer un traitement du fluide isolant si les résultats obtenus lors du prélèvement ne sont pas satisfaisants.

## 8.2. Restauration des billes de gel de silice

Les billes de gel de silice empêchent la contamination de l'huile par les particules d'eau qui se trouvent dans l'environnement.

Surveiller l'état des déshumidificateurs d'air signifie agir rapidement lorsqu'il est nécessaire de rétablir leur efficacité.

D'une couleur orange caractéristique à l'état sec, ces billes de gel de silice vont, avec le temps et l'absorption de l'humidité, atteindre une couleur verte. Il est donc possible de régénérer leur efficacité en suivant cette procédure:

- Prendre les billes contenues à l'intérieur du déshumidificateur ;
- Les étaler uniformément sur une plaque de four;
- Sécher les billes à une température de 130°C-140°C jusqu'à ce qu'elles atteignent la couleur orange.

Les billes de gel de silice peuvent être réutilisées une fois reconditionnées.

## 8.3. Restauration de la peinture

Une exposition prolongée aux intempéries, un nettoyage insuffisant et un environnement particulièrement agressif peuvent provoquer la formation de rouille dans des zones critiques.

L'entretien de la protection est important et prolonge la durée de vie du transformateur et assure son efficacité dans le temps.

Si une retouche est nécessaire, on conseille de:

- Eliminer les traces de rouille à l'aide d'un papier de verre ou d'une spatule;
- Augmenter l'adhérence de la retouche en utilisant du papier de verre à proximité du point concerné;
- Nettoyer et bien essuyer la zone concernée ;
- En suivant la fiche technique du vernis choisi, respecter les doses de dilution et les temps d'application;
- Appliquer plusieurs fois si nécessaire.

On rappelle que le code couleur RAL est toujours indiqué sur la fiche technique et sur le plan coté. Pour plus d'informations, contacter Trafo Elettro S.r.l..

## 8.4. Maintenance extraordinaire

Si le transformateur est utilisé en fonctionnement discontinu, on conseille d'effectuer tous les points énumérés dans le Tableau 5 avant de remettre la machine sous tension.

En cas d'événements exceptionnels, tels que surtensions, intempéries ou inondations, ainsi que de dommages aux accessoires et composants, on recommande de contacter notre service après-vente avant de procéder à la mise en service.

En cas de besoin, Trafo Elettro peut fournir de la documentation ultérieure pour les interventions plus

importantes, telles que le remplacement de composants endommagés. Enfin, il est conseillé d'augmenter la fréquence des opérations de maintenance en cas de fonctionnement du transformateur en des conditions climatiques extrêmes, avec une humidité élevée, des environnements excessivement pollués et poussiéreux, tout comme pour les appareils soumis à de nombreuses surcharges.

## 9. Dysfonctionnements

Le tableau suivant montre les anomalies les plus courantes, et leurs résolutions respectives, qui pourraient survenir pendant le normal fonctionnement du transformateur.

Tableau 5 – Anomalies courantes

Problème	Cause possible	Résolution
Alarme température élevée	Charge excessive par rapport à la puissance du transformateur	Vérifier la charge réelle et la comparer à la charge indiquée sur la plaque. Réduire la charge
Alarme température élevée	Mauvais réglage de l'alarme	Vérifier les valeurs de seuil configurées. (voir le Paragraphe 3.2).
Alarme température élevée	Démarrage de moteurs avec des courants de démarrage élevés	Éviter les démarrages simultanés et en réduire les répétitions
Alarme température élevée	Haut contenu harmonique dans le système	Installer des filtres pour les appareils qui génèrent des harmoniques
Alarme température élevée	Ventilation insuffisante du local	Vérifier que les ouvertures ne sont pas obstruées et rétablir la circulation de l'air.
Alarme gaz dans le Buchholz	Air résiduel dans le relais	Purger
Bruit de fond excessif	Tension d'alimentation trop élevée	Régler le commutateur de tension (voir le Paragraphe 6.9)
Bruit de fond excessif	Résonances mécaniques	Installer des dispositifs antivibratoires
Fuite d'huile des joints	Relâchement du serrage	Serrer les joints selon les indications du Tableau 3

## 10. Démolition et élimination

La maison Trafo Elettro S.r.l. est extrêmement consciente de la responsabilité de l'entreprise envers l'environnement, et demande à ses clients un support actif pour une mise au rebut correcte des appareillages compatible avec l'environnement.

Depuis 1970, notre entreprise utilise des fluides isolants sans polychlorobiphényles (PCB), interdits au niveau mondial pour sauvegarder la sécurité humaine et environnementale car ce sont des substances hautement toxiques à cause de la création de gaz suite à des arcs électriques. Le développement continu d'huiles isolantes plus performantes nous permet de fournir au client des solutions de plus en plus compatibles avec l'environnement et recyclables, ce qui garantit une seconde utilisation après la vie du transformateur.

**Noyau**

Typologie : Métal  
 Identification : Fine tôle magnétique Fe-Si Armatures 1.0037-1.0577  
 État physique : Solide  
 Réactions dangereuses : Aucune  
 Classification :  
 Débris de métal ferreux

**Conducteur enrouleurs**

Typologie : Métal  
 Identification : Cu ETP ou Al AW 1050 A  
 État physique : Solide  
 Réactions dangereuses :  
 Classification :  
 Ferraille

**Isolant enrouleurs**

Typologie : Isolant  
 Identification : Papier/carton compressé ou papier/carton compressé avec polymère amorphe  
 État physique : Solide  
 Réactions dangereuses : Aucune  
 Classification : Déchet spécial

**Charpente**

Typologie : Métal  
 Composition chimique : 1.0037 ou 1.0577  
 État physique : Solide  
 Réactions dangereuses : Aucune  
 Classification : Débris de métal ferreux

**Huile**

Typologie : Fluide isolant  
 Composition chimique : Comme indiqué sur la fiche technique  
 État physique : Liquide  
 Réactions dangereuses : Voir fiche de sécurité  
 Classification : Déchet spécial

Les principaux matériaux qui sont habituellement utilisés pour l'emballage de nos produits sont les suivants :

- Nylon transparent LDPE ;
- Polyéthylène à bulle d'air transparent HDPE ;
- Panneaux en bois à copeaux orientés OSB, composés d'épicéa, pin et résines synthétiques (phénoliques PF, uréiques MUF et polyuréthaniques PMDI) ;
- Planches ou profils en épicéa blanc traité ;
- Sachets déshydratants en argile MSDS en sachets Tyvek® ;
- Bandelettes de cerclage en polyester PL ;
- Film en polyéthylène de couverture LDPE ;
- Sac de protection imperméable (polyester PET, Aluminium ALU, polyéthylène PE) ;
- Agrafes métalliques.

La mise au rebut du transformateur doit être exécutée conformément aux législations nationales et locales en vigueur dans le pays d'installation.

Nous vous renvoyons aux manuels et aux fiches techniques des accessoires pour une mise au rebut correcte de ceux-ci.

Nous déclinons toute responsabilité en cas de mauvaise mise au rebut ou en cas de dommage au personnel non instruit de façon adéquate.

## 11. Contacts

Pour toute communication, signalement ou doute, vous pouvez contacter nos bureaux.

Téléphone: +39 0444 482 204

Fax: +39 0444 483 956

Adresse électronique: [info@trafoelettro.com](mailto:info@trafoelettro.com)

Adresse postale: Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy

Web: [www.trafoelettro.com](http://www.trafoelettro.com)



Tel. +39 0444 482 204

Fax +39 0444 483 956

Via Ponte Poscola - 36075 Montecchio Maggiore - Vicenza – Italy