

# Dry-type transformers HiDry<sup>72</sup>

## Dry-type transformers Class 72.5 kV





- A technical breakthrough
- Safe and ecological
- Reliable transformer technology
- Limited contribution with calorific energy to the source of fire
- Self-extinguishing



# Dry-type transformers The widest technology available







Vacuum cast coil

**RESIBLOC®** 

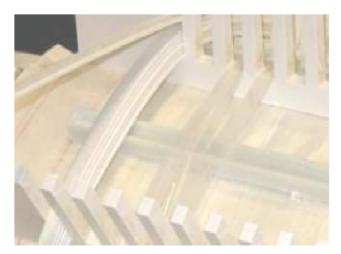
Open wound

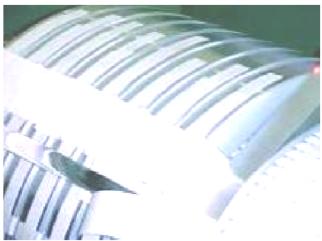
- Unique manufacturer with three coil technologies:
  - Vacuum cast coil
  - RESIBLOC®
  - Open wound
- Complementing technologies dedicated to specific market demands.
- Nearly 40 years of experience
- Proprietary technology and R&D departments



# Dry-type transformers Difference between RESIBLOC®, vacuum cast coil and open wound

Open wound





Vacuum cast coil HV disk winding

RESIBLOC® HV insulation application





Vacuum cast coil Casting under vacuum



# Dry-type transformers Global producer with focus factories I

Focus factories dedicated to produce dry-type transformers





# Dry-type transformers Global producer with focus factories II

\* Assembly units

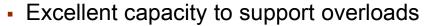
	Vacuum cast coil	RESIBLOC®	Open Wound
CN	x	X	
DE		X	
KR	x		
ES	x		
US	x	X	x
SA*	x		
EG*	x		
IN*	x		
RU*		Х	



# Dry-type transformers Main advantages of dry transformers



- Safety for people and property
- Environmentally friendly
- Maintenance and pollution-free solution
- No fire hazard
- Easy installation
- Excellent resistance to short circuit currents



- Excellent performance in case of seismic events
- Suited for damp and contaminated areas
- Reduced cost on civil installation works and fire protection systems





## Dry-type transformers Applications









- Public works
- Hospitals
- Airports
- Shopping centers
- Public buildings
- Office buildings
- Stadiums
- Variable speed drives

- Special industries
- Utilities
- Ships
- Oil and gas
- Metal and mining industry
- Metro systems/ trains
- Wind and solar power
- Application with rectifiers



# HiDry<sup>72</sup>



## HiDry<sup>72</sup> The range I



- Ratings up to 63 MVA
- Primary voltage up to 72,5 kV:
   with 325 kV BIL / AC 140 kV
   according to IEC
   350 kV BIL / AC 140 kV according to IEEE
   180 kV BIL / AC 90 kV, according to GOST
- Secondary voltage up to 36 kV:
   with 170 kV BIL / AC70 kV according to IEC
- With or without on-load tap changer (OLTC)



## HiDry<sup>72</sup> The range II

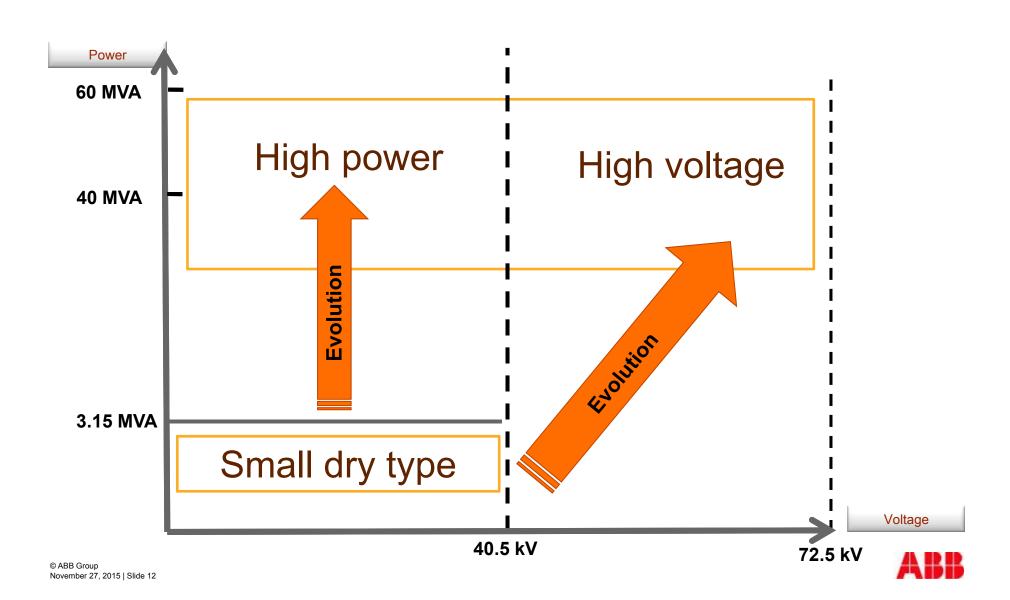




- Classes: E2, C2, F1
- Partial discharges: <10 pC</li>
- Insulation: 155 °C (F), 180 °C (H)
- AN, ANAF (up to +30%), AFWF
- Design temperature: 40 °C
- Star or delta connection
- Up to 23 taps with ± 18% regulation range
- Options, enclosure IP21 up to IP54



## HiDry<sup>72</sup> The boarder lines



## HiDry<sup>72</sup> Technical advantages



#### For retrofit or new installations

- Similar footprint as existing transformers
- For indoor or outdoor installation
- Paralleling with existing oil-transformers possible

### Safe and environment friendly



- No flammable liquids
- Self-extinguishing solid insulation
- 10-20 times smaller combustible mass, minimum smoke
- No risk of explosion
- Lower insurance liabilities



## HiDry<sup>72</sup> Customer benefits



### **Environmentally-friendly and cost-efficient**

- Optimized load loss
- Lower infrastructural cost
- Simple installation, no special civil works
- Minimal requirements for safety and protection installations
- Bushings available upon customer request
- Virtually maintenance free
- Easier unload and more efficient logistic costs



# HiDry<sup>72</sup> Applications areas



- Inner-city substations
- Indoor and underground substations
- Chemical, oil and gas industry



- Environmentally sensitive areas (e.g. water protection areas)
- Renewable generation (e.g. off-shore wind turbines)



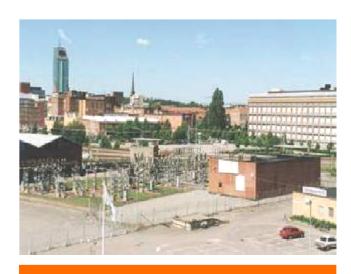
Fire-risk areas (e.g. forests)







# HiDry<sup>72</sup> Example on utilization





#### Before

Now

- The compact internal substations can be built in urban areas with limited space.
- Lower cost, lower environment impact.
- Less losses and higher people's security.



## Erection and commissioning Easy and fast installation and commissioning





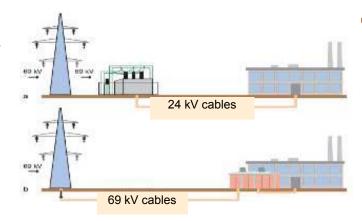






## HiDry<sup>72</sup> Energy efficiency

5 km of 24 kV cable can be replaced by 69 kV one



- Saving in losses :
  - Dry transformers allow installation close to/inside buildings.
  - Quantified over a 30-years period, the total saving is 8.5 GWh or 280 MWh per year.
  - Resulting in reduced emissions (EU power mix): CO<sub>2</sub>: 140 tons/yr

SO<sub>2</sub>: 375 kg/yr NO<sub>x</sub>: 175 kg/yr

- Additional savings:
  - Civil works.
  - Fire protection system.
  - Commissioning.
  - Yearly maintenance.



# HiDry<sup>72</sup> Technical achievements



# 72.5 kV dry-type transformer A technically demanding design

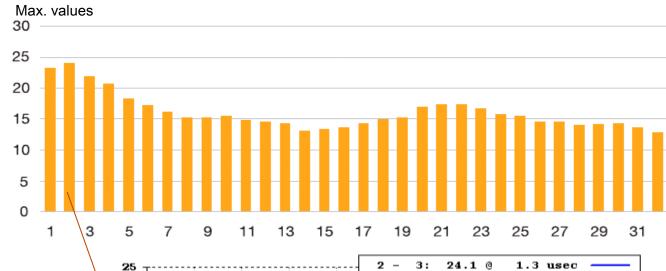


- Development strongly supported by ABB Corporate Research and University collaborations.
- Extensive use of computer simulations allowed fast development and product optimization.

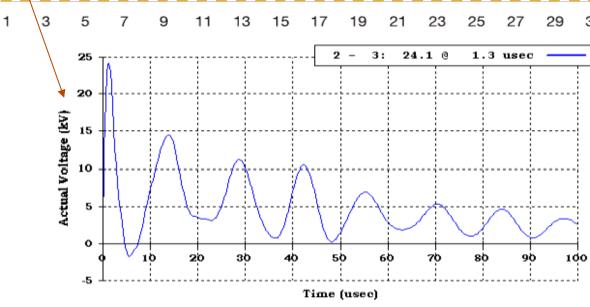


# HiDry<sup>72</sup> Voltage distribution during impulse test

Voltage distribution along windings for 325 kV lightning impulse test



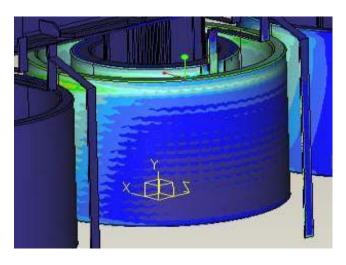
Temporal behavior of voltage distribution during application of lightning impulse

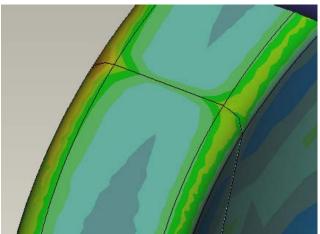


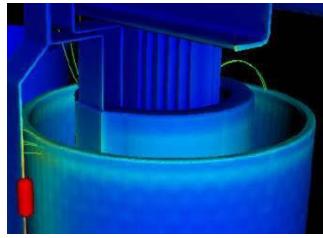


## Development strongly supported by simulations Dielectric field stress

Simulation of electrical field stress during BIL and AC testing



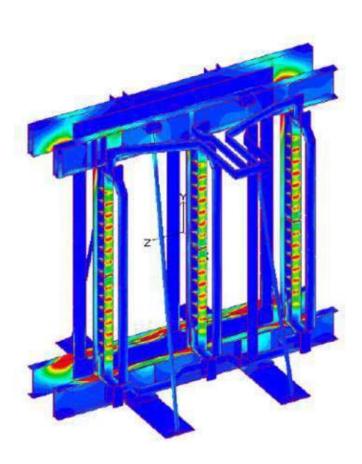


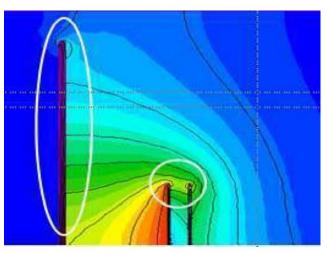




# Development strongly supported by simulations Magnetic fields and eddy currents

Eddy current losses in structural components





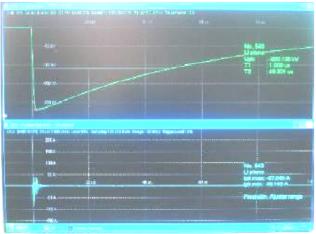
Magnetic stray field



## ...and confirmed by extensive experimental testing Exceeding the limits of standards

...and being tested beyond the limits in order to proof the expected safety margin







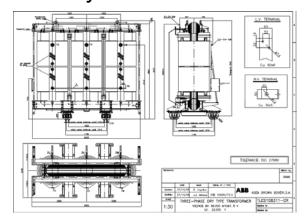




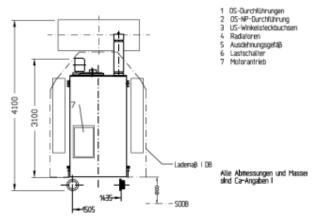
# 72.5 kV dry-type transformer Overall sizes

	25 MVA, 66 / 10 kV		40 MVA, 66 / 10 kV	
	Dry-type	Oil-filled	Dry-type	Oil-filled
	w/o		w/o	
	OLTC		OLTC	
Length (mm)	4370	4500	4970	5000
Width (mm)	2000	2300	2000	2500
Heigth (mm)	4120	4100	4120	4100

## Dry transformer



#### Oil transformer





# 72.5 kV dry-type transformer On-load tap changer

Transformer with Onload tap changer



(\*) presently limited availability, please contact us for clarification

#### **Characteristics of OLTC:**

- Dry, oil-free technology
- Linear type
- For up to 23 taps and
   ± 18% regulation range (\*)
- > 100'000 operations
- Low maintenance



# Conclusion and summary



## Conclusion and summary: ABB transformers Safety – reliability – low losses



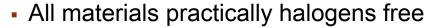




Ratings of up to 60 MVA and voltages of up to 72.5 kV.



Protection of the environment



Limited contribution with calorific energy to the source of fire



- Enhanced safety
- Reliable technology
- Nearly maintenance free
- Cost-efficient solutions





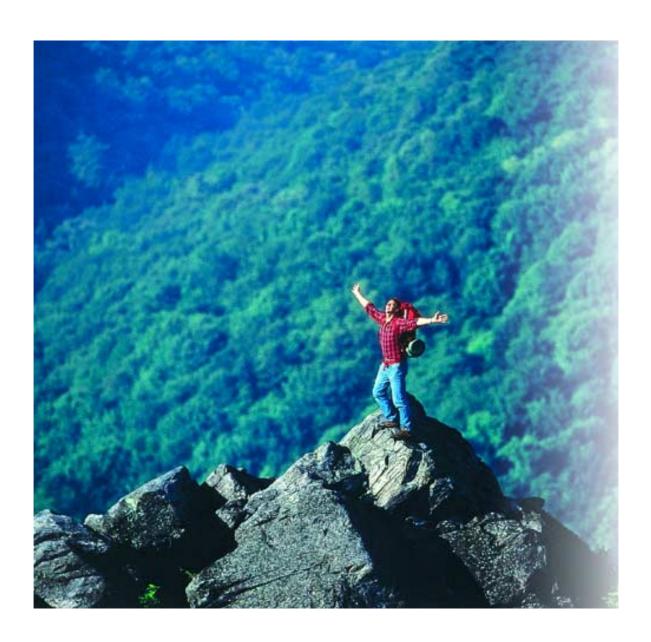






### **Distribution Transformers**

The most comprehensive range of solutions for distribution transformer applications





#### Even our standard solutions are special

In almost every place where people live and work you will find at least one transformer. But as long as it keeps working and supplying power to the escalator in the department store, the hotel lift, the office computer, the oven in the local bakery, the farm machinery or the petrochemical plant nobody gives it a second thought.

However, transformers are one of the most important units in every production process. Without them the core activities of nearly every business and factory would come to a standstill – with serious financial consequences.

After nearly 100 years in the development and manufacture of transformers we are well aware of this dependence. This is why, we never compromise on the performance, security or reliability of our products. Nor on design, materials, manufacturing methods, environmental protection or recycling.

Our objective is to support you and to add value to your activities, by offering a comprehensive range of top quality transformers. We also provide top class service and support.

With this approach we can tailor the most appropriate technical solution to every problem. A high quality solution with better service and support, better for the environment and yet with greater availability and a lower total cost of ownership than our competitors.

All over the world, in underground railways, in amusement parks and in every kind of factory you will find ABB transformers at work. In the following pages ABB invites you to find the optimal solution to your application and to see with your own eyes that even our standard solutions are special.



#### **Product Index**

Small Distribution Transformers page 11

Medium Distribution Transformers page 16

**Large Distribution Transformers** page 19

Single Phase Transformers page 24

Vacuum Cast Coil Transformers page 29

RESIBLOC® Resin-Encapsulated Transformers page 36

Pad Mounted Transformers page 43

Transformers for Variable Speed Drives page 44

**Reactors** page 47

**Boosterformers™** page 49

#### **Oil Type Transformers**

Single-phase and three-phase transformers for the range above 16 kVA and up to 72.5 kV.

These units are designed for power centres, substations and networks; also for pad-mounts.

They are used in public distribution systems, commercial buildings and industrial complexes.

The unique core and coil designs and the use of special turn insulating materials make these units extremely compact, reliable and durable.

A wide range of transformer fluids is available including BIOTEMP $^{TM}$ , which is biodegradable, less flammable and thermally efficient – ideal for densely populated or environmentally sensitive areas.

#### **Dry Type Transformers**

For the range 30 kVA to 30 MVA with primary operating voltages up to 41.5 kV and secondary operating voltages up to 36 kV. These units are designed for operation in difficult conditions – environmental contamination, fire hazard, high humidity or extreme climates.

They provide high level security and are found in hospitals and other public areas, on oil platforms, in ships, underground railways and mines.

They are extremely tough and resilient and are resistant to the effects of vibration. They should be considered for earthquake prone areas.

RESIBLOC® transformers have a special resin-encapsulated construction which is unique to ABB. This construction provides great strength and flexible design dimensions.

#### **Special Applications**

*Pad Mounted Transformers:* These units are delivered from the factory in tamper-resistant housings designed to prevent access by unauthorised personnel.

*Transformers for variable speed drives:* These units can be supplied with primary power ratings up to 30 MVA. They can be supplied as oil type or dry type. Converter transformers can be used for the variable speed drives of high-load, low-speed equipment such as mine hoists, rolling mills and ship propulsion systems. A correctly designed installation will provide impressive savings from reduced down-time, extended equipment life and lower power costs.

Reactors: Single-phase and/or three phase for a wide range of applications.

Boosterformers<sup>TM</sup>: Boosterformers<sup>TM</sup> are used in order to improve the function of electrical power systems and protect the environment from dangerous stray currents near an electrical railway.

#### **Product Selection Guide**

## **Oil Type Transformers**

Product	kVA	Primary Voltage (kV)	Features
Small Distribution Transformers	≤ 250	up to 36	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with off-load tap changers.
Medium Distribution Transformers	> 250 ≤ 2000	up to 36	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with on-load tap changers or off-load tap changers.
Large Distribution Transformers	> 2000	up to 72.5	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with on-load tap changers or off-load tap changers.
Single Phase Transformers	≤ 100	up to 36	Small distribution transformers for pole mounting.

## **Dry Type Transformers**

Product	MVA	Primary Voltage (kV)	Features
Vacuum Cast Coil	≤ 30	up to 36	Provides the ultimate in winding protection for the most demanding applications when effici- ency and reliability are critical.
RESIBLOC® Resin- encapsulated	≤ 30	up to 41.5	Provides the ultimate resistance to mechanical stress associated with heat and short circuit conditions in the most demanding applications.

## **Transformers for Special Applications**

#### **Product**

Pad Mounted Transformers
Transformers for Variable Speed Drives
Reactors
Boosterformers™

## **Oil Type Transformers**

ABB's liquid filled Power Distribution Transformers range from 16 kVA upwards, with primary voltages up to 72.5 kV.

ABB supplies the widest range of power distribution transformers, including specific designs for power centres, substations, networks and padmounts.

Transformers are an integral part of power systems with applications in industrial facilities, commercial buildings and utility transmission and distribution networks.

The core and coil design is a unique characteristic of ABB's oil type transformers, which generate the reliability, durability and reduced dimensions required for their application in utilities, industrial installations and public distribution. ABB oil type transformers are manufactured in accordance with the international quality standards ISO 9001 and ISO 14001.

#### **Standard features**

Standard features include aluminium or copper windings, epoxy or porcelain bushings, gauges, alarm packages, fans and special signs and tags.

For heavily polluted environmental conditions ABB offers special paint finish cycles in epoxycoating for the protection of metallic components and electrical equipment.

Selection Guide			
Product	kVA	Primary Voltage (kV)	Features
Small Distribution Transformers	≤ 250	up to 36	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with off-load tap changers.
Medium Distribution Transformers	> 250 ≤ 2000	up to 36	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with on-load tap changers or off-load tap changers.
Large Distribution Transformers	> 2000	up to 72.5	Used for indoor or outdoor applications, can be provided with on-load tap changers or off-load tap changers.
Single Phase Transformers	≤ 100	up to 36	Small distribution transformers for pole mounting.

#### **Construction features**

#### Core

The core is a series of laminations made from high-quality, grain-oriented silicon steel. The stacked core provides a superior flux path by utilising a step-lap that joins the core legs to the top and bottom yokes. The effective support for the core together with a step-lap joint have reduced existing currents by up to 40%, sound levels by up to 3 dB and iron losses by up to 10%.

The core efficiently fills the opening in the coil, leaving a minimum of unused space. The short yoke between the legs of the core reduces the external flow between the active leg core material, resulting in an increase in efficiency. The rectangular shape of the core can be more uniformly and firmly supported to prevent movement of the laminations so as to improve sound level characteristics.

#### Coils

The coil features a low voltage rectangular wire or sheet conductor extending along the full height of the coil. The layer to layer insulation, Insuldur, is a thermally upgraded kraft paper. The layer insulation is coated with a diamond pattern of B-stage epoxy adhesive, which cures during processing to form a high strength bond. This bond keeps the windings from moving during operation or under short circuit stresses. The high to low insulation is fitted over the low voltage winding and the wire of the strap wound high voltage is wound directly over the low voltage to form a high strength coil assembly. Generous oil ducts extend along the height of the coil to provide cooling in the winding. The staggered, diamond epoxy bonds help assure free oil flow through the winding.

Accurately located taps and a large winding cross section keep unbalanced ampere-turns to a minimum. Unbalanced ampere-turns create forces during short circuits that push the high voltage and low voltage coils apart vertically. By minimising this imbalance vertical forces are correspondingly reduced, thus making the design stronger under short circuit stresses.

The large areas presented by the layer-type winding result in a low ground capacity, which gives a nearly straight line surge distribution throughout the winding. A compact, high-impulse-strength coil is the result.

#### Turn insulation

ABB power distribution transformers are designed to meet specific performance criteria defined by the customer. Some design considerations may require the use of traditional crepe paper or Nomex® tape as turn insulation. Most designs, however, utilise DuraBIL®, which is a tough, flexible and inert turn insulation. It reduces the most prevalent cause of transformer failure – deterioration of turn insulation.

DuraBIL® is a single layer of epoxy powder deposited electrostatically and baked on a strap conductor. The process is closely controlled and monitored to ensure a continuous, uniform coating. The result is a compact turn insulation with superior characteristics including adhesion, flexibility, abrasion resistance and thermal and chemical stability.

Since DuraBIL® is chemically stable, it does not degrade or contaminate the transformer fluid with moisture. As a result, DuraBIL® maintains its dimensional stability and the coil's structural integrity.

#### Layer insulation

The Insuldur system of chemical stabilisers thermally upgrades the cellulose insulating materials to permit 12% higher load capacity. Insuldur can be used with all fluids offered by ABB for small power transformers. Chemical stabilisers delay insulation breakdown under elevated temperature conditions. Dimensional changes in the insulating materials are minimised to ensure a tighter structure. The result is greater strength and coil integrity throughout the life of the transformer.

The Insuldur system allows a unit rated at 55°C to be operated at a 10°C higher temperature with a 12% increase in kVA capacity.

#### **Transformer fluids**

A choice of transformer fluids, including oil, silicone, MIDEL and BIOTEMP $^{TM}$ , is offered with most ratings. Mineral oil is usually recommended for outdoor applications. Silicone and R-Temp are classified as less flammable fluids and are used when flammability is a concern.

Transformers designed with less flammable fluids can be used to meet specific requirements of non-flammability. BIOTEMP $^{\text{TM}}$  is a new, fully biodegradable, environmentally friendly dielectric fluid that is also classified as less flammable. BIOTEMP $^{\text{TM}}$  has been shown to be 97% biodegradable within 21 days by underwriters, laboratories. BIOTEMP $^{\text{TM}}$  is suitable for indoor applications and in areas of high environmental sensitivity where any insulating fluid spill would require expensive clean-up procedures.



## Small Distribution Transformers (≤ 250 kVA)

#### **Construction features**

#### Description

ABB Distribution Transformers manufactures three phase oil type small distribution transformers within the range up to 250 kVA and 36 kV. The transformers are adaptable for pole mounting or assembly in substations.

#### Standard features

Hermetically sealed transformers completely filled with oil:

- Corrugating tanks
- High and low voltage bushings in accordance with DIN 42531 and DIN 42530
- Off-circuit tap changer in 5 positions
- Lifting lugs
- Earthing terminals
- Thermometer pocket in accordance with DIN 42554 (standard from 100 kVA)
- Filling plug
- Drain cock
- Rating plate
- Inhibited oil

Transformers can also be manufactured with conservators.

Other product types with different dimensions and technical specifications can be designed and manufactured on request.



#### Core

The magnetic circuit is of the three column type with mitred joints. It is manufactured with first-rate, grain oriented silicon iron sheets insulated with carlite. The mounted core is clamped down in order to reduce vibrations and minimise noise levels.

#### Windings

The windings are made of either copper or aluminium; they are insulated with either pure cellulose or double enamel. Furthermore, the complete columns are manufactured to withstand short circuit stresses.

#### Off-circuit tap changer

The tappings ( $\pm 2 \times 2.5\%$ ) of the HV winding, are connected to the off-circuit tap changer located horizontally between the yoke and the tank cover. The handle is located on the cover and should be operated when the transformer is deactivated. The design prevents setting the off-circuit tap changer to intermediate positions. The mechanism can also be padlocked during normal transformer operation.

#### Insulating oil

The mineral oil with its electrical and chemical characteristics is in compliance with the IEC Standards and is P.C.B. and P.C.T. free.

#### Tank and cover

The sides of the tank are made of corrugated cooling surfaces. The bottom plate, side and frames are of a welded construction. The welds are tested for oil tightness. The thermometer pockets, bushings, tap switch drive and lifting lugs are fitted on the tank cover. The cover is bolted to the tank frame. The undercarriage is welded to the bottom plate and the rollers are suitable for either longitudinal or transverse movements.

#### Painting and surface treatment

Transformers are either hot-dip galvanized or painted. The metal parts are carefully sand-blasted. The painting system is a single coat one pack epoxy. The top coat is RAL 7033 or customized. The hot-dip galvanizing is 70  $\mu$ m minimum.

#### Options and accessories

- Plug-in bushings on HV
- Max thermometer
- Dial type thermometer with two contacts
- Oil level indicator for hermetically sealed transformers
- Thermometer pocket in accordance with DIN 42554 (standard from 100 kVA)
- Off-circuit tap changer with 3 or 7 positions
- Sparking gaps
- Pressure relief device
- Cable boxes
- Integrated pole brackets on tank
- Skid base
- Bi-directional rollers
- Total enclosure on cover over HV and LV bushings

#### **Testing**

The transformers are manufactured in accordance with ISO 9001 and ISO 14001. At the end of the manufacturing process the transformers are individually tested in accordance with the IEC Standards.

#### The routine tests are:

- Measurement of the winding resistance
- Measurement of the voltage ratio and check of the vector group
- Measurement of the impedance voltage and measurement of load losses
- Measurement of no load losses and no load current
- Dielectric tests

Upon request, witnessed type/special tests can be carried out.



# **Oil Type/Small Distribution Transformers**

_																
	kVA	HV1 (V)	HV2 (V)	(v)	Vector Group	Impedance (%)	No-Load Loss (W)	Load Loss (W)	Noise level (dB)	Total weight (kg)	Oil weight (kg)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Wheel base (mm)	Tank description
	30	20500	0	410	Yzn11	4	100	585	0	395	115	840	770	1005	0	<b>A</b>
	40	15750	0	400	Yzn5	4.5	90	900	48	340	90	790	580	970	420	<b>A</b>
	40	15750	0	400	Yzn5	4.5	130	900	48	330	90	790	580	970	420	<b>A</b>
	50	10000	0	400	Yzn5	4	125	1100	47	375	90	760	650	885		<b>A</b>
	50	10000	0	400	Yzn5	4	190	1100	50	365	90	760	650	885		<b>A</b>
	50	10000	0	400	Yzn5	4	125	875	47	425	100	820	625	885		<b>A</b>
	50	20500	0	410	Dyn11	4	140	885	0	440	125	840	770	1055	0	<b>A</b>
-	50	16800	0	420	Dyn5	4	125	900	51	390	120	820	645	1010	070	<b>A</b>
⊢	50 50	20000	0	400 420	Yzn11	4	190 115	1100 940	44 48	465 415	125 110	870 810	650 585	1400 1040	670	<b>_</b>
-	50	11000	0	420	Dyn11	4	115	920	48	370	90	760	600	945	0	<b>A</b>
-	50	20000	0	400	Dyn11 Yzn5	4	125	875	47	375	95	860	600	975	U	<b>A</b>
$\vdash$	50	10000	0	400	Dyn5	3.7	115	850	50	425	115	800	480	1200	0	<b>A</b>
	50	20000	0	400	Yzn5	4	125	1350	47	350	90	790	580	955	<u> </u>	_
	63	22000	0	420	Yzn5	4	190	1350	51	465	105	1280	630	1650	420	_
F	63	22000	0	420	Yzn5	4	160	1350	48	465	105	1280	630	1650	420	_
	63	15750	0	400	Yzn5	4.5	130	1130	48	430	100	945	665	970	420	
	63	16800	0	420	Dyn5	4	130	950	51	460	110	820	645	1030		<b>A</b>
	63	15750	0	400	Yzn5	4.5	180	1130	48	430	100	945	665	970	420	<b>A</b>
	63	21000	0	400	Yzn5	4.5	180	1280	48	460	100	830	680	1150	420	<b>A</b>
<u> </u>	63	15750	0	400	Yzn5	4.5	180	1160	48	470	100	830	680	1150	420	<b>A</b>
⊢	100	10000	0	400	Yzn5	4	320	1750	50	585	130	820	775	1030		_
⊢	100	10000	0	400	Yzn5	4	210	1750	49	670	145 120	1120	725	1090		_ <b>A</b>
-	100	20500 10500	0	410 400	Dyn11 Dyn11	3.8	220 215	1485 1700	0 48	510 490	110	850 870	610 500	1080 1170	0	_ <b>_</b>
⊢	100	16800	0	420	Dyn5	3.6 4	180	11800	52	730	160	930	645	1200	U	<b>A</b>
⊢	100	21000	0	400	Yzn5	4.5	240	1720	49	585	120	870	670	1200	420	
F	100	20000	0	400	Dyn11	4	500	1700	48	800	0	950	650	1270	520	_
F	100	10500	0	400	Dyn11	4	165	1700	48	535	110	870	500	1220	0	
	100	21000	0	400	Dyn11	4.2	165	1760	48	580	140	920	520	1295	0	<b>A</b>
	100	11000	0	420	Dyn11	4	185	1520	48	510	95	860	600	1070	0	<b>A</b>
	100	22000	0	420	Dyn11	4	185	1525	48	545	125	850	610	1115	0	<b>A</b>
L	100	10500	0	420	Dyn5	3.4	165	1240	54	600	135	920	540	1220	0	
<u> </u>	100	22000	0	420	Dyn11	3.6	245	1550	48	540	150	920	520	1245	0	<b>A</b>
⊢	160 160	22000	0	420	Dyn5	4 4.5	375	2350	57	765	165	1000 970	720	1400	520 520	<b>_</b>
$\vdash$	160	15750 10000	0	400 400	Yzn5 Dyn11	4.5	280 460	2200 2350	50 50	830 840	165 180	1040	805 675	1110 1140	670	<b>_</b> _
$\vdash$	160	20000	0	400	Dyn11 Dyn11	4	460	2350	50	880	205	1040	700	1210	670	<b>A</b>
$\vdash$	160	20000	0	400	Dyn11	4	300	2350	50	880	205	1000	700	1210	3,3	lack
	160	16800	0	420	Dyn5	4	265	1750	53	890	190	1010	645	1180		
	160	15750	0	400	Yzn5	4.5	300	2350	50	1000	220	1080	790	1290	520	_
	160	15000	0	400	Dyn11	4	650	2400	48	900	0	1100	670	1350	520	<b>A</b>
	160	10000	0	400	Dyn11	4	300	2000	50	870	180	1040	675	1140	520	<b>A</b>
	200	20500	0	410	Dyn11	4	420	2295	0	995	235	1080	730	1250	0	
L	200	10500	0	400	Dyn11	3.8	320	2450	53	870	180	950	625	1345	0	<b>_</b>
$\vdash$	200	22000	11000	420	Dyn11	3.6	370	2280	53	870	180	950	625	1495	0	<b>_</b>
$\vdash$	200	11000 22000	0	420 420	Dyn11 Dyn11	4	365 370	2225 2250	53 53	840 940	160 200	1030 1020	655 700	1170 1245	0	
$\vdash$	200	10500	0	400	Dyn11 Dyn11	3.8	360	2700	53	840	200	950	625	1245	0	
$\vdash$	250	22000	0	420	Dyn5	4	425	3250	55	1180	260	1100	780	1500	520	lack
	250	22000	0	420	Dyn5	4	440	2750	55	1250	260	1100	800	1600	520	
	250	10000	0	400	Dyn5	4	425	3250	50	1110	205	1300	750	1190		_
	250	22000	0	420	Dyn5	4	530	3250	60	1180	260	1100	780	1500	520	<b>A</b>
	250	10000	0	400	Dyn5	4	425	2750	50	1160	200	1000	700	1220		<b>A</b>
	250	20000	0	400	Dyn5	4	425	3250	50	1130	220	1060	760	1190		<b>A</b>
L	250	15750	0	400	Dyn5	4.5	360	2350	51	1010	200	1150	975	1260	520	
L	250	15750	0	400	Dyn5	4.5	460	3200	51	1030	205	1040	950	1185	520	<b>_</b>
F	250	25000	0	400	Dyn11	4.5	780	3500	52	1245	300	1210	860	1605	1070	<b>_</b>
$\vdash$	250 250	16800 22000	0	420 420	Dyn5	4	345 290	2230 5000	55 46	1450 1120	270 0	1150 1450	715 900	1310 1500	520	
$\vdash$	250	21000	0	400	Dyn1 Dyn5	4.5	460	3260	51	945	175	990	720	1340	520 520	<b>A</b>
ᆫ	200	21000	U	700	Бупо	7.0	T-00	0200	σı	J-10	173	330	1 120	1040	020	

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

 $<sup>\</sup>blacktriangle$  Hermetically sealed with corrugated tank  $\bullet$  Corrugated tank with conservator

## **Medium Distribution Transformers** (> 250 kVA, ≤ 2000 kVA)



#### **Construction features**

#### Description

MDT transformers are used to step down threephase high voltage to low voltage for power distribution, mainly in metropolitan areas and for industrial applications. The transformers in standard versions are designed for use in moderate climates and can be installed both outdoors and indoors. The loading is in accordance with IEC 354. MDT transformers are hermetically sealed (the tank is completely filled with oil) or equipped with oil conservator. Both types are equipped with flexible corrugated tank walls enabling sufficient cooling of the transformer. They also compensate for the changes in the oil volume during operation. An advantage of the hermetically sealed transformers is that the oil is never in contact with the atmosphere thus avoiding periodic oil analysis.

#### Standard features

Hermetically sealed. (Rated power <1000 kVA):

- Oil filling plug on the cover
- Oil-level indicator
- The two lifting lugs on the cover are made for lifting the transformer or its removable part
- Corrugated tank
- Undercarriage with bi-directional rollers
- Oil drain valve
- Off-circuit tap changer handle
- Earthing terminals
- Sparking gaps for voltages 15 kV and above
- Rating plate

Additionally, for transformers with conservator (Rated power ≥1000 kVA):

- Max thermometer
- Magnetic oil-level indicator
- Oil filling plug on the conservator
- Buchholz relay
- Dehydrating breather
- Conservator

#### Core

The cores of the transformers are made of grain-oriented magnetic, cold-rolled silicon steel laminations with low losses.

#### Windings

The windings of the transformers are made of high grade electrolytic copper or aluminium. The High Voltage windings are wound either with round, enamel insulated, or shaped, paper insulated wire. The Low Voltage windings are wound with shaped, paper insulated wire or foil. The winding construction is characterised by high dielectric strength with high resistance, to atmospheric surges and to the effects of short-circuits. Neutral points of the Low Voltage windings are brought to the tank cover.

#### Off-circuit tap changer

The off-circuit tap changer is of a 5-position type connected on the High Voltage side with a handle located on the cover. The tap changer should be operated only when the transformer is deactivated.

#### Insulating oil

The mineral oil with its electrical and chemical characteristics complies with the IEC Standards and is P.C.B. and P.C.T. free.

#### Tank and cover

The cover is bolted to the tank frame. The transformer undercarriage is provided with bidirectional rollers turnable by  $\pi/2$  rad (90°) to allow longitudinal and transverse movement on flat surfaces.

#### Painting and surface treatment

All metal parts are carefully sandblasted. The painting is made with a single coat of one-pack epoxy paint. The finishing paint is made with two or three coats. If requested a hot-dip galvanized corrugated steel tank can be provided.

#### Options and accessories

- Plug-in bushings
- Dial type thermometer with two contacts
- DGPT2 control device
- Pressure relief valve with or without contacts
- Tap changer with more than five positions
- Cable boxes
- Spark gap meter
- Air insulated housings
- Galvanized tank
- Additional thermometer pocket
- Dual voltage transformer

#### **Specifications**

- Standards: IEC, DIN, BS, UNE, PN etc.
- 301–2,000 kVA, three-phase, 65°C maximum windings temperature rise
- 50 Hz standard, 60 Hz optional
- High Voltages 3,000 35,000 V
- Low Voltages 100 15,750 V
- Vector group: Dy, Yz, Yy, Dd, Yd
- Impedance voltage: 4-7%
- *Voltage regulation:* ±2 x 2.5%; ±2 x 5%; +2.5 %, -3 x 2.5%



#### **Hard Rain**

Power failure is a nightmare scenario for any healthcare institution, and Hermann Hospital in Texas experienced one in June 2001, when the tropical storm known as Alison hit Houston.

On 26 June, the hospital ordered a 1000 kVA Distribution Transformer from ABB. Just 60 hours later, the new transformer was designed, built and dispatched. This helped to ease the consequences of the disaster, already known in history books as "the rain of terror".

# **Oil Type/Medium Distribution Transformers**

kVA	HV1 (V)	HV2 (V)	LV1 (V)	Vector Group	Impedance (%)	No-Load Loss (W)	Load Loss (W)	Noise level (dB)	Total weight (kg)	Oil weight (kg)	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Wheel base (mm)	Tank description
315	26000	0	400	Dyn11	4	980	4130	64	1550	370	1300	900	1700	670	•
315	20000	8000	400	Dyn11	4	1050	4200	53	1300	0	1240	800	1400	670	<b>A</b>
315	15000	0	400	Dyn11	4	1050	4200	53	1300	0	1240	800	1400	670	<b>A</b>
315	10000	0	400	Dyn11	4	1050	4200	53	1300	0	1240	800	1400	670	<b>A</b>
400	35000	0	400	Dyn1	6	620	5000	50	2050	0	1300	900	1800	670	<b>A</b>
400	21000	0	420	Dyn5	4	750	4600	63	1560	340	1300	900	1600	670	<b>A</b>
400	15750	0	400	Dyn5	4.5	570	4100	52	1520	320	1210	850	1480	670	<b>A</b>
400	10500	0	420	Dyn5	4	475	3480	0	1730	320	1140	820	1495	0	<b>A</b>
500	22000	11000	420	Dyn11	4.4	710	5000	0	1750	320	1140	880	1600	0	<b>A</b>
500	20000	0	400	Dyn5	4	730	5500	50	1660	365	1300	920	1860		_
500	11000	0	420	Dyn11	4.5	710	4600	0	1690	320	1140	880	1450	0	_
500	10000	0	690	Dyn5	4.6	500	4000	0	2200	350	1470	850	1560	0	<b>A</b>
500	10000	0	400	Dyn11	4	1450	5800	53	1750	0	1450	970	1500	670	<b>A</b>
630	35000	0	400	Dyn1	6	840	7000	52	2600	0	1450	900	1800	670	<b>A</b>
630	22000	0	420	Dyn5	6	800	5600	60	2500	510	1400	1050	1700	670	<b>A</b>
630	15750	0	400	Dyn5	4.5	720	6100	54	2035	400	1270	900	1600	670	<b>A</b>
630	10000	0	400	Dyn5	6	800	8700	54	2040	445	1530	950	1690		<b>A</b>
800	26000	0	400	Dyn11	6	1700	8500	68	2650	525	1700	950	2100	670	_
800	21000	0	400	Dyn11	4.8	1030	6800	0	2300	380	1520	900	1700	0	<b>A</b>
800 800	15000	10000	400	Dyn11	5	1940	8200	53	2200	0	1630	1080	1600	670	•
	10000	0	400	Dyn5	6	1400	8500	56	2320	530	1400	1050	1890	000	<u> </u>
1000	35000 21000	0	400 400	Dyn1	6	1600 1300	9700 10200	0 56	3100	0 550	1800 1970	1050 980	1860 1980	820 820	<b>A</b>
1000	15750	0	400	Dyn5	6	1300	10200	56	2800 2790	550	1970	980	1980	820	•
1000	10000	0	400	Dyn5		1300				470			1590	0	•
1250	26000	0	400	Yyn0 Dyn11	5.3 6	2360	12200 13500	0 70	2420 3550	760	1670 2000	1030 1100	2250	820	<u> </u>
1250	20000	15000	400	D(D)yn11	7.19	1320	16900	0	4140	1190	2345	1370	2310	820	•
1250	15000	10000	400	Dyn11	6	2600	13000	65	3600	0	1860	1250	1640	820	
1250	10500	0	400	Dyn11	5.4	1460	13400	0	3000	580	1830	1150	1720	0	
1600	35000	0	400	Dyn1	6	2400	14000	0	4000	0	2000	1100	1900	820	
1600	20000	0	400	Yyn0	5.5	1780	16700	0	3320	680	1890	1170	1860	0	lack
1600	15750	0	400	Dyn5	6	1700	16000	58	3995	820	2100	1130	2250	820	
1600	10000	0	690	Dyn5	5.7	1580	13500	0	3680	775	1910	1120	1970	0	
2000	30000	0	6300	Dyn5	6	3200	21000	71	5000	1100	2250	1300	2350	1070	-
2000	20000	0	400	Yyn0	6	2200	20100	0	4020	850	2010	1220	1910	0	
2000	15750	0	400	Dyn5	6	2100	19000	0	4710	900	2330	1360	2320	1070	-
2000	10000	0	6300	Dyn5	6	3200	21000	71	5000	1100	2250	1300	2350	1070	•
				_ ,	<u> </u>										

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

 $<sup>\</sup>blacktriangle$  Hermetically sealed with corrugated tank  $\bullet$  Corrugated tank with conservator

## Large Distribution Transformers (> 2000 kVA, up to 72.5 kV)

#### **Construction features**

#### Description

ABB has been manufacturing transformers for almost a hundred years. The production is based on the development and research carried out in the design department and at the ABB Research Centre in close cooperation with our customers. This long experience combined with research and development, guarantees high quality, long life and reliability.

#### Standard features

The transformers are manufactured and tested in accordance with the IEC Publication 76. They are also in compliance with several national standards e.g. BS 171, VDE 0532, SS 4270101 etc.

The transformers can be overloaded in accordance with IEC Publications 354 (1972). The on-load tap-changer and bushings have been chosen so as not to limit the overload capability. The cooling methods are ONAN or ONAN/ONAF.

#### **Construction features**

The transformers are of the breathing, conventional type provided with an oil conservator. Two types of transformers are manufactured:

- Transformers with off-load tap changer
- Transformers with on-load tap changer

#### Core

The three legged bolt-less core is constructed of grain oriented steel laminations. The joints between the leg and yoke are mitred at 45° and interleaved. The cross section of the leg is circular.



#### Windings

The material of the windings is either copper or aluminum. The windings are made of paper insulated rectangular wire in the form of multilayer, disc or helical windings. Transformers provided with on-load tap-changer usually have a separate tap winding.

#### Off-load tap-changer

The transformers are normally equipped with a 5-position off-load tap-changer on the High Voltage side, with its handle located on the cover. When changing the tap position the transformer has to be un-energized.

Position 1 of the tap-changer (+ position) corresponds with the highest ratio, which gives the lowest voltage on the Low Voltage side. Position 5 of the tap-changer (- position) corresponds with the lowest ratio which consequently gives the highest voltage on the Low Voltage side. Transformers having dual primary (or secondary) voltages are usually equipped with a selector switch with the handle on the cover

#### On-load tap changer

The on-load tap-changer is mounted on the cover of the main transformer tank. The tap-changer works as a selector switch combining the features of a diverter switch and a tap selector. The selector switch is located in a separate oil compartment which is connected to its own conservator. The selector switch is of the high-speed spring operated type with resistive transition impedances. The tap-changer is equipped with a protective relay. The selector switch can be lifted for inspection and the oil in the compartment can be changed separately.

The on-load tap-changer is provided with a motor drive mechanism for remote and local control. Normally the motor drive is three-phase and the control and the heating circuits are for single phase AC supply. When re-quested, DC circuits can be supplied.

#### Insulating oil

The mineral oil used in the transformers complies with IEC 296 and several national standards. The oil slows down the ageing process. Transformers with off-load tap changers can be delivered filled with silicone oil or MIDEL fluid if requested.

#### Tank

The transformer tank is usually of the rigid type provided with removable radiators connected to the tank by means of a shut-off valve. On request, the tank can be made vacuum proof. Transformers up to 5 MVA can be supplied with a compact tank with corrugated cooling fins.

#### Painting and surface treatment

Prior to the painting of the tank, the cover and oil conservator are sandblasted. External surfaces are painted immediately after pretreatment with a two-pack epoxy primer coat.

The finishing is carried out by applying a two-pack polyurethane paint to a total thickness of 180  $\mu$ m. The colour of the paint is RAL6013 (rush green).

The inside of the transformer tank is painted with a two-pack epoxy primer to a thickness of approx. 30  $\mu$ m. The external surfaces of the radiators are hot dip galvanized to a thickness of approx. 60  $\mu$ m. Corrugated tanks are flow painted with alkyd primer and acrylic finish to a total thickness of 80  $\mu$ m. The conservator and the bottom part of the tank are painted internally.

#### Options and accessories

The transformers are fitted with the following standard accessories:

- Bushings
- Oil conservator with oil level indicator
- Filling and drain valves
- Oil sampling device
- Earthing terminals
- Lifting lugs
- Jacking pads (radiator tanks)
- Rating plate
- Silica-gel breather
- Buchholz relay
- Top oil thermometer

Additional accessories can be fitted in accordance with the customer's specifications.

#### Vacuum treatment

Drying and vacuum treatment takes place in a special oven, where the windings are heated electrically while simultaneously the air is evacuated from the oven, reaching an absolute pressure of 1 mbar. The transformer is filled with oil while it is still under vacuum. In this way moisture and gases are effectively removed from the windings and oil.

#### **Bushings**

The bushings are of a solid porcelain type and located on the cover. Bushing insulators can be changed without opening the transformer. The bushings comply with IEC 137.

The terminals can be provided with an air insulated enclosure. The enclosure can be on the primary and/or on the secondary side and may be constructed for cable or bus duct connection. Alternatively the transformers can be provided with plug-in bushings.

#### **Testing**

All transformers are manufactured according to the ISO 9001 Quality System. The transformers are individually tested according to IEC standards.

#### 1. Routine tests

- 1.1 Measurement of winding resistance
- 1.2 Measurement of voltage ratio and testing of voltage vector relationship
- 1.3 Measurement of impedance voltage, short-circuit impedance and load loss
- 1.4 Measurement of no-load loss and current
- 1.5 Dielectric tests:
- 1.5.1 Separate source voltage withstand test
- 1.5.2 Induced overvoltage withstand test

Witness type/special tests can be carried out on request.

#### 2. Type tests

- 2.1 Temperature rise test
- 2.2 Dielectric tests:
- 2.2.1 Lightning impulse test

#### 3. Special tests

- 3.1 Dielectric tests:
- 3.1.1 PD-test
- 3.1.2 Chopped wave test
- 3.2 Measurement of zero-sequence impedance on three phase transformers
- 3.3 Short circuit test
- 3.4 Measurement of sound level
- 3.5 Measurement of harmonics in the noload current
- 3.6 Tests of auxilary equipment and wiring
- 3.7 Tests onload tap-changer
- 3.8 Leakage test for transformer tank





#### Less time, more money

Many of the "Paradise Islands" might not seem so paradisial without electricity. Wärtsilä NSD, one of the world's leading manufacturers of gas and diesel engines for power generation and for off-shore applications would definitely not want to be without our fast deliveries of 8, 12 and 16 MVA Large Distribution Transformer units. Without that speed their greatest sales advantage for diesel power plants would be lost. Neither Wärtsilä nor their customers would be able to reach their rewards so quickly. And for the rest of us, those islands might no longer seem such idyllic places to visit.

## **Large Distribution Transformers**

Rated power	Primary Voltage	Primary Voltage BIL, HV		BIL, LV	Tank Description
kVA	kV	kV	kV	kV	
2001-5000 2001-5000	up to 72.5 up to 72.5	up to 350 up to 350	up to 15 up to 15	up to 110 up to 110	Hermetically sealed Corrugated tank
5000 and above	up to 72.5	up to 350	up to 15	up to 110	Radiator tank with conservator

# **Large Distribution Transformers**

Typical datas	Typical datas for 20/10 kV transformer with off-load or on-load tap-changer												
Rated power	Tap-changer	No-Load Loss	Load Loss	Impedance	Total Weight	Oil							
kVA		W	W	%	kg	kg							
3150	±2x2.5%	3500	25000	6.35	6250	1210							
	±9x1.67%	3800	25500	6.35	10000	2780							
4000	±2x2.5%	4200	29000	6.35	7500	1440							
	±9x1.67%	4500	31000	6.35	12100	3220							
5000	±2x2.5%	4900	35000	7.15	9300	1670							
	±9x1.67%	5000	39000	7.15	13400	3620							
6300	±2x2.5%	6000	45000	7.15	13200	2750							
	±9x1.67%	6200	45000	7.15	15400	3960							
8000	±2x2.5%	7000	56000	8.35	15300	3140							
	±9x1.67%	7200	56000	8.35	18100	4760							
10000	±2x2.5%	8100	65000	8.35	17200	3480							
	±9x1.67%	8200	68000	8,35	20600	5090							

Other product types with different datas and specifications can be supplied on request. Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

## **Single Phase Transformers** (≤ 100 kVA)



#### Description

ABB Distribution Transformers manufactures single-phase, oil type small distribution transformers for pole mounting. These represent an economical option for certain networks. They are suitable for serving residential overhead distribution loads, as well as for lighting, commercial loads, industrial and diversified power applications. ABB's core design provides optimal efficiency and better mechanical, thermal and electrical performance. These transformers are designed for the duties normally encountered on electric utility power distribution systems.

#### Ranges

15 kVA to 100 kVA with voltages up to a maximum of 36 kV.

#### Standard features

Two types of transformer are manufactured:

- sealed construction
- free breathing construction Standard features for EATS or ANSI can be provided.

All units are supplied with hot-dip galvanised tanks including:

- lifting lugs
- cover mounted, high voltage porcelain bushing(s) with eyebolt terminal or spade terminal
- fibreglass reinforced polyester or porcelain low voltage insulators



#### Options and accessories

Bushings mounted on lid or on turrets. 2 or 3 view options. Internal HT fuses can be fitted. ANSI or DIN bushings. Single or dual ratio. Tap-switch or internal link board. Can be fitted with acing horns or surge arrestors.

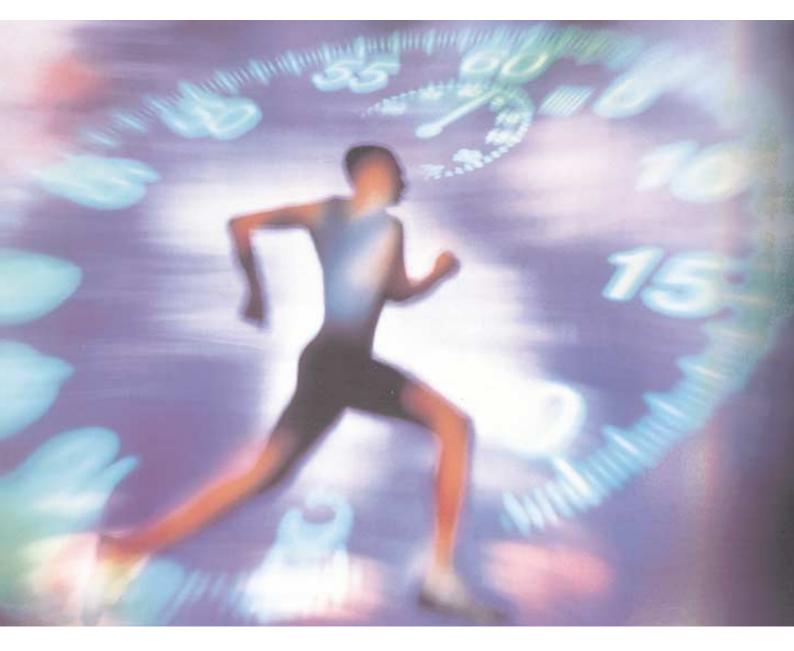
#### Standard and type tests

Can be supplied in accordance with IETS, IEC or ANSI standards. All units have been type tested according to IEC.



#### Planning minimised the impact of Dennis and Floyd

When the hurricanes Dennis and Floyd struck, Carolina Power & Light (CP&L) and ABB were prepared. Within 48 hours, 225 pole-type, single phase distribution transformers were shipped from ABB's stock to CP&L, with a further 2,600 transformers shipped 12 days later.



The Olympics have a bright future

RESIBLOC® transformers from ABB will be in the spotlight at the Olympic Games in Sydney. 100,000 spectators in the grandstands and over a billion people viewing television can count on ABB to make sure everything works faultlessly – from timekeeping to arena lighting.

## **Dry Type Transformers**

ABB's dry type transformers range from 30 kVA to 30 MVA, with primary operating voltages up to 41.5 kV and secondary operating voltages up to 36 kV.

With the aim of minimising environmental contamination and fire hazards, customers are increasingly requesting dry type transformers. These transformers meet strict parameters with respect to electrical system demands and functioning in areas with extreme climatic conditions.

Applications include high-density office buildings, nuclear power plants, offshore drilling platforms, nuclear-powered navy vessels and high-volume industrial process plants.

ABB dry type transformers fulfil the requirements of international standards IEC 60726, as well as the European HD464 and HD538.

ABB's dry type transformers are virtually maintenance free and are manufactured in accordance with the international quality standards ISO 9001 and ISO 14001.

## **Applications**

ABB dry type transformers are most suitable for installations that require a high degree of safety, such as: hospitals, shopping centres, multipurpose cultural centres, car factories etc. ABB dry type transformers are also the most technologically advanced, designed for the severe conditions present in:

- Chemical processing, offshore platforms for oil wells, offshore drilling platforms, marine applications, container cranes at seaports.
- Heavy industrial applications: wind power generation, underground railways, stations and underground mines in non-classified areas. Rectifiers and frequency converters for AC motors. Power plants for auxiliary services and excitation transformer systems.

<b>Dry Type</b>	Dry Type Transformers									
Product	MVA	Primary Voltage (kV)	Features							
Vacuum Cast Coil	≤ 30	up to 36	Provides the ultimate in winding protection for the most demanding applications when efficien- cy and reliability are critical.							
RESIBLOC® Resin- encapsulated	≤ 30	up to 41.5	Provides the ultimate resistance to mechanical stress associated with heat and short circuit conditions in the most demanding applications.							



#### **Standard features**

#### Core

ABB's dry type transformers utilise a step-lap mitred core construction to ensure optimum performance and minimum sound levels. The mitred core joint allows efficient flux transfer along natural grain lines between the core legs and yoke. The step-lap construction further enhances the efficiency of the joint by reducing joint fringing which reduces core losses and existing currents.

The core is designed and built to provide the lowest possible losses from the effects of magnetic hysteresis and eddy currents. All possible steps are taken to prevent local circulating currents and to avoid built-in bending stresses.

ABB starts with non-ageing highly permeable cold-rolled, grain-oriented silicon steel, and constructs the core with step-lap mitred joints. Magnetic flux densities are kept well below the saturation point. The steel is precision cut to assure that it will be smooth and burr-free. For rigidity and support, the upper and lower yokes are solidly clamped to a sturdy metal frame. The finished core is coated with a corrosion resistant sealant which provides lamination cohesion and environmental protection.

#### Windings

ABB's windings construction depends on operating voltage, basic impulse level and current capacity of the individual winding. Typically, ABB's Low Voltage windings, insulation class 1.1 kV, are wound using sheet conductors. This construction allows free current distribution within the axial width of the coil which eliminates the axial forces developed in other types of windings under short circuit conditions.

During the assembly process each Low Voltage winding is blocked radially and axially against the core using a combination of solid and resilient mounts for sound suppression and thermal expansion compensation.

ABB's winding construction may be either round or oval up to 2500 kVA. Windings on transformers with a rating greater than 2500 kVA are generally round.

An experienced and dedicated work force ensures quality transformers and customer satisfaction with the product.

## Vacuum Cast Coil Transformers (≤ 30 MVA)

#### **Construction features**

#### Description

ABB vacuum cast coil transformers range from 50 kVA up to 30 MVA with primary operating voltages up to 36 kV and secondary operating voltage up to 6 kV.

Customers demand dry type transformers more frequently in order to minimise environmental contamination and fire hazard. These transformers are not flammable, they are self-extinguishing and in the event of a breakdown there is no risk of leakage of flammable or contaminating substances.

The emission of toxic substances and fumes is minimised. The use of cast resin, combined with our latest manufacturing technique allows us to build a stronger compact transformer capable of withstanding severe rolling and vibration.

Vacuum cast coil transformers are virtually maintenance free. They do not require any special civil works prior to installation and due to the particular design they can be repaired on site. ABB vacuum cast coil transformers are manufactured in accordance with the international quality standard ISO 9001.

Vacuum cast coil transformers are moistureproof, suitable for operation in humid or heavily polluted environments. They are the ideal transformers for operation in environments with a humidity higher than 75% as well as at temperatures lower than -25°C.

## Standard features

- HV coils vacuum cast in epoxy resin. LV windings pre-impregnated
- Casting process utilises high performance filled epoxy
- Aluminium windings, copper optional
- Step-lap mitered core
- 155°C insulation system and 100°C average temperature rise
- Four full capacity taps on HV winding rated ± 2 x 2.5%



- Provisions for lifting core and coil assembly
- Rating plate
- Temperature control device
- Earthing terminals
- Base equipped with bidirectional rollers or designed for skidding

#### Options and accessories

Design options:

- 80°C average temperature rise (or other according to requirement)
- Copper windings
- Cast coil LV windings
- Increased basic impulse levels
- Dual primary-secondary voltage
- Loss optimised designs
- Retrofit designs
- Other designs available on request

#### Accessories

- Three-phase electronic temperature monitor
- Anti vibration pads
- Optional ventilated enclosure with removable front and rear panels (IP20 to IP65)
- Electrostatic screen
- Forced cooling package with three-phase electronic temperature monitor
- Air-filled terminal chambers
- Special paint colours
- Plug-in terminals (quick connectors)

#### Standard tests

- Transformation ratio at all taps and polarity
- Applied voltage
- Induced voltage
- Partial discharge test
- Resistance of all windings
- Vector group
- No-load loss and no-load current
- Load losses and impedance voltage test

#### Type tests

- Temperature rise test
- Lightning impulse test
- Measurement of noise level
- Insulation resistance

# Humid or heavily polluted environments

- Use of epoxy resins not hygroscopic
- Conductor protected from corrosion
- E2 class certified (tested for ambient 90% humidity and 50°C)
- C2 class certified (operation down to -25°C)
- Minimum dust accumulation

#### Partial discharge tests

- Routine test for partial discharge
- Below 5 pC

#### Fire hazards

- Neither dioxins nor hydrohalogen compounds
- Non toxic materials used
- F1 class certified
- Self-extinguishing
- Light transmission factor of fumes >60%

#### Electrical and mechanical design

- Impulse test withstands voltage up to 200 kV
- Mechanically stronger, safe against vibrations and earthquakes
- Withstands thermal and dynamic short circuit effects

#### **Specifications**

- Self-Cooled Power Raiting: 50 kVA 25 MVA
- Primary Voltage: Withstands up to 36 kV
- Primary Lightning impulse voltage: Withstands up to 170 kV
- Secondary Voltage: Withstands up to 6 kV
- Secondary Lightning impulse withstand voltage: Withstands up to 60 kV
- Temperature Rise: 100/100°C

## Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

Highest voltage	e for equipment	12 kV	AC 28 kV	LI 75 kV	
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level
kVA	W	W	W	%	dB
50	1400	1230	350	4	58
100	2000	1760	440	4	59
160	2700	2380	610	4	62
250	3500	3080	820	4	65
315	4300	3780	1100	4	66
400	4900	4310	1150	4	68
500	6400	5630	1350	6	69
630	7600	6690	1370	6	70
800	9000	8010	1800	6	71
1000	10000	8900	2000	6	73
1250	12500	11130	2500	6	74
1600	14000	12460	2800	6	76
2000	18000	16200	3600	6	78
2500	21000	18900	4300	6	81

AC: Power frequency withstand voltage LI: Lightning impulse withstand voltage.

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.



## Energy for leisure

Few applications place higher demands on transformers than those aboard large cruise liners. This is why the liners Disney Wonder and Disney Magic use Vacuum Cast Coil transformers from ABB.

## Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

Highest voltage	e for equipment	24 kV	AC 50 kV	LI 125 kV	
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level
kVA	W	W	W	%	dB
50	1500	1320	350	6	58
100	2100	1850	500	6	59
160	2900	2550	750	6	62
250	3800	3340	880	6	65
315	4600	4050	1150	6	66
400	5500	4840	1200	6	68
500	7000	6160	1500	6	69
630	7800	6860	1650	6	70
800	9400	8370	2100	6	71
1000	11000	9790	2300	6	73
1250	13500	12020	2900	6	74
1600	16000	14240	3100	6	76
2000	19500	17550	4200	6	78
2500	23000	20700	5000	6	81

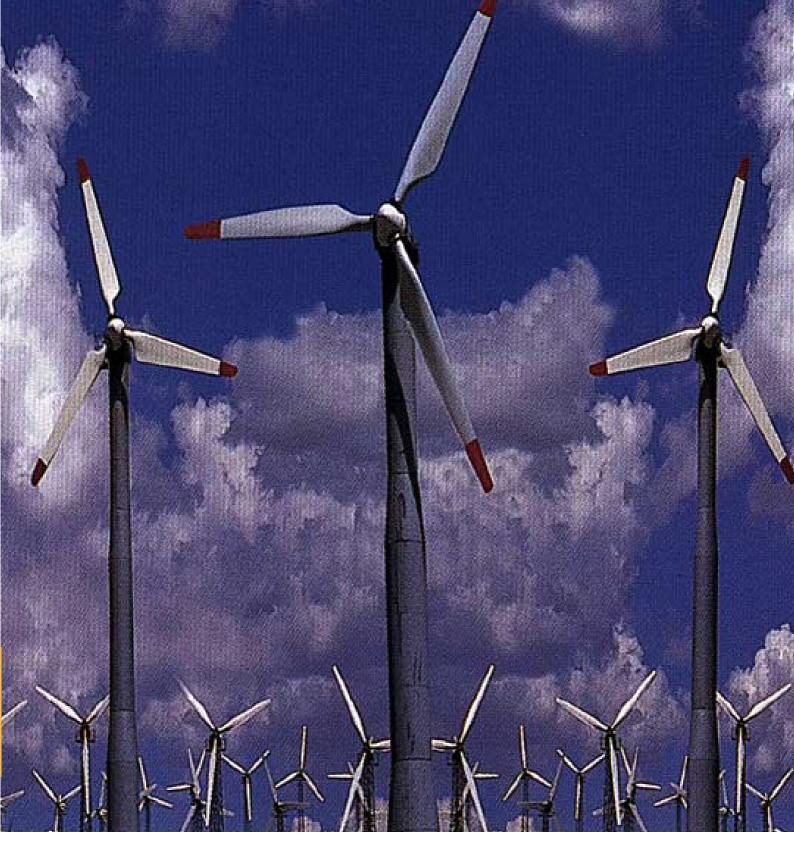
**AC:** Power frequency withstand voltage **LI:** Lightning impulse withstand voltage. Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

## Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

Highest voltage	e for equipment	36 kV	AC 70 kV	LI 175 kV	
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level
kVA	W	W	W	%	dB
160	2900	2550	960	6	66
250	4000	3520	1280	6	67
315	4800	4220	1500	6	68
400	5700	5020	1650	6	69
500	7100	6250	1950	6	70
630	8000	7040	2200	6	71
800	9700	8630	2800	6	72
1000	11500	10240	3100	7	73
1250	13800	12280	3700	7	74
1600	17000	15130	4200	8	76
2000	21000	18900	5000	8	78
2500	25000	22500	5800	8	81

AC: Power frequency withstand voltage LI: Lightning impulse withstand voltage.

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.



Good as gold
With reliable and environmentally safe transformers from ABB, a windy location in Denmark can become a gold mine.

# Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

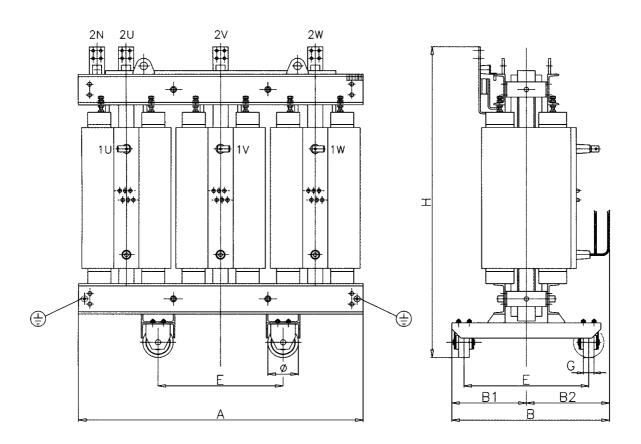
Highest voltag	Highest voltage for equipment 12 kV IP00												
Rated power	Α	В	Н	B1	B2	E	Ø	G	weight				
kVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg				
50	1020	800	1240	300	450	520	125	40	520				
100	1100	800	1240	300	450	520	125	40	730				
160	1270	800	1290	300	475	520	125	40	860				
250	1280	850	1440	375	475	670	125	40	1230				
315	1350	850	1480	375	495	670	125	40	1310				
400	1440	850	1520	375	495	670	125	40	1660				
500	1440	850	1630	375	525	670	125	40	1570				
630	1550	900	1650	375	525	670	125	40	2060				
800	1550	900	1880	375	575	670	125	40	2170				
1000	1620	900	1900	375	575	670	125	40	2620				
1250	1680	1000	2200	490	610	820	200	70	3100				
1600	1840	1000	2250	490	610	820	200	70	4020				
2000	1860	1000	2480	490	635	820	200	70	4630				
2500	2050	1250	2500	615	635	1070	200	70	5500				

AC: Power frequency withstand voltage LI: Lightning impulse withstand voltage. Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

## Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

Highest voltag	Highest voltage for equipment 24 kV IP00												
Rated power	Α	В	Н	B1	B2	E	Ø	G	weight				
kVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg				
50	1020	800	1300	300	450	520	125	40	540				
100	1100	800	1300	300	450	520	125	40	750				
160	1270	850	1350	300	475	520	125	40	970				
250	1480	850	1500	375	475	670	125	40	1320				
315	1550	850	1550	375	495	670	125	40	1440				
400	1620	900	1560	375	495	670	125	40	1760				
500	1620	900	1700	375	525	670	125	40	1800				
630	1670	900	1730	375	525	670	125	40	2260				
800	1680	900	1950	375	575	670	125	40	2450				
1000	1770	900	1980	375	575	670	125	40	2910				
1250	1800	1000	2270	490	610	820	200	70	3380				
1600	1920	1000	2320	490	610	820	200	70	4240				
2000	2000	1000	2550	490	635	820	200	70	4900				
2500	2150	1250	2580	615	635	1070	200	70	5900				

**AC:** Power frequency withstand voltage **LI:** Lightning impulse withstand voltage. Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.



# Vacuum Cast Coil Transformers: AL/AL Windings. Cenelec losses

Highest voltag	Highest voltage for equipment 36 kV IP00												
Rated power	Α	В	Н	B1	B2	E	Ø	G	weight				
kVA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg				
160	1450	925	1450	300	625	520	125	40	1150				
250	1550	1000	1600	375	625	670	125	40	1420				
315	1600	1000	1650	375	625	670	125	40	1650				
400	1800	1000	1700	375	625	670	125	40	2100				
500	1800	1000	1800	375	675	670	125	40	2120				
630	1850	1000	1850	375	675	670	125	40	2550				
800	1920	1000	2050	375	725	670	125	40	3020				
1000	1950	1050	2100	375	725	670	125	40	3250				
1250	2000	1100	2400	490	760	820	200	70	3680				
1600	2100	1150	2450	490	760	820	200	70	4480				
2000	2200	1150	2600	490	785	820	200	70	5200				
2500	2350	1300	2650	615	785	1070	200	70	6200				

AC: Power frequency withstand voltage LI: Lightning impulse withstand voltage.

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

## **RESIBLOC®** Resin-encapsulated Transformers (≤ 30 MVA)

#### **Construction features**

#### Description

The ABB resin-encapsulated dry-type transformer, RESIBLOC®, offers specific advantages. For more than a quarter of a century we have been using only epoxy resin and fibre-glass to encapsulate the wire layers. Epoxy resin moulding reinforced with fibre-glass rovings is a material of outstanding strength. Furthermore we manufacture RESIBLOC® transformers without the addition of extenders or plasticizers. Electronically controlled winding processes ensure uniform distribution of the glass rovings and precise tracking.

The Low Voltage and High Voltage windings are joined adhesively by way of bars to form a compact block winding. The favourable impulse voltage distribution – resulting from the costly multilayering of the High Voltage winding – in conjunction with the outstanding strength of the coil makes RESIBLOC® resinencapsulated transformers short-circuit proof.

The fibre-glass reinforcement of the resinencapsulated RESIBLOC® windings is so robust that we have no hesitation in guaranteeing the crack resistance of the High Voltage coil for the entire life of the transformer.

We also guarantee that no silicone is used at any time in RESIBLOC® coil manufacture. This is a further key point for those operators who demand absolutely silicone free manufacture from their transformer suppliers.

#### Standard features

- Ratings: from 30 kVA to 30 MVA
- Primary Voltages: up to 41.5 kV
- Secondary Voltages: up to 36 kV
- BIL: According to standards
- HV Winding: Copper
- LV Winding: Aluminum
- Step-lap mitred core
- *Tapping 2 x 2.5%*
- Temperature device
- Fire class F1
- Environmental class E2
- Climatic class C2



- Built-in cooling channels to dissipate heat
- Environmentally friendly
- Linear distribution of lightning impulse voltage
- Base equipped with bi-directional rollers or designed for skidding arrangement

#### Options and accessories

- Dimensions adaptable to specific requirements
- Loss optimised design
- Special designs as traction, rectifier and converter transformer, multiwinding transformers
- Enclosure IP20 to IP65, indoor and outdoor, galvanized without painting
- Fans for forced cooling (up to 140% of AN rating), including control
- Anti-vibration pads, (1 set=4 pieces)
- Earthing bolts (1 set=3 pieces)
- PTC sensors, with relay
- Dial type thermometer (with capillary tube 2 m)
- Thermo-resistor PT100
- Copper for LV windings
- Reduced temperature rise on request

#### Certified test results

- Safe to store and transport at -60°C (stan dard test requirement only -25°C)
- Tested with twice rated current at -40°C (standard test requirement only -25°C)
- Vibration tested for installation in seismic areas. Acceleration tested to 12.5 g
- All components tested for non-toxicity
- Repeated thermal shock with hot air 120°C and cold air -10°C (over 10 times)

#### Fire proof

- Approx. 80% fibreglass in winding insulation
- Only non-toxic materials
- Max 5% calorific energy of comparable oil type unit
- No halogens, nor sulphur (fluorine/chlorine/bromine)
- Every unit guaranteed to be self-extinguishing. Fire class 1 certified

#### Short circuit proof

- High mechanical stability of coil structure
- Diagonally and radially fibreglass braced (HV-winding)
- Turns glued to each other with prepreg (LV winding)
- HV and LV windings form a singular coil
- Coil structure will withstand radial forces in short circuit conditions

#### Moisture and pollution proof

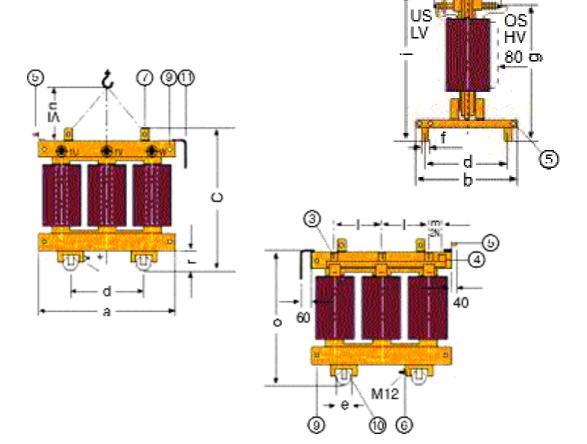
- 100% humidity and condensation proof
- Strong presence in off-shore applications
- High resistance to chemical pollution
- Long-term molecular stability due to absence of flexibilisers

#### Crack proof

- Severe thermo-shock tested
- Severe hot/cold dip tests
- Physical and mechanical properties of coil components optimised
- High resistance to extremely low ambient temperatures
- Performance stability under extreme load conditions
- Not a single crack registered to date

#### Minimal dust accumulation

- Vertical cooling channels with chimney effect
- Minimum dust settles
- No horizontal ducts
- Small upper coil surface
- Surface structure non-adhesive to dust



# **RESIBLOC®** Resin-encapsulated Transformer

Standard transf	ormers 1	2 kV			
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level
kVA	W	W	W	%	dB
100	2000	1700	440	4	59
160	2700	2300	610	4	62
250	3500	3000	820	4	65
315	4200	3650	950	4	67
400	4900	4300	1150	4	68
500	6300	5500	1300	4	69
630	7300	6400	1500	4	70
250	3900	3400	690	6	65
315	4700	4100	820	6	67
400	5730	5000	1000	6	68
500	6530	5700	1200	6	69
630	7600	6600	1370	6	70
800	8820	7700	1700	6	72
1000	10000	8800	2000	6	73
1250	12000	10500	2400	6	75
1600	14000	12700	2800	6	76
2000	18000	15500	3500	6	78
2500	21000	19000	4300	6	81

# **RESIBLOC®** Resin-encapsulated Transformer

Standard transformers 24 kV							
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level		
kVA	w	w	w	%	dB		
100	1750	1550	600	4	59		
160	2500	2150	870	4	67		
250	3450	3000	1100	4	65		
400	4900	4250	1450	4	68		
630	6900	6000	2000	4	70		
100	2050	1750	460	6	59		
160	2900	2500	650	6	62		
250	3800	3300	880	6	65		
315	4580	4000	1050	6	67		
400	5500	4800	1200	6	68		
500	6870	6000	1400	6	69		
630	7800	6900	1650	6	70		
800	9280	8100	1900	6	72		
1000	11000	9600	2300	6	73		
1250	13100	11500	2700	6	75		
1500	16000	14000	3100	6	76		
2000	19100	19000	4000	6	78		
2500	23000	20000	5000	6	81		

AC: Power frequency withstand voltage LI: Lightning impulse withstand voltage.

Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.

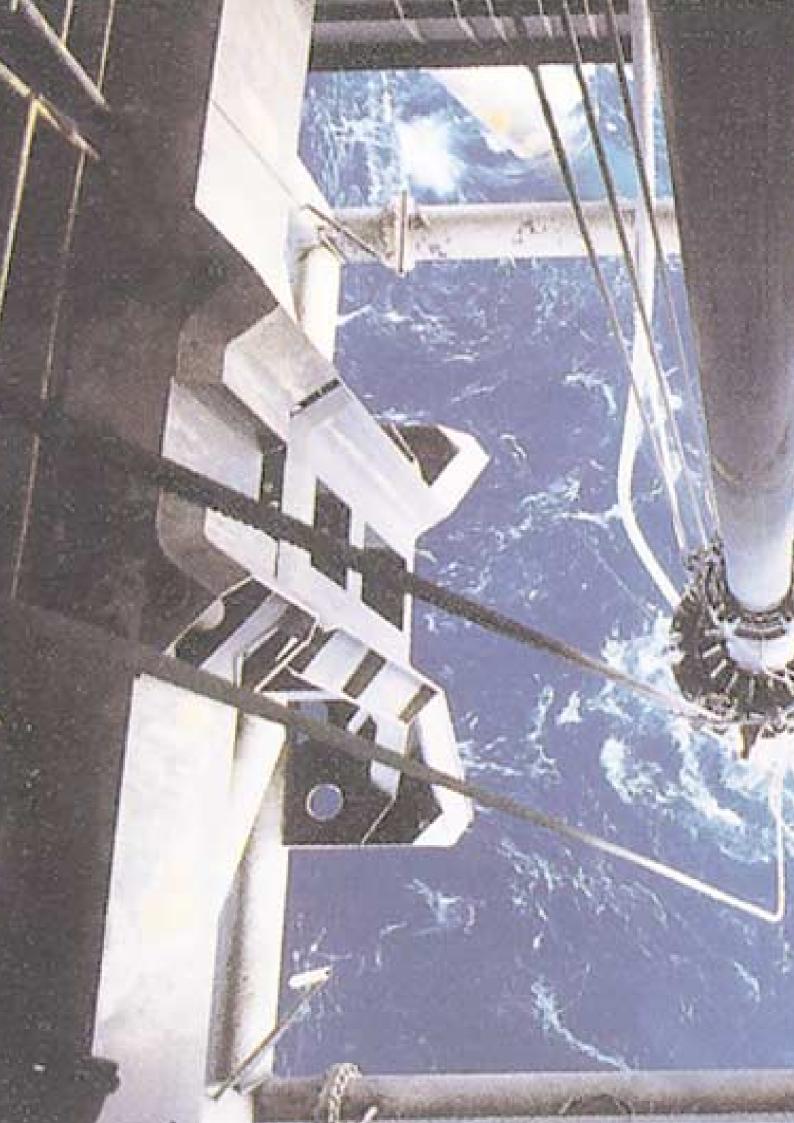
# **RESIBLOC®** Resin-encapsulated Transformer

Reduced no-load loss transforming 12 kV							
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level		
kVA	w	W	W	%	dB		
100	2000	1700	320	4	51		
160	2700	2300	440	4	54		
250	3500	3000	600	4	57		
315	4200	3650	730	4	59		
400	4900	4300	880	4	60		
500	6300	5500	1000	4	61		
630	7300	6400	1150	4	62		
250	3900	3400	540	6	57		
315	4700	4100	640	6	59		
400	5730	5000	780	6	60		
500	6530	5700	940	6	61		
630	7600	6600	1100	6	62		
800	8820	7700	1330	6	64		
1000	10000	8800	1500	6	65		
1250	12000	10500	1880	6	67		
1600	14000	12700	2100	6	68		
2000	18000	15500	2750	6	70		
2500	21000	19000	3000	6	71		

# **RESIBLOC®** Resin-encapsulated Transformer

Reduced no-load loss transforming 24 kV								
Rated power	Load loss at 120°C	Load loss at 75°C	No-load loss at 100% Ur	Short-circuit impedance	Sound power level			
kVA	w	w	w	%	dB			
100	1750	1550	400	4	51			
160	2500	2150	580	4	54			
250	3450	3000	800	4	57			
400	4900	4250	1100	4	60			
630	6900	6000	1600	4	62			
100	2050	1750	340	6	51			
160	2900	2500	480	6	54			
250	3800	3300	650	6	65			
315	4580	4000	820	6	59			
400	5500	4800	940	6	60			
500	6870	6000	1100	6	61			
630	7800	6900	1250	6	62			
800	9280	8100	1460	6	64			
1000	11000	9600	1800	6	65			
1250	13100	11500	2080	6	67			
1600	16000	14000	2400	6	68			
2000	19100	16700	3100	6	70			
2500	23000	20000	3600	6	71			

**AC:** Power frequency withstand voltage **LI:** Lightning impulse withstand voltage. Please note that this table only shows a small sample of all productdesigns and ratings we supply.





# **Special Application Transformers**

Customers demand a wide range of excellent products. These should be manufactured competitively. Customers also expect accurate information and expert advice.

ABB supplies a complete range of distribution transformers from single phase, oil-filled or dry, pole-mounted units through all standard units to meet all power requirements. But sometimes situations arise in which even the widest range of transformers currently available cannot meet the customer's needs. In those cases we design and build customised transformers to fulfil the customer's requirements in every respect.

Due to our long experience, our deep and wide engineering skills and our close co-operation with our customers we can find a practical solution to every problem. So it is little wonder that ABB has the most advanced transformers in operation around the world – from the very smallest to the largest and most sophisticated custom built units.

# Pad Mounted Transformers Transformers for

**Transformers for Special Applications** 

Variable Speed Drives

Reactors

 $Booster formers^{\tt TM}$ 

## **Pad Mounted Transformers**

#### **Construction features**

#### Description

ABB padmounted transformers feature a tamper resistant construction with no externally accessible bolts, hinges, screws or fasteners, thus providing a safe, self-contained unit which cannot be accessed by unauthorised personnel. Unsightly fences or other forms of protective devices are not necessary. Completely factory assembled, the units are shipped in one piece. These units feature a rectangular core and coil design which is a distinguishing characteristic of ABB's oil type transformers. This proven design offers reliability, durability and reduced dimensions. Nearly 40 years of service and scrupulous testing confirm the consistency of the design.

#### Standard features

- 1. Tamper resistant
- 2. Copper or aluminium windings
- 3. Special core and coil design
- 4. 65°C average temperature rise
- 5. Tap changer for deactivated operation
- 6. Four full capacity taps on winding rated 2.5% 2-FCAN 2-FCBN on units with voltage above 601 V
- 7. Liquid preservation system with sealed tank
- 8. Tank rated 5 psig for oil-filled units
- 9. Tank rated 8 psig for silicone filled units
- 10. Lifting lugs for moving complete units
- 11. Pressure relief valve
- 12. Two copper-faced steel ground pads on tank
- 13. Weather-resistant cabinet bolted to the front of the transformer
- 14. HV/LV compartment barrier bolted in place
- 15. Three-point terminal compartment laching
- 16. HV compartment located on left side of unit:
  - a) Live front-cast resin bushings, or universal bushing wells for dead front
  - b) Provision for distribution-class LAs
  - c) Space for stress cones
  - d) Interlocked door which can be opened only after opening LV compartment door
- 17. LV compartment located on right side:
  - a) Compartment door with provision for pad-lock



- b) Ground pad
- c) Provision for dial-type thermometer
- d) Provision for vacuum-pressure gauge
- e) Pressure relief valve
- f) Liquid level gauge
- g) Diagrammatic stainless steel rating plate
- 18. Different paint finishes available
- 19. Base designed for rolling the unit in accordance with ANSI-IEC-DIN segment centre lines

#### Options and accessories

- Copper windings
- 55°C average winding temperature rise
- Dead front primary entrance
- Basic impulse level adjustable on request
- Dial-type thermometer
- Liquid level valve
- Pressure vacuum gauge
- Radiator valves
- Sudden Pressure surge relay
- CTs and PTs
- Special ambient conditions
- Special altitudes
- Non-standard HV taps
- Special impedance
- Special noise levels
- Electrostatic shields
- Special paint finishes

## **Transformers for Variable Speed Drives**



#### Introduction

With the increasing use and complexity of variable speed drives for different applications, selecting the correct converter transformer has become of vital importance. Choosing the correct converter transformers for different converters and drive systems means reduced downtime, extended equipment life, reduced harmonic distortion and last, but not least, energy saving.

ABB offers you a wide range of converter transformers. The transformers have been developed in close co-operation with converter manufacturers and with the aim of achieving the highest possible reliability and efficiency.

ABB offers converter transformers for your every need:

#### Input transformers for supply of drive systems

6-, 12- or 24-pulse supply for different converters, e.g.

- load commutated inverters
- PWM inverters
- six step inverters
- cycloconverters (see opposite)
- cascade drives
- diode and thyristor rectifiers

#### Output transformers

Transformers for voltage step-up from converter to motor (see opposite).

# Transformers for converter starting applications

Transformers are manufactured as oil-filled, either mineral, silicone or MIDEL fluid, or as dry type transformers. They can be manufactured with an output of up to approx. 30 MVA (primary power). A symmetrical impedance and the capacity to withstand short circuiting are essential.

#### Input transformers

Why add an input transformer?

#### Voltage adaptation

Converter drives are normally fed by medium voltage networks from 6 kV up to 36 kV. The converter supply voltage usually ranges from 400 V up to 4 kV. The input transformer adapts the medium network voltage to the converter supply voltage.

#### Galvanic isolation

The input transformer isolates the converter from the feeding network and reduces short circuit currents to the converter.

#### EMC

A specifically designed shield between transformer windings reduces transferred radio interference from the drive to the network. The earthed shield also protects the drive from transient over-voltages coming from the feeding network.

#### Harmonics reduction

Network regulations require reduction of harmonic distortion. The transformer impedance acts as a commutating reactor and thus reduces harmonics. Different transformer connections are used to achieve multi-pulse systems with substantial harmonic reduction.

#### Transformers for cycloconverter supply

Cycloconverters are used for high power, low speed synchronous motor drives such as:

- Rolling mill drives
- Ship propulsion (see below)
- Mine hoist drives
- Wind tunnel drives etc.

The main parts of a cycloconverter drive are supply transformers, the cycloconverter, high speed circuit breakers and the synchronous motor. The following types of transformers are used:

- 2 winding transformers
- 3 winding transformers
- 4 winding transformers

#### Output transformers for converters

Converters are available for only a limited range of standard motor voltages, the highest being 4 kV. A specially designed transformer can be used to transform the converter output voltage to match any motor rated voltage. Normally the voltage is raised from the Low Voltage converter to feed an HV motor. (Thus the name "converter step-up transformer", which is also commonly used.)

A standard transformer cannot be used due to variation in frequency, the harmonic distortion and the DC component existing during transients in the output voltage of the frequency converter. A special step-up transformer has therefore been developed for this application in co-operation with converter manufacturers.

#### Typical applications

Most typical applications are for submersible oil pump drives, rolling mill drives and similar equipment where only HV motor applications are available. Output transformers can also be applied to reduce the voltage at the end of a long transmission system to be more appropriate for a motor. The output step down transformers in the latest applications are submersible i.e. they are placed on the seabed close to the motor.

Typical applications for output transformers are when:

- The motor does not have a standard voltage converter (retrofit or by-pass application required)
- Distance from the converter to the drive is long and a high voltage motor is used to reduce cabling costs, or where low voltage cabling would not be feasible due to losses and voltage drop
- Cost of a high voltage converter is too high compared with a low voltage converter and an output transformer (low end rating of the converters)
- Tappings are required to match the drive to different motor voltages or different cable lengths

Output transformers are produced in oil type and dry type configurations up to 6 MVA ratings for various types of converter and output voltages up to 15 kV. Transformers are individually designed and manufactured according to system requirements.

#### Ship propulsion systems

Electric propulsion for marine applications was initially used on holiday cruises for reasons of comfort (i.e. lower vibrations compared to mechanical propulsion). Nowadays it is also applied to cargo ships, icebreakers, ferryboats etc. due to the installation and manoeuvring flexibility of motor groups and for space rationalisation as well as for the improvement in the system's global performance.

These transformers adapt the generated voltage to the voltage of the static converters which control the motors. They are designed to particular specifications to meet specific space problems (e.g. height limitations) and the presence of high harmonic currents as well as mechanical vibrations coming from the ship's structure.



Converter transformer.



Converter transformer.



Converter transformer.



Converter transformer, 19400 kVA, three-windings supply of LCI-drives.



13.2 MVA, 4-windings, water cooled RESIBLOC® transformer for ship-propulsion.



Converter transformer.



Ship propulsion transformer 6.6 kVA – 6.6-2.1 kVA-AFWF.



Converter transformer.

## **Reactors**



Duplex reactor for ship-propulsion.

#### **Construction features**

#### Introduction

Single-phase and/or three-phase reactors are characterised by a wide range of solutions found in several High Voltage and/or Medium Voltage installations for both oil-type and dry purposes.

#### Reactors for cycloconverter drives

Zero sequence reactors

Zero sequence reactors are used to limit zero sequence current on motors with galvanically separated windings. The reactors are individually designed and manufactured according to system requirements. Therefore no standard types are listed.

#### Commutation reactors

Direct cycloconverters without supply transformers (e.g. propulsion and other drives where space and weight limitations are important) are usually fitted with commutation reactors. The reactors reduce the commutation currents and notches in the system voltage. The commutation reactors are normally dry-type but can also be manufactured as oil immersed.

Two basic designs are used:

- 1. Saturable gapped core reactors
  - no short circuit current limitation is needed
- 2. Non-saturable type reactors
  - the reactor also works as a short circuit limiting reactor

The commutation reactors are individually designed and manufactured according to system requirements.

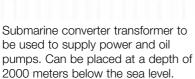
#### Duplex reactors

Duplex reactors are special commutation reactors used in propulsion drives to achieve distortion free voltage in the auxiliary circuits. The most efficient harmonic reduction is achieved when the duplex reactors are connected to the generators, one to each generator. In this way the effect on harmonics does not depend on the operation. The duplex reactors are individually designed and manufactured according to system requirements. Single-phase and/or three-phase reactors are characterised by a wide range of solutions found in several high voltage and medium voltage installations for both oil and dry purposes.

#### Fields of application

- Cycloconverter drives
- Shunts
- Current-limiting
- Neutral-earthing current-limiting
- Damping
- Tuning (filter)
- Earthing-transformer (neutral coupler) arc-suppression
- Smoothing







Earthing transformer for limitation of short-circuit current to earthfault. 24 MVA/10 s – Single Phase – 76 kV/8 kV-60 H<sub>2.</sub> Extremely robust design (both electrical and mechanical).



Reactor for reduction of harmonic currents and trancient over – currents in DC Systems. Highly line are magnetic characteristics and withstand of over-voltages caused by lighting and switching.



Coreless, air-insulated, smoothing reactor to comply with transformer in railway applications.

### **Boosterformers**™



Cable Boosterformer<sup>™</sup> for electric railway system.

#### Dry-type transformers

### PoleDry: dry-type polemount transformer Ultimate safety in overhead distribution

Introducing the PoleDry transformer, ABB's first ever dry-type transformer designed specifically for polemounted applications. ABB's PoleDry is the safest transformer for people, property and the environment in overhead distribution.



#### Clean

No liquids for insulation or cooling. The PoleDry is completely dry; there is no threat of an oil leak due to a failure or if exterior damage were to occur. Due to the absence of liquids there will never be hazardous waste containment, clean-up and disposal because of a leak.

#### Safe

ABB's vacuum cast coil (VCC) technology is non-flammable. In the event of a failure, the unit may produce a small puff of smoke and simply trip the line protection equipment. There is no concern of the unit gassing or venting from pressurized liquids inside that can also leak oil and cause injury to people nearby. There will be no damage to other equipment mounted to the pole or to the environment below. The damaged coil can be replaced and the unit placed back in service quickly.

#### Proven technology

The PoleDry utilizes hydrophobic cycloaliphatic epoxy (HCEP) as its primary coil insulation to allow the unit to operate in an outdoor environment without the needed protection from an enclosure. The PoleDry transformer uses a unique coil technology where both the primary and secondary windings are encapsulated in one coil using solid insulation techniques. The single coil removes the traditional cooling space between windings eliminating the risk of blockage from dirt or animals while also reducing the overall footprint of the unit.

### Pilot testing complete

The PoleDry transformer has successfully completed an energized qualification program at the world's most demanding outdoor test station, Koeberg Insulator Pollutin Test Station (KIPTS), in South Africa. The pilot unit was exposed to salt, sand, pollution, rain, high humidity, UV rays, and wildlife.

#### Main advantages

- non-flammable and self extinguishing
- zero risk of leakage of flammable or contaminating substances
- environmentally friendly
- corrosion and UV resistant
- can be stored or mounted at any degree of tilt
- can match existing mounting configurations
- can be located in areas where national code does not allow oil-filled installations
- comparable weight to liquid pole types
- no routine maintenance
- easy end of life disposal







ABB's PoleDry is the perfect solution for sensitive eco-systems.

#### Reliability tested to the limit

The PoleDry transformer was submitted to an intensive test program that included full type and application testing. All electrical testing was carried out according to IEC 60076-11. This testing included winding and core losses, sound power level, partial discharge levels, applied and double induced voltage, thermal heat runs, and applied and basic impulse voltages. Additional application testing included energized environmental and salt fog chamber ageing, 1000 hr salt fog core corrosion testing, and C2 thermal cycling.

#### Current product range offerings

Power: 100 kVA, 3-Phase Primary voltages: up to 24 kV class

#### Standard features

- solid insulation technology
- integrated HV bushings (horizontal or vertically mounted)
- core clamps made of stainless steel
- UV and corrosion resistant core protection
- customized pole mounting configuration
- partial discharge value < 10 pC
- low sound levels
- primary taps

### Note:

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB AG does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents - in whole or in parts - is forbidden without prior written consent of ABB AG.

Copyright© 2012 ABB All rights reserved For more information please contact:

ABB Management Service Ltd.

Affolternstrasse 44 P.O. Box 8131 8050 Zurich, Switzerland

www.abb.com/transformers



# Low voltage transformers T3P - Three phase power transformer

Three phase or single phase dry-type low voltage (LV) transformers are used as isolation transformers or to adjust the voltage level in the LV distribution grid. The windings are made of aluminum or copper and impregnated with epoxy resin of thermal class F or H by simple or vacuum pressure impregnation (VPI).



### **Application**

ABB low voltage transformers are widely used in industrial applications and in commercial and public buildings. They are also used for adjusting the voltage from 690 V to 400 V or as isolation transformers with a voltage ratio of 1:1, providing galvanic separation.

Dedicated products are available for various applications in renewable power generation including:

- Wind or photovoltaics
- Transportation (ie, marine or railways)
- Uninterruptible power supply (UPS)
- Chemical, oil and gas industry
- Converters

### Key features

- Low losses
- Low weight and compact dimensions
- Non-flammable and non-explosive
- IP23 enclosures (optional)
- With air cooling based on natural convection (AN) optional with forced air cooling (AF)

#### **Standards**

All units are built in accordance with IEC and EN.

Ratings	
Number of phases	3 or 1
Rated power	10-1,000 kVA (others on request)
Primary/secondary voltage	220, 230, 240, 380, 400, 415 600, 690 V
Frequency	50, 60, 400 Hz

### T3P - Three phase power transformer

#### **Features**

- Voltage ratio: 400 V / 400 V (415V No Load)

- Frequency: 50 Hz or 60 Hz - Vector group: Dyn11

- Technology: vacuum pressurized impregnation with epoxy resin class H

- Winding material: aluminum

- Terminals: copper cableshoes tinned or aluminum bars

- Cooling: AN

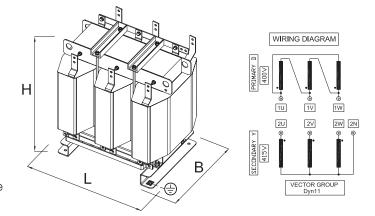
- Protection degree: IP00

- Installation up to maximum 1,000 meters (3,280 ft) A.S.L.

- Insulation voltage primary and secondary: 3 kV for one minute

- Winding temperature rise: 125  $^{\circ}\text{C}\,$  measured by resistance

- Ambient temperature: 40 °C maximum

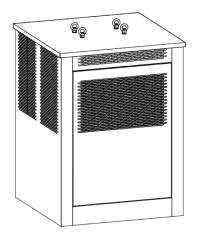


Power	Reference	Imped Ucc	Losses	Losses		Dimensions		Total weight
[kVA]	[IP00]	[%]	No-load [W]	Load (115 °C) [W]	L [mm]	B [mm]	H [mm]	[kg]
10	T3P0010K	4	150	400	350	230	400	65
13	T3P0013K	4	175	475	350	250	400	75
16	T3P0016K	4	200	560	420	260	450	88
20	T3P0020K	4	230	670	420	280	450	102
25	T3P0025K	4	270	780	420	290	450	120
32	T3P0032K	4	300	980	450	320	450	133
40	T3P0040K	4	350	1,120	450	350	470	163
50	T3P0050K	4	400	1,250	550	380	430	185
63	T3P0063K	4	450	1,450	550	450	430	220
80	T3P0080K	4	520	1,750	580	450	480	260
100	T3P0100K	4	600	2,250	580	470	540	300
125	T3P0125K	4	700	2,700	580	490	600	360
160	T3P0160K	4	840	3,100	650	520	620	450
200	T3P0200K	4	1,050	3,500	740	510	680	550
250	T3P0250K	4	1,250	3,900	770	520	780	655
315	T3P0315K	4	1,500	4,400	770	570	780	785
400	T3P0400K	4	1,750	5,000	860	600	860	1,000
500	T3P0500K	4	2,100	5,900	860	690	930	1,200
630	T3P0630K	4	2,650	6,800	950	730	1,000	1,570
800	T3P0800K	4	3,200	8,200	950	830	1,060	1,920
1,000	T3P1000K	4	3,750	10,000	950	860	1,160	2,150

### T3P - Three phase power transformer

### **Features**

- Enclosure shall be IP23 degree with two detachable panels on long side and detachable roof
- Four fixing points on the floor
- Four lifting hooks on cover for full lifting
- Cable entry from the bottom
- Painting: 100 micron DFT
- Finishing colour: grey RAL 7035



### Optional enclosure supplied

Power	Reference	Imped Ucc		Dimensions		Total weight
[kVA]	[IP00]	[%]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	[kg]
10	T3P0010K23	4	550	500	750	100
12.5	T3P0013K23	4	550	500	750	110
16	T3P0016K23	4	550	500	750	123
. 20	T3P0020K23	4	550	500	750	138
25	T3P0025K23	4	550	500	750	155
31.5	T3P0030K23	4	750	700	1,000	193
40	T3P0040K23	4	750	700	1,000	223
50	T3P0050K23	4	750	700	1,000	245
63	T3P0063K23	4	750	700	1,000	280
80	T3P0080K23	4	750	700	1,000	320
100	T3P0100K23	4	750	700	1,000	360
125	T3P0125K23	4	750	700	1,500	460
160	T3P0160K23	4	1,000	1,000	1,500	550
200	T3P0200K23	4	1,000	1,000	1,500	650
250	T3P0250K23	4	1,000	1,000	1,500	755
315	T3P0315K23	4	1,000	1,000	1,500	885
400	T3P0400K23	4	1,000	1,000	1,500	1,100
500	T3P0500K23	4	1,000	1,000	1,500	1,300
630	T3P0630K23	4	1,200	1,200	1,750	1,720
800	T3P0800K23	4	1,200	1,200	1,750	2,070
1,000	T3P1000K23	4	1,200	1,200	1,750	2,300

For more information please contact:

### ABB Management Service Ltd.

Affolternstrasse, 44 P.O. Box 8131 8050 Zurich, Switzerland

### Trasfor S.A.

6995 Molinazzo di Monteggio Switzerland

Phone: +41 91 611 30 82 Fax: +41 91 611 30 10 Email: info.trasfor@trasfor.ch

www.abb.com/transformers

#### Note

The information contained in this document is for general information purposes only. While ABB strives to keep the information up to date and correct, it makes no representations or warranties of any kind, express or implied, about the completeness, accuracy, reliability, suitability or availability with respect to the information, products, services, or related graphics contained in the document for any purpose. Any reliance placed on such information is therefore strictly at your own risk. ABB reserves the right to discontinue any product or service at any time.

© Copyright 2014 ABB. All rights reserved.





# Power Transformers

초고압 변압기



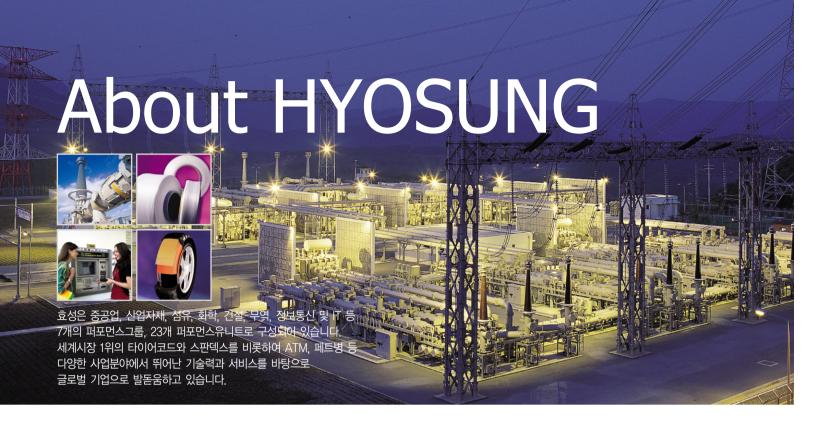
www.hyosungpni.com

Global Top Energy, Machinery & Plant Solution Provider



본사 서울시 마포구 공덕동 450 TEL: 02-707-6008 기술연구소 경기도 안양시 동안구 호계동 TEL: 031-428-1000 창원공장 경남 창원시 내동 454-2 TEL: 055-268-9114





## 01 Our Business

Brief introduction of Hyosung Power & Industrial Systems

### 효성 중공업PG (Performance Group)

'Global Top Energy, Machinery & Plant Solution Provider'를 지향하는 효성 중공업 퍼포먼스 그룹(PG: Performance Group)은 전세계 중공업을 선도하는 혁신기술을 통해 전력기기와 산업기자재, 펌프, 풍력발전 시스템 분야에서 글로벌 경쟁력을 키워왔습니다.

효성은 미주와 유럽, 중동, 아시아 등 글로벌 시장에서의 적극적인 세계화와 기술력, 제품경쟁력, 브랜드 인지도의 향상을 바탕으로 최근 수 년 간 지속적인 성장을 이어오고 있으며 글로벌 선진업체와 어깨를 나란히 하고 있습니다. 효성 중공업PG는 전력, 기전, 효성굿스프링스 등 3개의 퍼포 먼스 유니트(PU: Performance Unit)와 풍력사업단으로 구성되어 있습니다.



### 전력PU (Performance Unit)

전력 퍼포먼스 유니트(PU:Performance Unit)는 1962년 설립 이래 반세기 동안 변압기와 차단기, 전장품을 주력품목으로 공급하며 국내 송변 전설비 산업을 주도해왔습니다. 최근에는 최첨단 IT 자원을 기반으로 감시제어 시스템과 예방진단 시스템 등 IT 사업을 강화하고 있으며, 송변전 및 발전 분야의 연구개발에도 박차를 가하고 있습니다

1992년 국내 최초이자 세계에서 6번째로 765kV급 초고압 변압기를 개발했으며, 1999년에는 800kV급 2점절 초고압 차단기를 세계 최초로 개발함으로써 세계 수준의 기술력을 인정받았습니다.

2003년 중국 보정시에 현지시장 점유율 최대를 기록하고 있는 '보정천위집단' 과 공동으로 합작법인인 '보정효성천위변압기유한공사'를 설립한 데이어, 2004년 말부터는 35kV 500kVA 이하 배전 변압기를 연간 11,000대 이상 생산할 수 있는 생산공장을 본격 가동했습니다.

2006년에는 중국정부의 품질공인 취득 5개 기업 중 하나인 강소성 '남통우방변압기유한공사'를 인수하여 대규모 신공장을 건설했으며 향후 중국 내 3대 변압기 제조회사로 성장시켜나갈 계획입니다.

전력PU는 최고 품질의 제품과 서비스를 공급하여 고객감동을 실현하고 영업과 관리 부문의 지속적인 혁신을 통해 글로벌 시장에서의 경쟁력을 확보해나갈 것입니다.





### Power Transformers

#### **CONTENTS**

02 Our Business 03 Sustainability / R&D 04 General 05 Technology 06 Design Concept 08 Compartments 10 Products and Details 14 Total Quality Assurance 15 Product Development History / Global Network

## 02 Sustainability

Our sustainability principles are the backbone of the way we design and manufacture products

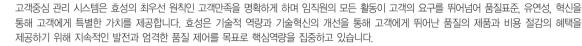


### **Quality Assurance**

효성은 언제나 최고를 추구합니다. 효성 임직원의 모든 활동은 완벽한 품질과 서비스만이 최고를 향한 길이라는 공통된 믿음을 기반으로 신뢰할수 있는 품질의 제품과 서비스를 공급하는 일에 초점을 맞추고 있습니다. 효성은 품질보증 원칙을 세우고 이를 구체적으로 실현할 수 있는 품질보증 정책 및 프로그램을 구축했습니다.



효성의 품질보증 정책은 정부의 관리정책에 기반하여 수립되었으며 ISO9001의 요구사항을 만족합니다. 글로벌 기업 효성은 품질관리 시스템, 고객중심 관리 시스템, 핵심역량 집중이라는 3가지 품질전략을 통해 포괄적인 품질관리를 실행하고 있습니다. 효성은 포괄적인 품질관리 시스템을 통해 관리자원을 효율적으로 운영하여 불필요한 낭비를 막고 모든 컴플라이언스와 적용 가능한 법률과 규정, 표준을 준수합니다.



효성의 품질보증 정책은 제어와 평가의 연속적인 과정입니다. 효성은 최고에 한발 더 다가서기 위해 품질보증 정책을 지속적으로 보완, 개정, 수정하고 있습니다.



### **Environment Protection Policy**

효성은 제조활동이 환경에 미치는 영향을 이해하고 환경을 오염으로부터 보호하기 위해 노력하고 있습니다. 또한 효성의 제품과 기술은 환경에 미치는 영향을 최소화 하기 위해 전과정을 관리하며, 환경친화적인 제품과 솔루션 개발에 투자하여 향후 발생 가능한 환경오염과 환경유해영향을 예방하기 위해 최선의 노력을 기울이고 있습니다.

효성은 자원을 보존하고 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위해 함께 공유하는 책임에 대한 친환경 철학에 기반해 종합적인 환경보호 프로그램을 구축했습니다. 효성의 환경정책은 ISO14001의 모든 요구사항을 충족합니다.

## 03 R&D

### Inspiring innovation, creation and expertise

중전기기와 산업용 전기, 전자, 에너지 분야에서 세계적인 경쟁력을 입증받은 효성의 기술력의 배경에는 1978년 설립 이래 한국 기술개발 역사와 궤를 함께 해온 중공업연구소가 있습니다. 안양연구소와 창원연구소의 이원화 체제로 운영되어온 효성의 중공업연구소는 중전기기와 에너지 시스템, 전력전자, 전력자동화 시스템 분야에서 핵심기술 개발와 제품일류화에 총력을 다하고 있습니다. 혁신과 창조, 전문성을 핵심가치로 중공업 연구소는 오늘도 고객만족과 품질우선, 성과지향을 행동철학으로 각 연구분야에서 글로벌 탑 역량의 R&D 활동을 지속적으로 펼쳐나가고 있습니다.

### 연구분야

효성 중공업연구소는 국내 중전기 분야의 기술선도를 통해 국가경쟁력 강화에 기여하고 있으며, 그 핵심기술의 결정체인 원자력발전소용 345kV 변압기와 800kV 2점절 가스 절연 개폐기는 장영실상과 에너지 대상을 수상하는 쾌거를 이룩했습니다. CNG 충전 시스템과 송전급 FACTS, 차세대 SAS 시스템, 원자력발전소용 전동기 등을 개발하며 기술개발 경쟁에서도 우위를 점하고 있는 중공업연구소는 녹색산업으로 각광받는 신재생 에너지 분야에서도 차별화된 'Solution & Technology Leadership'을 통해 'Global No. 1 연구소'로 발돋움하고 있습니다.

스마트 그리드(Smart Grid)를 비롯해 태양광, 풍력, 연료전지 등의 그린 비즈니스에 대한 지속적인 검토와 연구가 활발히 진행되고 있습니다. 스마트 그리드의 경우 정부에서 추진하는 제주 실증과제 3개 분야(Smart Place, Smart Transportation, Smart Renewable)에 참여하고 있으며 충전기 자체개발 등 충전 인프라 사업을 위한 기반 기술과 제품 확보를 위해 노력하고 있습니다. 태양광의 경우 EPC 사업과 발전사업, PCS와 태양전지 양산기술 개발이 진행 중입니다. 풍력은 주요부속품인 증속기와 발전기, PCS의 개발과 신뢰성제고를 위한 신뢰성연구에 집중하고 있습니다. 연료 전지는 가정용 1kW급 PEMFC 개발과 정부의 시범보급 사업에 참여하는 한편, 5kW급 SOFC 시스템용 BOP를 연구하고 있습니다.

IEC61850 기반 SA 시스템과 대용량 유연송전기기(FACTS) 등의 전력 시스템 자동화와 IT 기술 융복합 연구에 주력하고 있습니다. 국내 최초로 80MVA급 UPFC를 개발했으며 독자적인 기술력을 바탕으로 100MVA STATCOM을 개발하여 상용운전시험 중에 있습니다.

기존제품의 글로벌 경쟁력 강화를 위해 설비진단, 고장분석, 원격예방진단, 진단용 센서, 설비수명평가 등의 솔루션 분야 연구를 진행 중이며, 신뢰성 평가센터를 구축하여 설계신뢰성 향상, 시험 프로세스 선진화, 시험평가기술 개발, 인증시험 지원 등 기존제품의 품질경쟁력 확보를 위한 연구를

구조진동, 열유동, 전자계 응용 분야의 핵심기반기술 연구를 바탕으로 차별화된 지능형 전력기기(GIS, IED, 컨트롤러, 용접기 등)와 고속, 고효율, 경량, 친환경의 산업기기, 특수용기기(FACTS용 변압기와 군수용 전동기 등)의 개발에도 박차를 가하고 있습니다.





## General

효성은 이미 1992년 국내 최초이자 세계에서 6번째로 765kV급 초고압 변압기를 개발하여 세계적 수준의 기술력을 인정받았습니다. 소형 배전 변압기에서부터 765kV급 극초고압 변압기에 이르기까지 전세계 고객의 다양한 니즈에 부합하는 변압기 제품을 공급하고 있습니다.

국내 전력산업을 선도하고 있는 효성은 1969년 국내 최초로 154kV급 초고압 변압기를 개발한 이래 현재 765kV급 극초고압 변압기를 생산, 운전 중에 있습니다. 최대전압 765kV, 최대용량 2000MVA에 이르는 다양한 종류의 변압기를 생산하고 있는 효성은 내철형과 외철형 제품을 모두 보유하고 있어 고객이 폭넓게 제품을 선택할 수 있습니다. 국내 기술규격은 물론 IEC, ANSI, IEEE, NEMA, BS, JIS, JEC 등 국제 기술규격을 만족함으로써 각 국가별 규격에 준한 설계, 제작, 시험 등의 능력을 확보하여 세계적인 변압기 제조업체로 발돋음하고 있습니다.

# Technology

### 다양한 선택권

고객의 요구조건에 부합하는 다양한 변압기를 공급합니다. 단상 또는 3상 변압기, 단권선 또는 다권선 변압기, 리액터, 다양한 목적의 특수 변압기를 생산하고 있습니다.

### 맞춤 설계

효성은 수송과 설치 시 발생하는 제약에 대비한 맞춤 설계를 통해 변압기의 현장 설치에 만전을 기하고 있습니다.

#### 안전

잠재적인 위험요소를 변압기의 설계에서 설치에 이르는 전 과정에서 파악하고 제거함으로써 안정적 운전을 약속합니다. 경험이 풍부한 현장관리자를 파견하여 설치 시 안전성을 확보하도록 지원하고 있습니다.

### 유연한 생산 시스템

효성의 생산관리 시스템은 전산화되어 우선순위에 따라 생산 스케줄을 유연하게 관리할 수 있습니다. 시스템을 활용한 최적의 자원활용으로 예기치 못하거나 긴급한 고객의 주문에 적절히 대응할 수 있습니다.

### 취급과 유지보수의 용이

컴팩트한 디자인의 효성 변압기는 효율적인 설계로 취급이 용이하고, 신뢰성 있는 부품을 사용함으로써 적은 유지보수 비용이 발생합니다.

### 맞춤형 솔루션 제공

고객의 특화된 요구조건에 따라서 최적화된 맞춤형 변압기를 제공합니다.

### 전력 IT와의 연계를 고려한 설계

전력설비(변압기, GIS, 배전반)의 설계에서 제작, 설치, 유지, 보수에 이르기까지 35여 년 간 축적된 기술력과 노하우를 바탕으로 효성의 신개념 예방진단 시스템과 쉽게 연계함으로써 변압기의 부분방전과 절연유 열화, OLTC 모니터링, 절연유 온도, 냉각 팬과 펌프의 모터 운전상태, 활선정유장치 압력 등을 실시간으로 전송받아기기의 상태진단과 점검주기를 제시 가능합니다.







# Design Concept





효성의 변압기 설계는 설계 프로그램, 전자계해석 프로그램, 구조해석 프로그램을 이용하여 설계단계에서 충분한 검증을 통해 설계/제작되고 있습니다.

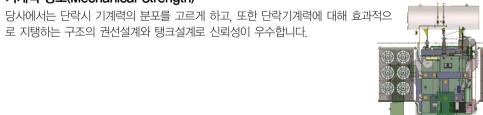
### 절연 강도(Dielectric Strength)

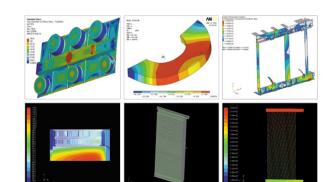
권선과 대지간의 작은 정전용량, 절연물의 적절한 조화 및 Creepage 문제를 해결하는 고기술의 설계는 충격 전압을 견디기에 충분한 절연강도를 지니게 합니다.

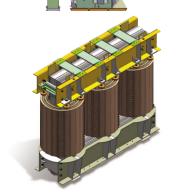
### 열적 강도(Thermal Capability)

변압기 내부의 전기회로를 구성하는 코일과 자기회로를 구성하는 철심에서 발생한 열은 절연유에 전달되고, 절연유에 전달된 열은 냉각기를 통해서 대기로 방열됩니다. 냉각효과는 변압기의 절연수명과 열용량에 직결되 므로 대단히 중요하며, 효성변압기는 효율적인 냉각 시스템으로 냉각성능 향상과 Hottest-spot 온도 억제에 역점을 두고 있습니다.

### 기계적 강도(Mechanical Strength)





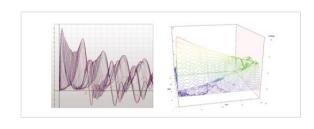


### 설계 및 검증

효성의 변압기는 세계적 수준의 기술력과 품질로 고객의 인정을 받고 있습니다. 높은 효율성과 신뢰성, 정확성을 갖춘 프로 그램 사용을 통해 고품질의 제품을 경쟁력 있는 가격에 공급해온 효성은 2D 전계해석을 통한 절연구조의 최적 배치해석, 3D 자계해석을 통한 변압기 구조물의 온도해석, 내진해석, 단락해석 등을 수행하고 있습니다. 또한 3D CAD 시스템을 통해 변압기의 최종생산 전에 발생할 수 있는 오류나 결점을 설계 단계에서 파악하여 예방하고 있습니다. 효성은 지속적인 R&D 활동을 통해 고효율 제품을 경쟁력 있는 가격과 최적화된 납기에 제공하기 위해 최선을 다하고 있습니다.

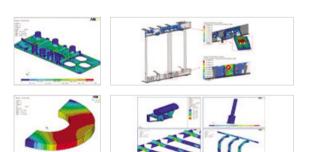
### 초기 전위분포 해석

다양한 변수를 고려한 효성의 프로그램은 변압기의 턴, 섹션, 권선에 발생하는 모든 스트레스를 계산합니다. 권선은 여러 부분으로 나뉘어 각각의 시험조건에 맞게 모의, 계산되며, R, L, C 성분을 고려한 프로그램의 스트레스 계산은 최적의 절연구조 배치를 가능하게 합니다.



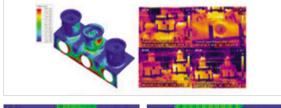
### 구조해석

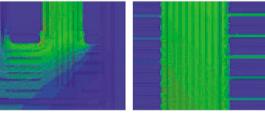
효성은 변압기의 운전 혹은 단락 상황에서 안정적인 구조를 가질 수 있도록 다양한 툴을 사용하여 구조물의 해석을 수행 하고 있습니다.



### 자계해석

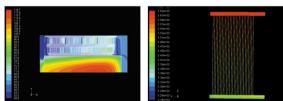
변압기의 자계해석을 통해 변압기의 설계 초기 단계에서 임피던스, 손실, 단락기계력을 계산합니다.





### 유동해석

효성은 유동해석(CFD)을 통해 변압기의 대류현상을 계산합 니다. CFD 해석은 설계자로 하여금 절연유와 권선의 온도에 따른 변압기 각 부분의 정확한 온도계산을 가능하게 합니다.



### 데이터 관리

효성은 설계도면과 자료를 데이터베이스화하여 관리하고 있습니다. PDM(Product Data Management) 시스템을 활용하여 이미 안정성이 검증된 변압기의 설계자료를 설계자가 설계 단계에서 쉽게 참조할 수 있게 함으로써 제품의 신뢰성을 높이고 납기를 단축하고 있습니다. 고객에게 높은 품질의 제품을 경쟁력 있는 가격으로 제공하기 위해 최선을 다해온 효성은 변압기 시장에서의 높은 명성을 이어가고자 기술연구와 개발에 끊임없는 노력을 기울이고 있습니다.





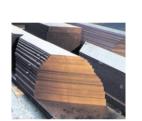




### 철심 | Core

투자율(Permeability)이 높고 히스테리시스(Hysterisis) 손실이 가장 적은 방향성 규소강판을 사용하고 있으며, 철심은 계단형으로 적층함으로써 공간점유율을 극대화하여 철손, 여자전류 및 소음이 최소화 되도록 가공 조립됩니다. 또한 내철형 및 외철형 변압기에 따라 가장효과적인 철심 구조를 적용하고 있습니다.

Compartments

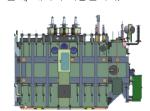


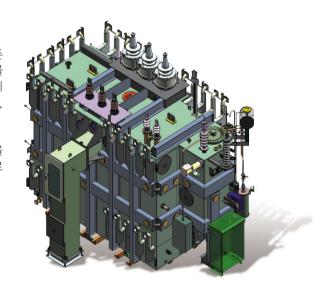


### 변압기 외함 | Tank

변압기 외함은 내부 구조물을 보호하고 절연유를 보존 시키며 고장시 내부압력에 견딜수 있도록 충분한 강도를 가지도록 제작됩니다. 탱크에는 점검 및 보수에 편리 하도록 적절한 위치에 맨홀 또는 핸드홀을 구비하며, 변압기 이동 및 취급에 편리한 장치 및 부속장치를 구비합니다.

특히 외철형변압기는 Form—Fit 구조로써 철도수송을 위한 측면운송(Laydown Shipping)이 가능한 구조로 설계, 제작이 가능합니다.





### 권선 | Winding

권선은 변압기의 전기회로를 구성하는 가장 중요한 부분을 차지하고 있습니다. 효성변압기의 권선은 평각선 또는 CTC(Continuously Transposed Conductor)를 사용하여 내철형 및 외철 형 변압기에 따라 가장 효과적인 권선방법을 적용하고 있습니다.

### 연속권(Continuous Winding)

350kV BIL이상의 절연이 필요한 권선에 적용되는 것으로, 전류용량에 맞도록 여러개의 평각 동선을 감아 한개의 Section을 만들고, 이 Section의 연속으로 한개의 권선을 이룹니다.



### 고용량권(Hisercap Winding)

Hisercap은 High Series Capacitance의 줄임말로, 명칭이 나타내듯이 권선 내부의 Series Capacitance를 높여 권선 내부의 Impulse분포를 선형에 가깝 게 만듦으로써 Impulse에 의한 Stress를 작게 합니다.

따라서, 이 권선 방식은 650kV BIL 이상의 절연을 필요로 하는 경우에 적용됩니다.



### 원통권(Cylindrical Winding)

권선관 위에 Section의 구분없이 도체를 감는 것으로써, 완성된 상태에서의 전체적인 모양이 원통을 세워 놓은 것과 같습니다.

이 권선의 상·하부 리드(Lead)는 두꺼운 칼라(Collar)에 의해 지지되며, 최외 각을 PVG(Poly-Vynil Glass) Tape로 단단하게 감이줍니다.



### 나선권(Helitran Winding)

저전압, 대전류가 흐르는 권선에 적용되는 것으로써, 전류 용량에 맞도록선정된 여러개의 평각동선을 나선형(Helical)으로 감으며, 이 권선 방식은 단락시에 흐르는 막대한 단락 전류에도 강합니다.



### 레이어권(Layer Winding)

원통권과 같이 권선관 위에 층의 구분없이 도체를 감아 동심원상의 다중층(Multi-Layer)을 이루게 하는 권선 방식으로서 레이어간에는 수직 유통로(Oil-Duct)를 설치하여 모든 도체가 절연유와 직접 접촉하므로 냉각효과가 뛰어나며, 원통형의 정전 쉴드를 적용함으로 초기전압을 선형적으로 최종분포에 이르게하는 탁월한 전이분포 효과를 가지고 있습니다.

이 권선방식은 전압이나 용량에 제한없이 사용할 수 있습니다.









# Products and Details

### 효성 초고압변압기 분류

변압기의 구분	종 류	내 용
	내철형(Core)	• 철심(Core) 주위에 저압 및 고압권선을 동심원상으로 위치시키는 Compact한 구조 • 점검 및 보수 용이
내부 구조에 의한 분류	외철형(Shell)	<ul> <li>권선 주위에 철심을 적층하고, 권선을 주위에 지지하는 구조</li> <li>단락기계력이 강함(Form-Fit형)</li> <li>측면(Lay-Down)운송 가능</li> <li>특수변압기(로용변압기, 전철용변압기)의 제작 용이</li> </ul>
	2권선 변압기	• 권선이 1차 및 2차로 두 개이며, 가장 일반적으로 사용
	3권선 변압기	• 권선이 1차, 2차 및 3차로 구성 (3차 권선이 안전권선용으로 사용되는 경우도 있음)
권선수에 의한 분류	단권 변압기	Auto Transformer라고도 하며 주로 변전소의 변압비가 적은 경우에 사용     2차 권선이 1차 권선과 공유하게 됨으로써 동량과     동손이 2, 3권선 변압기보다 적음 (그러나 이러한 장점은 2차 전압이 클수록 두드러지나 2차 전압이 상대적으로 적을 경우 그 효과는 미약)
	전력용 변압기	• 발·변전소 또는 배전선에서 전압을 변경하여 전력을 공급할 목적으로 사용
	스코트 변압기	• 3상 전원에서 위상이 90° 다른 단상 2회로를 얻는데 사용 • 주로 철도에 전력공급을 위한 변압기로 사용
용도에 의한 분류	전기로용 변압기	<ul> <li>전기로에 전력을 공급하는 장치</li> <li>전기로의 종류에 따라 여러 가지의 종류가 있음</li> <li>일반적으로 2차 전류가 대전류</li> </ul>
	절연 변압기	• 복수의 계통간을 절연할 목적오로 사용(Tie 변압기라고도 함)
	이동용 변압기	<ul> <li>긴급 대비용으로 차량에 적재하여 용이하게 이동할 수 있도록 제작</li> <li>(간단한 변전설비를 장착한 경우도 있음)</li> </ul>

### 냉강방식에 의한 분류

냉각매체	냉각방식	기 호
777/A: )	자 냉 식	AN(Air Natural)
공기(Air)	풍 냉 식	AF(Air Forced)
	유압자냉식	ONAN(Oil Natural Air Natural)
절연유(Oil)	유입풍냉식	ONAF(Oil Natural Air Forced)
르던ㅠ(이))	송유자냉식	OFAN(Oil Forced Air Natural)
	송유풍냉식	OFAF(Oil Forced Air Forced)
절연유와 물	유입수냉식	ONWF(Oil Natural Water Forced)
(Oil & Water)	송유수냉식	OFWF(Oil Forced Water Forced)
71 (05-)	가스자냉식	GNAN(Gas Natural Air Natural)
가스(SF <sub>6</sub> )	가스풍냉식	GNAF(Gas Natural Air Forced)

### 내철형 변압기 | Core Form Transformer

### 내철형 변압기란?

철심(Core) 주위에 저압 및 고압권선을 동심원상으로 위치시키는 구조를 말합니다.

- Compact한 구조 선형적인 전위분포 가능
- 간편한 조립
- 원형태로써 강한 단락기계력을 갖춤
- 점검 및 보수





### 국내 주요 정격

정격 1차 전압[kV]	66	154	345	765
형식	단상 · 삼상	단상 · 삼상	단상 · 삼상	단상
적용규격	KS, IEC 외	KS, IEC 외	KS, IEC 외	KS, IEC 외
주파수[Hz]	60	60	60	60
표준 임피던스[%]	10~13	10~15	10	18
상용 주파내전압[kV]	140	275	460	830
뇌임펄스 내전압[kV]	350	650	1050	2050
탭 전환 장치		Changer, 부하시 탭 절 Tap Changer, 무부하기		OLTC적용
유보전방식	GOST(Gas Oil Seal     Air Seal Cell Conser	,	• Diaphragm Conse	ervator
보호장치 및 취부품	<ul><li>방압 장치(Pressure F</li><li>브흐홀쯔 계전기(Buch</li><li>권선 온도 지시계(Windows)</li></ul>	nholz Relay)		Sudden Pressure Relay) emperature Indicator) Gauge)











## Products and Details

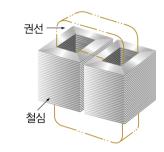
### 외철형 변압기 | Shell Form Transformer

### 외철형 변압기란?

권선 주위에 철심을 적층하고, 권선을 주위에서 지지하는 구조를 말합니다.

### 특징

- 강력한 단락 기계력
- 전위 분포가 일정하여 높은 절연강도를 지님
- 뛰어난 냉각 효과
- 측면(Lay-Down) 수송 가능
- 특수 변압기(로용 변압기, 전철용 변압기)의 제작 용이
- Form-fit 구조 채택



### 제작 공정 흐름도



### 국내 주요 정격

정격 1차 전압[kV]	66	154	345	765
형식	단상 · 삼상	단상 · 삼상	단상 · 삼상	단상
적용규격	KS, IEC 외	KS, IEC 외	KS, IEC 외	KS, IEC 외
주파수[Hz]	60	60	60	60
표준 임피던스[%]	10~13	10~15	10	18
상용 주파내전압[kV]	140	275	460	830
뇌임펄스 내전압[kV]	350	650	1050	2050
탭 전환 장치	• OLTC(On Load Tap Changer, 부하시 탭 절환 장치) OLTC적용			
	• DETC(De-Energized Tap Changer, 무부하시 탭 절환 장치)			1
유보전방식	• GOST(Gas Oil Seal	eal Tank) • Diaphragm Conservator		ervator
TT-120-1	• Air Seal Cell Conservator(표준)			
	• 방압 장치(Pressure Relief Device)		• 충격 압력 계전기(Sudden Pressure Relay)	
보호장치 및 취부품	• 브흐홀쯔 계전기(Buchholz Relay)		• 유온 지시계(Oil Temperature Indicator)	
	• 권선 온도 지시계(Win	은도 지시계(Winding Temperature Indicator) • 유면계(Oil Level Gauge)		





### 특수 목적용 변압기 | Special Purpose Transformer

### 스코트 변압기(Scott Transformer)

3상 전원에서 2상 전원 또는 2상 전원에서 3상 전원으로의 상 변환을 위하여 사용되는 변압기로 주로 3상 전원으로부터 2상 전원을 공급하기 위하여 사용되기 때문에 주로 철도나 전기로 등에 사용됩니다.

정격 1차 전압[kV]	66	154	
형식	단상 · 삼상	단상 · 삼상	
적용규정	KS, IEC 외	KS, IEC 외	
주파수[Hz]	60	60	
표준 임피던스[%]	10~13	20	
상용 주파내전압[kV]	140	275	
뇌임펄스 내전압[kV]	350	650	
탭 전환 장치	•OLTC(On Load Tap Changer, 부하시 E	법 절환 장치)	
유보전방식	GOST(Gas Oil Seal Tank)	Diaphragm Conservator	
규모신앙식	• Air Seal Cell Conservator(표준)		
	• 방압 장치(Pressure Relief Device)	• 충격 압력 계전기(Sudden Pressure Relay)	
보호장치 및 취부품	• 브흐홀쯔 계전기(Buchholz Relay)	• 유온 지시계(Oil Temperature Indicator)	
	• 권선 온도 지시계(Winding Temperature Indicator) • 유면계(Oil Level Gauge)		

### 분로 리액터(Shunt Reactor)

장거리 초고압 송전계통에서 무부하나 경부하시의 Capacitance 성분에 대한 보상 또는 부하 급변시의 전압 상승 억제의 목적으로 분로 리액터가 설치됩니다.

정격 1차 전압[kV]	345kV(100MVAR)	345kV(200MVAR)
형식	3상 유입식	3상 유입식
적용규정	ES 외	ES 외
주파수[Hz]	60	60
상용 주파내전압[kV]	460	460
뇌임펄스 내전압[kV]	1050	1050
유보전방식	• Air Seal Cell Conservator(표준)	
탭 전환 장치	•OLTC(On Load Tap Changer, 부하시 팀	법 절환 장치)
보호장치 및 취부품	<ul> <li>방압 장치(Pressure Relief Device)</li> <li>충격 압력 계전기(Sudden Pressure Relay)</li> <li>유온 지시계(Oil Temperature Indicator)</li> <li>권성 온도 지시계(Minding Temperature)</li> </ul>	
	• 권선 온도 지시계(Winding Temperature	Indicator)

### 이동용 변압기(Mobile Transformer)

수송 수단이 되는 트레일러에 항시 고정된 상태로 운반, 운전되며 신속한 운송과 설치시 별도의 조립공정이 필요치 않는 구조로 제작됩니다. 최근에 는 수송조건을 만족하고 용량을 최대로 하기위하여 고온에 적합한 특수 절 연물을 사용하여 제작하는 추세입니다.

### 전기로용 변압기

변압기 후단의 부하가 전기로(爐)로써 2차전압이 1차전압에 비해서 대단히 적고, 2차에는 매우 많은 전류가 흐르는 특징을 갖는 변압기입니다.



이동용 변압기(3상 154kV 40MVA)



# Total Quality Assurance

국내와 해외에서 광범위하게 사용되고 있는 효성의 초고압 변압기는 전문 기술인력과 풍부한 경험을 바탕으로 품질에 대한 신뢰성을 약속합니다. 효성은 통합 품질보증 프로그램을 통해 높은 수준의 제품을 경쟁력 있는 가격으로 적시에 제공함으로써 고객의 요구수준을 만족시키고 고객의 경쟁력 향상에 기여하고 있습니다.

효성은 설계, 조립, 검사 및 설치에 이르는 전 과정에서 고객의 요구를 최우선으로 생각합니다. 모든 검사는 국제표준을 준수하여 고객의 요구사항에 맞추어 진행되며, 모든 제품은 ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 인증을 획득했습니다. 효성의 변압기 제조공장은 클린룸(Clean Room) 시설을 통해 24시간 온도와 습도, 먼지의 상태를 적정하게 관리하여 변압기의 높은 품질을 유지하고 있습니다.

효성은 고도의 훈련을 받은 프로세스 오퍼레이터와 기술진을 통해 추가검사를 실시하여 기존의 검사기준을 뛰어넘는 더욱 안정적인 제품을 생산합니다. 내부교육과 외부교육을 통해 효성의 기술인력은 지속적으로 전문지식을 습득하고 선진화된 훈련을 받으며 기술혁신을 선도하고 있습니다.

### 표준시험항목

제작완료된 변압기는 최종성능 확인을 위하여 초현대식 설비를 갖춘 당사 시험실에서 아래 표준시험항목 및 고객 요구 시험항목에 따라 완벽한 시험을 실시하고 있습니다.

- 권선저항(Winding Resistance) 측정
- 변압비(Ratio) 시험
- 극성(Polarity) 및 상회전(Phase Relation) 시험
- 무부하손(No-load Loss) 시험
- 여자전류(Exciting Current) 시험
- 임피던스(Impedance) 및 부하손(Load Loss) 시험
- 온도상승(Temperature Rise) 시험
- 가압(Applied Voltage) 시험
- 유도(Induced Voltage) 시험
- 충격 내전압(Impulse) 시험







ISO 9001 인증서 ISO

ISO 14001 인증서 OHSAS 18001 인증서

[안전보건]





# Product Development History

연도연형2008단상 765kV, 500MVA, 단상 765kV, 1000/3MVA 변압기 수출 3상 345kV, 990MVA 원자력 발전소용 변압기 납품2007단상 154kV, 60MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발2003단상 765kV, 204MVA 발전소용 변압기 개발2000단상 154kV, 20MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발1998단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발19973상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발1996단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발1992단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발1985삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로 개발하여 손실절감 및 수송폭 저감		
2008     단상 765kV, 1000/3MVA 변압기 수출 3상 345kV, 990MVA 원자력 발전소용 변압기 납품       2007     단상 154kV, 60MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발       2003     단상 765kV, 204MVA 발전소용 변압기 개발       2000     단상 154kV, 20MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발       1998     단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발       1997     3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발       1996     단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발       1992     단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발       4천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	연 도	연 혁
2003       단상 765kV, 204MVA 발전소용 변압기 개발         2000       단상 154kV, 20MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발         1998       단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발         1997       3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발         1996       단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발         1992       단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발         삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	2008	단상 765kV, 1000/3MVA 변압기 수출 3상 345kV, 990MVA 원자력 발전소용
2000       단상 154kV, 20MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발         1998       단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발         1997       3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발         1996       단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발         1992       단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발         사천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	2007	단상 154kV, 60MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발
1998 단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발 1997 3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발 1996 단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발 1992 단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발 삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	2003	단상 765kV, 204MVA 발전소용 변압기 개발
1997 3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발 1996 단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발 1992 단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발 삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	2000	단상 154kV, 20MVA 가스(SF6 Gas) 변압기 개발
1996 단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발 1992 단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발 삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	1998	단상 765kV, 667MVA 변전소용 변압기 개발
1992 단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발 삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	1997	3상 345kV, 100MVAR & 200MVAR 분로리액터 개발
1005 삼천포 화력발전소용 345kV, 630MVA 주변압기를 7각철심구조로	1996	단상 765kV, 500MVA 상업용 변압기 개발
1006	1992	단상 765kV, 3MVA 시험용 변압기 개발
	1985	= ,

연 도	연 혁
1984	삼랑진 양수발전소용 3상 154kV, 386MVA 주변압기를 상분리운송(Phase-Separated Shipment) 구조로 개발
1981	고도의 품질보증 및 신뢰도가 요구되는 원자력발전소용 (5호기를 포함한 후속기) 345kV 주변압기 자체국산화 개발
1979	단상 220kV, 66.7MVA 변압기를 외철형 대용량 변압기로는 처음으로 뉴질랜드에 수출
1969	3상 154kV, 40MVA 변압기 국내최초 개발
1980	3상 23kV, 30MVAR 분로 리액터를 Air-Core Type과 Gap- Core Type으로 동시에 개발
1978	단상 345kV, 166.7MVA 변압기 국내최초 개발 3상 345kV, 475MVA 국내최대 용량의 발전소용 변압기 개발

## Global Network





# 유입배전변압기 취급설명서





- 취급설명서는 변압기 하역, 설치, 운전 및 점검 전에 안전을 위해 반드시 내용을 숙지해 주십시오.
- 또한 변압기가 설치, 운전되고 있는 장소에서는 눈에 잘 띄는 장소에 비치하여 필요한 경우 즉시 내용을 참고할 수 있도록 해 주십시오.

※ 본 취급설명서는 현장에 설치되어 있는 효성 유입변압기가 안전 운전을 유지하도록 도움을 줄 것입니다. 그러나, 취급 설명서에 기재된 내용들이 운반, 설치, 운전 및 보수/점검과 관련하여 현장에서 발생할 수 있는 모든 우발적인 사고를 방지할 수 있는 것은 아닙니다. 따라서, 취급 설명서에 내용이 기재되어 있지 않거나 의문사항이 있다면 아래로 연락을 바랍니다.

	주 소	전 화 번 호
본 사	서울시 마포구 공덕동 450	02) 707–6000
영 업 부	서울시 마포구 공덕동 450	02) 707-6431~4 02) 707-6251~4
창원공장 / 유입변압기	경남 창원시 내동 454-2	055) 268-9410~20 055) 268-9430~3
본사 E&S 창원 E&S		02) 707-6451~9 055)268-9600~13

### <<< 안전을 위한 주의사항

- 1. 변압기가 가압된 상태에서는 변압기에 올라가지 마십시오.
- 2. 변류기의 2차측 리드는 변압기에 전원을 인가하기 전에 반드시 부하측에 연결하거나 단락시키십시오.
- 3. 변압기 이동시 지면으로부터 30cm이내로 인양해야 안전합니다.
- 4. 변압기에 전원이 인가된 채로 무전압 탭 절환기를 조작하지 마십시오.
- 5. 동물이 침입할 수 있는 공간이 있으면 단락의 위험이 있으니 설치시 충전부(챔버, 케이블)의 공간이 없도록 하십시오.
- 6. 운전 중 접촉 및 접근을 방지할 수 있는 펜스나 주의판을 설치하십시오.
- 7. 의문사항은 반드시 당사와 협의하여 주십시오.

### < 경고 마크의 종류 및 정의

아래의 경고 마크는 변압기 취급 중 제품 기능에 영향을 미치거나, 인명에 위협을 줄 기능성이 있는 사항들에 대해 위험 등급을 표시한 것으로 사고 예방을 위해 특히 주의를 해야 합니다.

경고마크의종류	경고마크의종류			
▲ 위 혐	우발적인 사고 발생의 경우 변압기의 기능 상실과 사망 또는 중상에 이르 는 위험상황을 표시			
▲ 경 고	우발적인 사고 발생의 경우 변압기의 기능상실과 사망 또는 중상을 입을 기능성이 있는 위험상황을 표시			
▲ 주 의	우발적인 사고 발생의 경우 변압기의 기능 저하와 중상 또는 경상을 입을 기능성이 있는 위험상황을 표시			
A	전기 위험 경고 (Electrical Hazard warning)			

### **《** 목 차 **>>>**

제1장 일반사항	
1,1 개요	. 5
1.2 인명에 대한 일반사항	. 5
1.3 변압기에 대한 주의사항	. 6
1.4 A/S 사항 ·····	. 6
제2장 인수 및 보관법	
2.1 인수	. 7
2,2 변압기의 보관법	7
제3장 설치 및 현장시험	
3.1 설치	. 8
3.2 주유	. 8
3,3 운전을 위한준비	. 8
제4장 운전요령	
4.1 변압기의 기초원리	. 11
4.2 운전지침서	. 11
4.3 병열운전	·· 12
제5장 유지 및 보수	
5.1 계기접점	. 13
5.2 볼트조임 부분	. 13
5.3 ≒유	. 13
5.4 송풍기(FAN) ······	·· 13
5.5 보조회로	· 13
5.6 도장	· 13
5.7 절연유 내압시험	· 14
5.8 붓싱	· 14
5.9 보수	·· 14
제6장 부 <del>속품</del>	
6.1 명판 ·····	. 15
6.2 붓싱	· 17

6.3 유온도계 (1)	···· 18
6.4 유온도계 (2)	···· 19
6.5 유면계 (1)	···· 20
6.6 유면계 (2)	···· 21
6.7 방압안전장치	···· 22
6.8 탭절환기	···· 23
6.9 흡습호흡기	··· 24
6.10 브흐홀쯔계전기	··· 25
6.11 연성계	··· 26
6.12 권선온도계	···· 27
6.13 배유변	···· 28
6.14 시유변	
6.15 단자함 & 단자대	··· 30
6.16 충격압력계전기	
6.17 콘서베이터	<i>33</i>
6.18 GAS OIL SEAL TANK	34

### 그림목차 >>>>

그림-1 변압기 원리도 1	1
그림-2 명판	5
그림-3 고압븟싱 17	7
그림-4 저압붓싱17	7
그림-5 유온도계 (1)	8
그림-6 유온도계 (2)19	9
그림-7 유면계 (1)	9
그림-8 유면계 (2) 2	1
그림-9 방압안전장치 ····· 22	2
그림-10 탭절환기	3
그림-11 흡습호흡기	4
그림-12 브흐홀쯔계전기 ······ 25	5
그림-13 연성계	6
그림-14 권선온도계	7
그림-15 배유변 ······ 28	3
그림-16 시유변	9
그림-17 단자함 & 단자대	9
그림-18 충격압력계전기 ······ <i>3</i>	1
그림-19 충격압력계전기 동작 특성 곡선 ···································	2
그림-20 콘서베이타 33	3
그림-21 GAS OIL SEAL TANK	4
<b>《</b> 표 목 차 <b>&gt;&gt;&gt;</b>	
표-1 유중 최소 절연저항 8	3
표-2 절연저항 온도보정표	9
표-3 변압기 점검 주기표	3
표-4 유온변화에 따른 유면	9

### 제 1 장. 일반사항

### 1.1 개요

본 설명서는 주식회사 효성에서 제작한 유입배전변압기의 설치, 운전, 유지 및 보수를위한 취급설명서 입니다. 유입변압기에 전문적인 지식이 없는 사람이라 할지라도 변압기를 취급하는 동안 발생할 수 있는 인명피해 및 변압기의 사고를 미연에 방지하기 위하여 주의할점, 운전, 유지 보수에 대한 일반적인 사항이 기록되어 있습니다.

효성 유입배전변압기는 고객의 특별한 요구가 없으면 JEC2200에 준하여 설계, 제작됩니다. 외형치수, 중량, 기타 부품 등의 상세한 사항은 사양서나 외형도에 자세히 표시되어 있으며, 변압기의 전기적 특성과 결선 및 절연유의 양 등은 명판에 기록되어 있습니다.

변압기에 관한 전문적인 설치, 운전, 유지 및 보수에 관한 사항은 이 설명서에 포함되어 있지 않습니다. 전문적인 지식을 요구하는 운전. 유지, 보수 등에 관한 사항이 필요한 경우에는 주식회사 효성으로 문의 하십시오.

### 1.2 인명에 대한 안전사항

### 1.2.1 변압기에 올라갈 때

외부에 부착된 밸브, 파이프 및 기타 부품, 특히 붓싱 등은 사람의 무게나 기타 물건의 무게에 견딜수 없으므로 사람이 올라서 거나, 물건들을 지지하는데 사용하여서는 안됩니다. 변압기에 올라갈 때에는 반드시 전원 OFF상태에서 미끄럼방지가 되어있는 사다리 등을 설치하고 올라 가십시오.

### 1.2.2 접지

변압기의 외함과 모든 시험기기 등은 항상 접지하여 사용하십시오. 변압기 외함과 시험기기에 발생된 유도전압의 방전으로 인하여 인명피해 및 기기에 파손이 생길 수도 있습니다.

### 1.2.3 전기적 시험

변압기는 아무리 낮은 입력전압이라도 위험한 높은 전압으로 변압될 수 있으므로 시험기기와 변압기에 전압이 인가 되었을때에는 절대로 리드선이나 붓싱 등을 만져서는 안됩니다.

### 1.2.4 탱크 위에서의 주의

탱크 상부에 올라갔을 경우, 절연유등에 의해 쉽게 미끄러질수 있으니 항상 주의 하십시오. 또한 선로의 정전구간과 변압기 및 기타 회로의 정전유무를 확인한 후 올라 가십시오. 변압기가 가압된 상태에서 변압기에 올라갈 경우 방전과 열에 인하여 인명에 대단히 위험합니다.

### 1.2.5 변류기(해당 변압기에 한함)

변류기의 2차측 리드는 변압기에 전압을 인가 하기전에 반드시 부하측에 연결하거나 단락 시키십시오. 만일 2차측 리드가 개방되면 대단히 높은 전압이 유기되어 절연파괴가 생기고 인명에 위험합니다. 또한 변류기 철심에 자기포화 현상이 생겨 변류기가 급속히 가열되어 소손될 우려가 있습니다. 변압기가 운전중일 때, 단락된 변류기를 사용하고자 할 경우에는 2차 단자가 단락된 상태에서 먼저 사용하고자 하는 회로를 접속한 후 단락을 해제 하십시오.

### ▲ 위 험

- ① 변압기가 가압된 상태에서는 변압기에 올라가지 마십시오.
- ② 변압기 외함과 모든 시험기기 등은 항상 접지하여 사용하십시오
- ③ 변류기의 2차측 리드는 변압기에 전워을 인가하기 전에 반드시 부하측에 연결하거나 단락 시키십시오.

### 1.3 변압기에 대한 주의사항

#### 131전기적 시험

전기적 시험을 행할 경우는 진공이 가해진 상태에서 125V 이상의 전압으로 시험을 실시하지 마십시오.

### 1.3.2 기울일 경우

변압기를 인앙하거나 잭크(Jack)를 사용할 경우 변압기를 수직방향에서 15°이상 기울이지 마십시오. 15°이상 기울일 경우 고정 핀이 철심과 권선의 무게를 견디지 못하여 손상되거나 붓싱 등의 접착부에 무리가 생겨 누유와 파손의 원인이 될 수 있습니다.

### 1,3,3 인양 및 잭크사용

변압기를 인양하거나 잭크를 사용할 경우에는 필히 외형도에 표시된 인양고리나 잭크패드를 사용하십시오. 다른 부위를 사용하여 인양하거나 잭크를 사용할 경우, 그 부위에 무리한 힘이 가해져 누유의 원인이 됩니다.

### 1.3.4 내부 탭변환시

변압기가 내부 탭변환 방식인 경우, 탭변환을 위해 변압기의 맨홀 또는 핸드홀을 열고 변압기 상부에 올라갈때에는 주머니에 있는 것을 모두 꺼내고 올라가십시오. 또한 탭 결선에 사용되는 터미날, 볼트, 너트, 와샤 등을 변압기 내부에 망실하는 일이 없도록 하십시오.

### 1.3.5 탱크 내부의 압력

변압기 내부의 압력이 대기압과 같지 않을 경우, 즉 밀폐형이나 질소봉입형인 경우에는 절대로 변압기의 뚜껑을 열지 마십시오. 탱크 내부에 압력이 걸린 상태로 뚜껑을 열면 뚜껑이 튀어 사람이 다칠 경우가 생기며, 내부에 진공이 걸린 상태로 뚜껑을 열면 주위의 오물과 습기가 변압기 내부로 침투되기 쉽습니다. 변압기에 부착된 압력계 하부의 방압변에 연결된 배기콕크를 이용하여 서서히 변압기 내부의 압력을 대기압과 같게 유지 시킨후 뚜껑을 여십시오.

### ▲ 위 험

① 변압기 내부의 압력이 대기압과 같지 않을 경우 절대로 변압기의 뚜껑을 열지 마십시오.

### 1.4 A/S 사항

변압기가 출하된후 1년 이내에 하자가 발생하는 경우에는 무상으로 A/S 조치를 해드립니다. 다만 A/S기간 이내 일지라도 사용자의 부주의나 실수로 인하여 일어난 문제에 대해서는 당사는 책임지지 않습니다.

### 제 2 장. 인수 및 보관법

### 2.1 인수

모든 변압기는 공장에서 세밀하고 엄격한 검사를 거쳐 출하되어 즉시 운전할수 있는 상태로 운반됩니다. 따라서 변압기의 인수시는 운반도중에 손상이 갈 수 있는 부분을 아래 항목에 따라 주의깊게 검사하십시오.

1)붓성에 파손이 있는가? 2)유리나 기타 용접부위에 손상이 생겼는가? 3)도장이 심하게 상한 부위가 있는가? 4)누유되는 부분이 있는가? 5)계기의 지시 및 상태는 양호한가?

### 2.2 변압기의 보관법

### 2.2.1 유입보관법

변압기를 보관할 경우에는 절연유를 채운 상태로 보관하는 것이 가장 바람직 합니다. 절연유를 넣은 상태로 보관하는 경우 유면을 항상 정상상태로 유지시켜야 합니다. 변압기가 질소봉입형인 경우에는 질소가스를 0.15~0.2 kg/cm² 로 봉입하여 보관하십시오. 만일 진공상태로 보관하시면 변압기 내부로 습기가 침투할 우려가 있습니다. 변압기는 보관후 사용전에 반드시 5장의 내용에 따라 필히 점검을 한 후 사용하십시오

### 2.2.2 질소봉입 보관법

만일 변압기에 절연유를 채우지 못한 상태로 보관하여야 할 경우에는 질소개스를 채워 보관 하십시오. 하지만 변압기에 기름을 채우지 않은채 질소가스를 넣어 3개월 이상은 보관할 수 없습니다. 또한 압력계를 설치하여 탱크내부의 압력이 항상 대기압보다 높게 유지하십시오.

### 🛕 경 고

① 변압기를 보관할때에는 절연유를 채운 상태 또는 질소개스를 채워 보관하십시오.

### 제 3 장. 설치 및 현장시험

### 3.1. 설치

변압기는 자체 무게를 충분히 견딜수 있는 장소에 수평을 유지하여 설치하십시오. 만일 기울려서 설치할 경우, 절연유가 원활히 순환되지 않아 변압기의 온도가 과다하게 상승되어 변압기의 수명이 짧아집니다. 변압기는 옥내형, 옥외형을 모두 공기의 유통이 잘되고 각 기기를 쉽게 점검할 수 있는 위치에 설치 하십시오. 또한 화학약품에 노출되지 않도록 설치하십시오.

대부분의 배전급변압기는 완전히 조립된 상태에서 기름을 넣어 운반되므로 현장에서 조립할 필요가 없습니다. 만일 현장조립이 불가피한 경우에는 당사의 자문을 얻어 실시 하십시오. 작업실시 중에는 철심이나 권선이 대기에 노출시키는 시간을 최소한으로 줄이도록 하며 반드시 탱크를 연후 24시간 이내에 작업을 끝내고 탱크를 재조립 하십시오.

### ⚠ 위 험

- ① 변압기설치시 낙하의 위험이 있으므로 반드시 안전모를 착용하십시오.
- ② 변압기이동시 용도에 맞는 구멍이나 잭킹패드를 사용하고 모든 물건은 지면으로부터 30cm 이내로 인양해야 안전합니다.

### 3.2 주유

변압기에 절연유를 주입할 경우에는 탱크내부의 압력을 설계치 이상으로 과다하게 유지시키지 마십시오. 일반적으로 변압기 탱크압력의 설계치는 10MVA 이하의 모든 배전변압기는 8PSI (0.56 kg/cm²)로 설계되며 10MVA를 초과하는 전력변압기는 15PSI(1.05kg/cm²)로 설계됩니다.

### ▲ 경 고

① 주유시에는 비상시를 대비하여 소화기를 준비하여야 하며 변압기 위, 또는 절연유 운반장치 주위에서는 화기(담배 등)를 취급해서는 안됩니다. 또한, 가급적 변압기 내부에서는 소화기를 사용하지 말아야 합니다. 변압기 내부에서 소화기를 사용하면, 변압기 절연에 심한 손상을 입히거나 내부를 더럽히게 됩니다.

### 3.3 운전을 위한 준비

현장에서 설치된 변압기는 반드시 운전 개시전에 다음에 열거한 시험을 하십시오.

### 1) 절연저항시험

1000V 메가를 사용하여 권선과 대지, 권선과 권선간의 절연저항을 측정하여 공장시험치와 비교 하십시오. 만일 공장 시험치와 비교하여 만족한 결과를 얻지 못한 경우에는 표−1, 표−2를 참조하며 사용가능 여부를 판정하십시오. 예를들어 30°에서 측정된 값이 800M $\mathcal{Q}$ 이면 유중절연저항은  $800 \times 1.8 = 1440$  M $\mathcal{Q}$ 이 됩니다.

■표-1. 유중 최소 절연저항(20℃ 기준)

;	전압(kV)	1.2	2.5	5	8.66	15	25	34.5	46	69
	$M \varOmega$	32	68	135	230	410	670	930	1240	1860

기기온도(℃)	보정율	기기온도(℃)	보정율	기기온도(℃)	보정율
95	89	55	8.1	15	0.73
90	66	50	6.0	10	0.54
85	49	45	4.5	5	0.40
80	36.2	40	3.3	0	0.30
75	26,8	35	2.5	<b>-</b> 5	0.22
70	20	30	1.8	-10	0.16
65	14.8	25	1.3	<b>−</b> 15	0.12
60	11	20	1.0		

■표-2. 절연저항 온도보정표

### 2) 변압비 시험

전 탭에서 변압비 시험을 실시하십시오 시험방법은 부록을 참조하십시오

#### 3) 절연유 시험

변압기에 전압을 인가하기 전에 반드시 절연유의 내압시험을 실시 하십시오. 절연유의 내압은 30kV 이상이어야 하며 만일 그 이하일 경우에는 절연유를 여과 또는 교체하십시오. 시험은 맑은 날씨에 채유하여 채유시 생겨난 기포의 유무를 육안으로 검사한 후 즉시 실시하십시오. 시료를 채유할 경우 용기를 깨끗이 씻고 절연유로 2, 3회 씻어낸 다음 시료를 채취하십시오. 이때 용기의 온도는 주위온도 보다 높게하여 반드시 탱크 밑면에서 가장 가까운 부위의 절연유를 용기에 가득차도록 채유하여 시험하셔야 합니다.

### 🛕 경 고

변압기에 전원이 인가된 상태에서 절연유를 여과하면 인명피해 및 변압기 사고의 직접적인 원인이 될 수 있으므로 반드시 전원이 인가되지 않은 상태에서 절연유를 여과하시기 바랍니다.

### 4) 외부 결선시험

변압기에 인가하기전 반드시 모든 외부 결선 부위에 대하여 규격에 맞는 터미날의 사용여부 및 결선부위의 전기적, 기계적 접촉상태 등을 다음 사항에 따라 검사하십시오.

- (1) 붓싱은 깨끗이 닦여져 있으며 터미날 및 리드의 결합상태는 완벽한가?
- (2) 리드의 접속은 견고한가?

리드의 접속이 불량하면 접촉저항에 의한 열이 발생하여 아답타 등이 열화 손상되어 대단히 위험합니다.

- (3) 탭절환기의 탭의 위치는 정확한 위치에 접속되었는가?
  - 탭의 접속이 불안하면 탭절환기 접속부위에 손상이 생기게 되며 탭이 올바른 위치에 접속되지 않으면 기대한 전압을 얻을 수 없으므로 명판에 표시된 사항을 참고하여 견고히 접속 하십시오.
- (4) 내부 탭판을 이용하여 결선을 변경하여야 하는 변압기는 반드시 명판에 명기한대로 견고히 결선 하십시오.
- (5) 탱크의 접지상태가 견고한가를 반드시 확인하십시오. 탱크의 접지는 반드시 탱크저면 가까이에 위치한 접지패드를 이용하여 접지를 행하며, 접지 상태가 불량하면 인명에 대단히 위험할 수 있습니다.

### 5) 1/2차측 선로

- (1) 상 순서는 올바른가?
- (2) 선로의 절연저항 측정 결과는 이상 없는가?
- (3) 선로와 선로가 단락된 곳은 없는가?
- (4) 단로기나 차단기의 동작에 이상은 없는가?
- (5) 각 선로의 접지는 제거되었는가?

### 6) 변압기 검사

- (1) 절연유는 적정량 유지되고 있는가?
- (2) 애자 및 애관은 잘 닦여 있는가?
- (3) 붓싱은 접지 된 곳이 없는가?
- (4) 각종 계기의 Setting 및 동작 상태는 이상 없는가?
- (5) 탭절환기는 고정되어 있으며, 탭위치는 정상인가?
- (6) 냉각장치 및 기타 제어회로는 정상인가?
- (7) 동물이 침입할수 있는 공간은 없는가?
- (8) 충전부는 절연되어 있는가?
- (9) 운전중 접촉 및 접근을 방지할 수 있는 펜스나 주의판은 설치되었는가?
- (10) 방열기 밸브는 ON 상태인가?
- (11) 호흡기의 고무마개는 제거하였는가?

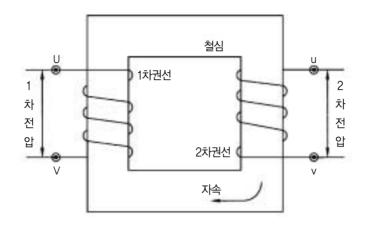
### ⚠ 위 험

- ① 변압기에 전원이 인가된 채로 결선을 변경하거나 명판에 기재된 대로 결선을 완료하지 않은 채 변압기에 전원을 인가하지 마십시오.
- ② 변압기에 전원이 인가된 채로 무전압 탭절환기를 조작하지 마십시오. 만일 탭절환기를 조작할 경우 탭절환기에 아크가 발생하여 탭절환기의 접점의 손상 및 인명피해의 위험이 발생할 수 있습니다.
- ③ 동물이 침입할수 있는 공간이 있으면 단락의 위험이 있으니 설치시 공간이 없도록 하십시오
- ④ 운전중 접촉 및 접근을 방지할 수 있는 펜스나 주의판을 설치하십시오.
- ⑤ 챔버가 설치되는 경우에는 반드시 잠금장치을 잠궈서 사용하십시오.

### 제 4 장. 운전요령

### 4.1 변압기의 기초원리

변압기는 고압을 저압으로 혹은 저압을 고압으로 변환시키는 전기적 에너지 변환장치 입니다. 단순한 변압기는 그림-1과 같이 하나의 철심주위에 2개 이상의 권선이 감긴 형태로 되어 있습니다.



■그림-1. 변압기 원리도

1차 권선의 U, V에 전압이 인가되면 전자유도 법칙에 의하여 2차권선에 전압이 유기되어 u, v에 전압이 나타나게 됩니다. 2차 권선의 u, v에 부하를 연결하면 권선에 전류가 흘러 열이 발생하는데 이것이 바로 일부의 전기에너지가 열에너지로 변환하는 것입니다. 대체로 이런 열에너지로 변환된 손실에너지는 변압기의 총에너지의 3% 이내 입니다.

### 4.2 운전지침서

변압기의 안전한 운전과 인명에 대한 안전을 위해 다음 사항을 주의하십시오.

- 1) 부하시에 변압기의 인가전압이 정격전압의 105%를 넘지 않도록 하십시오.
- 2) 2차측에 부하를 연결하지 않는 경우에는 인가전압이 정격전압의 110%를 넘지 않도록 하십시오.
- 3) 변압기 자체에서 발생한 손실은 열로 변환되어 외기로 방출됩니다. 일반적으로 변압기는 주위온도 최고 40℃이하, 년간 일일평균온도 30℃ 이하에서 사용토록 설계되어 변압기에 의한 온도상승과 주위온도와의 합이 유온도계에 기록됩니다. 따라서 유온의 최고 지시치는 50℃ 유온도 상승 변압기에서 90℃이하, 60℃ 유온도 상승변압기는 100℃ 이하이어야 합니다. 만일 유온이 90℃, 혹은 100℃ 이상으로 상승하게 되면 변압기의 수명이 단축되며 사고로 연결될 수 있으므로 적정 유온 이하로 우전 하시기 바랍니다.
- 4) 변압기는 정격부하 이내에서 운전되도록 설계되었으므로 과부하 운전을 실시하여서는 안됩니다.
- 5) 변압기는 항상 수평을 유지하여 운전하십시오. 수평이 유지되지 않을 경우에는 절연유 순환에 지장이 있어 방열기가 충분한 방열을 하지 못하므로 정격용량대로 변압기를 운전할 수 없으며 과다한 온도상승이 초래되므로 변압기의 수명이 단축됩니다.

- 6) 변압기는 일반적으로 해발 1000 m 이내에서 운전되도록 설계, 제작되었습니다. 이런 변압기를 해발 1000 m 이상에 변압기를 설치하게 되면 부하를 줄이고 붓싱과 붓싱사이의 절연거리를 늘려야 합니다.
- 7) 변압기의 온도가 -20℃ 이하인 경우에 변압기에 전압을 인가하지 마십시오. 온도가 -20℃ 이하일 때는 유면이 저하되어 국부적인 온도상승이 생기며 전기적 절연이 저하하여 변압기에 손상이 오게 되므로 변압기를 -20℃ 이상으로 유지시킨 후 전원을 인가하십시오.

### 4.3 병렬운전

변압기의 병렬운전은 다음 조건을 만족시키는 상태에서만 가능합니다.

- 1) 단상변압기의 경우 두 변압기의 극성이 동일하여야 합니다.
- 2) 3상변압기의 경우 두 변압기의 위상각 결선과 상회전이 같아야 합니다. 상회전과 위상각은 변압기 명판에 기록되어 있습이다
- 3) 변압기의 1, 2차 기준전압 및 Tap 전압이 같아야 합니다.
- 4) 같은 용량에서 % 임피던스의 차가 평균치의 10% 이내로 하는 것이 좋습니다. 또한 %임피던스가 상이한 경우는 부하 분담율을 고려하여 변압기가 과부하 운전이 되지 않도록 주의 하십시오.

### 🛕 경 고

- ① 변압기의 안전한 운전을 위해 과부하운전을 실시하지 마십시오.
- ② 병렬운전할 때에는 상기 4.3항의 조건을 만족하지 않을경우에는 사용하지 마십시오.
- ③ 변압기의 자기소음에 장시간 노출되면 청각 장애가 발생할수 있으니 장시간 소음에 노출되지 않도록 하십시오.

### 제 5 장. 유지 및 보수

변압기를 정상상태에서 운전하고 있다 할지라도 표-3과 같은 주기적인 점검이 필요합니다.

	점검항목	점검주기
		a. 운전개시전
1	계기점검	b. 운전후 매 1개월
		c. 운전후 매 1년
2	볼트조임부분	운전개시전
3	노O 구파	매년
4	송풍기	매년
5	도장상태	매년
6	보조회로	매년
7	절연유 내압검사	매년
8	붓싱외관 검사	매년

### 5.1 계기점검

계기를 읽어 기록을 유지할 때는 주위온도와 사용량을 함께 기록하십시오.

### 5.2 볼트조임 부분

변압기의 운전이 중지 되었을 때 마다 외부부품 및 결선부위의 볼트조임 부분을 검사 하십시오. 볼트 풀림에 의해 접촉저항이 증가하면 과다한 열이 발생하여 도체가 녹아 사고의 원인이 됩니다.

### 5.3 누유

용접부위나 가스켓이 들어있는 부분을 수시로 검사하여 5.9.2항에 의해 수리하십시오. 밸브류의 동작상태도 확인하십시오.

### 5.4 송풍기(해당변압기에 한함)

송풍기(Fan)는 수동으로 조작, 운전하여 검사합니다. 송풍기는 최초 전원인가후 5초 이내에 정격 속도에 도달하여야 하며 진동이 발생하지 않아야 합니다.

### 5.5 보조회로(해당변압기에 한함)

보조회로의 절연저항을 측정하여 500V 메가로 10M 이상을 유지하는가를 확인하십시오. 또한 옥외형인 경우 습기의 침투 유무를 검사하고 변압기가 운전이 중지된 경우에는 항상 히터를 제어함 내부에 장치하십시오. 히터가 없는 경우에는 100W 정도의 백열 전구를 제어함 내부에 설치하여 항상 점등시켜 주십시오.

### 5.6 도장(Painting)

외함의 도장이 벗겨져 철판이 노출되면 5.9.1항에 의해 즉시 보수하십시오.

### 5.7 절연유 내압시험

주기적으로 시료를 채유하여 3.3.3)항에 따라 검사 하십시오

### 5.8 붓싱

붓성은 먼지가 쌓이면 코로나(Corona)가 발생하여 절연파괴가 생깁니다. 정전시는 물론 주기적으로 붓성의 애관부분을 깨끗이 닦아야 합니다. 붓성에 열이 가해졌을 경우에는 충격에 약하므로 각별히 주의하십시오.

### 5.9 보수

변압기의 운전이 중지된 경우에는 필히 점검 및 보수를 하십시오.

### 5.9.1 도장

변압기의 외함 도장이 벗겨진 채로 두어서는 안됩니다 도장이 벗겨진 부분을 쇠솔을 이용하여 녹을 제거하고 솔벤트나 신나를 이용하여 먼지와 때를 닦아낸 다음 도장이 벗겨진 부분에 붓으로 본래의 색상과 같은 것으로 충분히 칠하십시오. 충분히 칠해 지지 않는 경우는 2~3회 재도장 하십시오.

#### 5.9.2 가스켓(Gasket)

탱크 접합부의 가스켓을 교환하여야 할 경우에는 먼저 사용되었던것과 동질의 가스켓을 사용하십시오. 가스켓을 취부하기 전에 반드시 먼지, 기름, 구리스, 페인트 기타 불필요한 물질이 묻어 있는가를 검사하여 제거시킨후 쇠솔, 알콜, 신나 등으로 깨끗이 닦아낸 다음 접착제를 발라 취부 시킨후 볼트로 피접할 물질을 조여 주십시오. 이때 각 볼트를 균일한 힘을 가하여 조여 주어야 합니다. 각 볼트는 6개월후 다시 한 번 조여 주어야 합니다.

### 5.9.3 누유

누유가 발견되면 누유의 파급을 막기위해 즉시 수리하는 것이 좋습니다. 변압기에 용접을 요할 경우에는 당사에 문의하여 주시면 적당한 용접방법을 선정하여 드립니다.

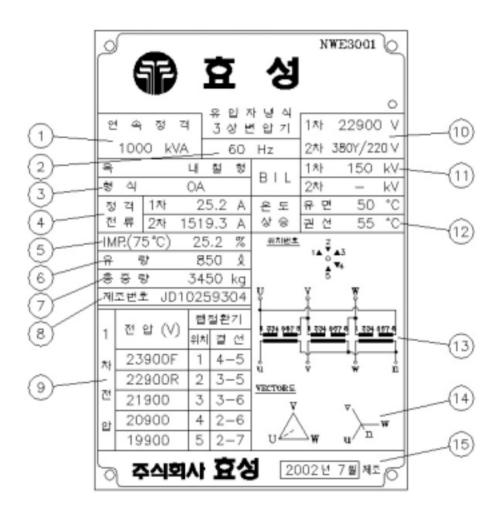
### ▲ 경 고

① 변압기의 안전한 운전을 위해 반드시 "圓표-3 변압기 점검 주기표"의 점검항목과 점검주기를 주기적으로 확인 하십시오. 특히 계기의 접점 상태와 절연유상태 그리고 누유 등은 사고로 발전될 수도 있으므로 꼭 점검이 필요 합니다

### 제 6 장. 부속품

### 6.1 명판

명판에는 그 변압기의 결선 및 부하상태 등의 기본적인 특성이 명기되어 있습니다. 그림-2는 대표적인 명판이며 상세한 것은 사양서에 첨부된 명판도면을 참조 하시기 바랍니다.



■그림-2 명판

### 1) 정격용량(kVA)

변압기가 과부하 되지 않는 상태까지 최대로 사용할 수 있는 용량을 표시합니다.

### 2) 주파수(Hz)

변압기의 설계에 적용된 주파수이며 모든 특성 및 시험치는 이 주파수를 기준으로하여 보증됩니다.

### 3) 형식

운전중에 생겨난 열을 냉각하는 방식이 표시되어 있습니다.

### 4) 정격전류(A)

정격전압. 정격용량에서 운전될 수 있는 선전류를 표시합니다.

### 5) 임피던스

공장 시험실에서 측정한 정격부하에서의 % 임피던스가 표시되어 있습니다.

### 6) 유량(ℓ)

변압기 전체에 소요되는 절연유의 양이 리터(》)로 표시되어 있습니다.

### 7) 총중량(kg)

변압기의 취급. 운반에 필요한 변압기의 전중량을 나타냅니다.

### 8) 제조번호

제조번호는 그 변압기에 관하여 당사에 연락할 사항이 있을 때 이용되는 번호 입니다.

### 9) 탭 결선도

이 표는 현재 운전중인 탭번호의 전압이 표시되어 있습니다. 탭절환시는 항상 이 표에 준하여 실시 하십시오.

### 10) 정격전압(V)

이곳에 표시된 전압은 선간전압이 표시됩니다.

### 11) BIL(kV)

각 붓성에 인가되어 권선에 미칠 수 있는 충격전압에 대한 전파 절연계급을 표시하고 있습니다.

### 12) 온도상승

변압기 본체의 유온 및 권선의 온도 상승분을 표시하고 있습니다. (외기 온도를 제외한 내부 온도 상한치임.)

### 13) 권선결선도

이 그림에 의하여 붓싱의 위치와 탭터미날의 접속을 알 수 있습니다.

### 14) 위상각

1, 2차 전압간의 각변위와 상회전 방향을 표시하고 있습니다.

### 15) 제조일

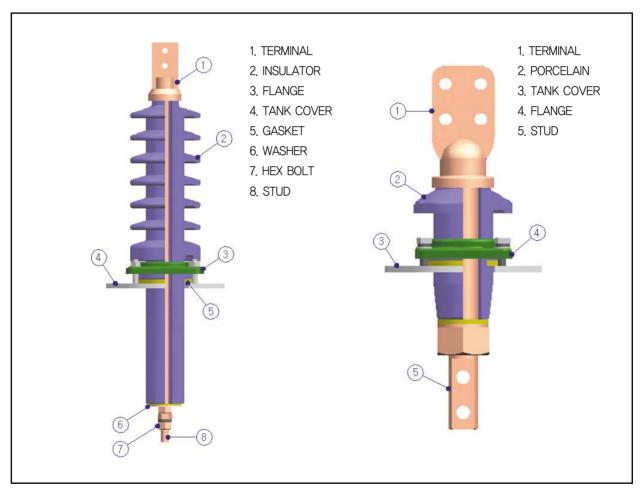
제작을 완료하여 시험을 실시한 날을 표시합니다.

### 6.2 붓싱(Bushing)

단일형 붓싱은 35kV 이하의 전압에 사용되며, 정격 선전류에 따라 4000 암페어(Ampere)용 까지 제작되어 있습니다. 터미날 정격 선전류의 크기에 따라 여러가지 모양이 있습니다. 그림-3, 그림-4는 고압, 저압에 사용되는 대표적인 붓싱의 예 입니다.

붓성은 일반적으로 외함의 벽이나 뚜껑에 용접된 보스에 의해 취부된 상태로 운송되며 붓성의 후렌지와 보스, 애관과 터미날 및 부성보스 사이에는 절연유 누유를 방지할 수 있는 가스켓이 들어 있습니다. 붓성을 취급할 경우에는 붓성애관등이 파손되지 않도록 주의 하십시오.

변압기에 전원을 인가하기 전에는 항상 붓성의 청결여부를 확인하고 항상 깨끗하게 닦아 주십시오. 만약 붓성애관 표면에 먼지나 기름등 불순물이 있을 경우 절연상태불량으로 절연파괴나 누설전류 등으로 인하여 인명에 피해를 줄수 있으므로 주기적으로 청소를하여 항상 깨끗하게 하십시오. 전원이 인가된 상태에서는 청소 또는 수리 등을 절대 실시하지 마십시오.



■그림-3 고압붓싱

■그림-4 저압붓싱

### ▲ 경 고

붓싱은 접촉과 접근방지를 위한 펜스나 주의표지판을 설치하십시오.

# NORMALLY OPEN | NORMALLY CLOSE | 26D4 - 26D6 | 26D1 - 26D4 |

# 6.3 유온도계(1) (Oil temperature indicator: OTI)

■그림-5 유온도계 (1)

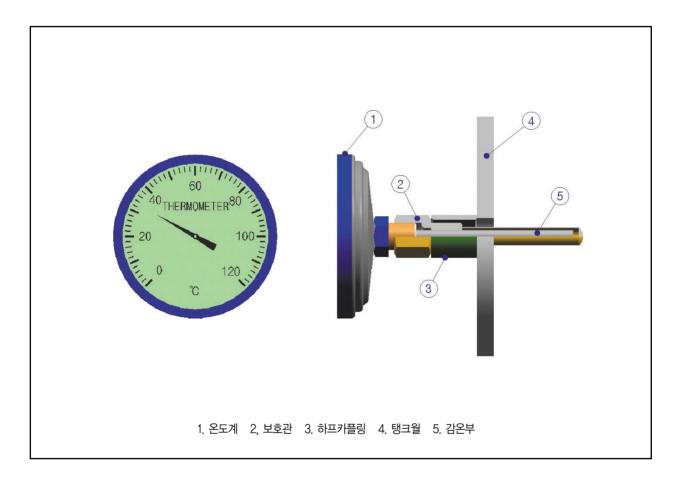
이 유온도계는 효성변압기 절연유의 온도를 측정하기에 적합한 구조로 제작 되었습니다. 유온도계의 바늘은 직접 바이메탈식 스프링에 연결되어 있으며 감온부는 변압기 외함에 취부된 보호관속에 들어 있습니다. 따라서 절연유의 누유와 관계없이 보호관으로부터 유온도계 취부너트를 돌려 유온도계를 분리하여 점검할 수 있습니다.

이 유온도계는 일정기간중의 최고온도를 표시할 수 있는 최고온도 표시지침이 부착되어 있으며 이 최고온도 표시지침은 유온계 중앙에 있는 볼트를 풀면 최고지시침을 복귀시킬수 있습니다. 한 개 혹은 두 개의 접점이 내장되어 있으며 이 접점은 케이블 연결 단자를 통해 케이블에 연결 됩니다. 케이블 연결단자에는 3개 혹은 6개의 단자가 있는데 상세 사항은 부록을 참조하십시오.

접점은 공장내에서 셋팅 및 시험되어 내장되어 있으므로 현장에서 교정할 필요가 없으며 그 셋팅치는 75℃±5%에서 경보를 발할 수 있고 95℃±5%(2 접점인 경우)에서 차단신호를 보낼수 있도록 셋팅되어 있습니다. 그러나 경보 및 차단 접점은 수용가에서 원하는 관리범위로 변경 사용할 수 있습니다.

유온도계의 지시가 75℃±5% 이상이 되어 경보가 발생한 경우에는 변압기의 부하상태를 재검한후 과부하 상태가 아닌 경우에는 변압기 내부의 탭결선, 리드결선의 불완전 유무를 재검하십시오. 만일 변압기가 과부하 상태이면 정상 부하량이 되도록 부히를 줄여서 사용하시기 바랍니다.

# 6.4 유온도계(2) (Oil temperature indicator: OTI)



■그림-6 유온도계(2)

이 유온도계는 효성변압기의 유온도지시에 적합한 구조로 제작되었습니다. 유온도계의 바늘은 직접 바이메탈식 스프링에 연결되어 있습니다.

감온부는 변압기 외함에 취부된 보호관 안에 들어 있습니다. 따라서 절연유의 누유와 관계없이 보호관으로부터 육각너트을 돌려 유온도계를 분리하여 점검할 수 있습니다. 이 유온도계의 지시부와 감온부는 분해가 불가능한 구조로 제작되어 있습니다. 따라서 지침 및 투명유리판이 파손되면 이 유온도계의 수리가 불가능하니 특히 손상이 가지 않도록 주의 하십시오.

# ▲ 경 고

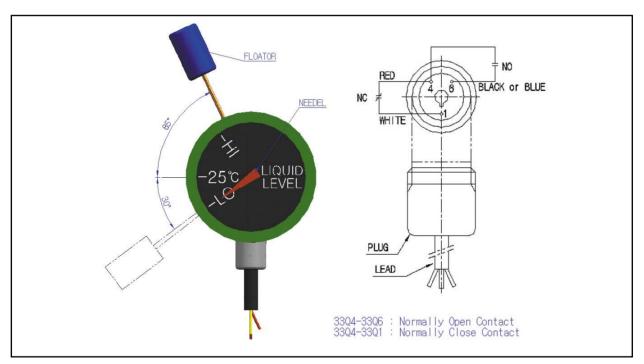
유온계의 지시가 75℃±5%에서 경보가 발생한 경우에는 변압기의 부하 상태를 재점검하시고, 과부하가 아닐 경우에는 주식회사 효성에 문의하십시오

# 6.5 유면계(1)(Oil level gauge)

이 유면계는 효성변압기에 적합한 구조로 설계되었으며 부레와 몸체로 구성되어 있습니다. 변압기 속에는 절연유의 온도가 25℃ 일 때 25의 눈금을 가리키도록 주입됩니다. 만일 유온이 25℃가 아닐 경우에는 표-4를 참조하여 절연유를 주입하십시오. 이 유면계는 변압기 외함에 취부된채로 운반됩니다. 따라서 주기적인 점검 외에는 특별히 다른 점검이 필요 없습니다. 만일 유리가 파손되면 취부너트를 풀고 유리를 갈아 넣을 수 있습니다.

콘서베이타가 없는 변압기의 경우 유면계의 지시가 Lo 이하일때에는 변압기를 가압하지 마십시오. 만일 유면의 지시가 Lo 이하일 때는 변압기를 가압하면 과다한 온도상승이 생기며 변압기 내부의 절연내력이 저하되어 변압기 사고로 발전될 수 있습니다. 유면계는 유면이 Lo이하로 저하될 때 경보를 발할수 있는 접점이 내장 되어 있습니다.

신호용 케이블을 접속할 경우 단자함 뚜껑을 열고 단자에 케이블을 접속 하십시오.



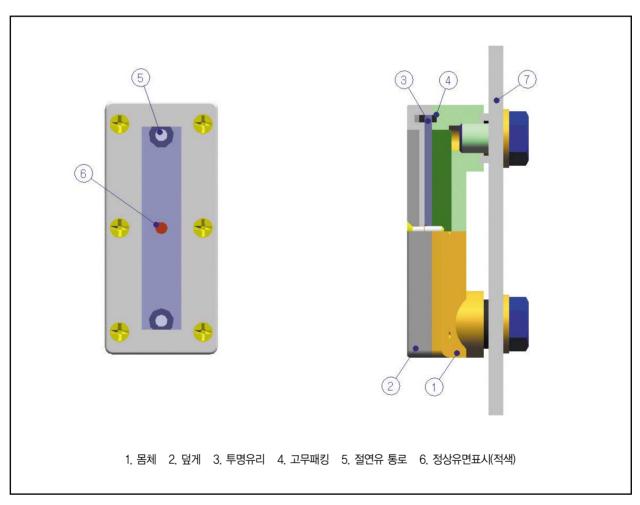
■그림-7 유면계 (1)

■표-4 유온변화에 따른 유면

유온(℃)	주입온도(% 눈금)			
85	Hi 100			
70		75		
55		50		
40	25			
25		0		
10	25℃	-33		
-5		-67		
-20	Lo	-100		

# 6.6 유면계(2) (Oil level gauge)

이 유면계는 변압기의 유면지시에 적합한 구조로 되어 있으며, 유리판을 통하여 유량을 볼 수 있습니다. 유면계 중앙에 표시된 적색선은 유온 25℃의 유면을 표시합니다. 이유면계는 변압기 외함이나 콘서베이터에 부착되어 운송되며 특별한 보수 및 점검이 필요치 않습니다. 만일 유면계에 누유가 생길 경우에는 유면계 위치 이하로 절연유를 배유한후 취부볼트을 풀고, 커버 및 유리판을 분리한후 가스켓을 교환하여 재 취부한후 절연유를 다시 주입 하십시오.

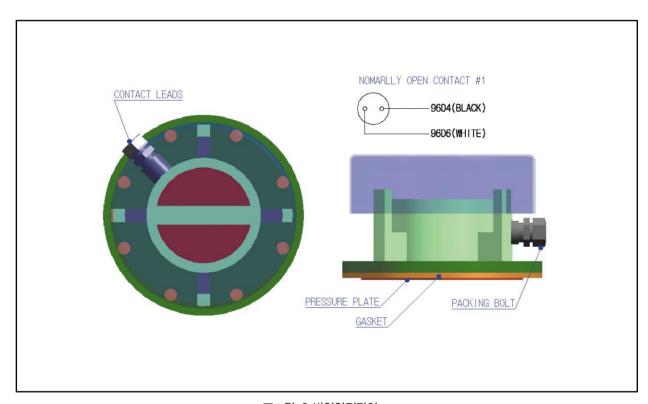


■그림-8 유면계 (2)

### 6.7 방압안전장치(Pressure relief device: PRD)

방압안전장치는 변압기 내부 사고로 인하여 발생한 압력을 외기로 방출해 주는 장치로 변압기 외함의 뚜껑에 부착 합니다. 만일 콘서베이타가 있는 변압기의 경우에는 별도로 방압관을 설치하고 그 방압관 끝부분에 부착합니다.

변압기가 정상운전시에는 방압안전장치는 아무런 동작 부위가 없으나 내부 압력이 0.6±10% kg/cm²에 도달하면 내부압력이 방압막을 밀어내고 구동판을 밀어 고정핀이 부러지며 스러드(thread)의 날카로운 부분에 방압막이 닿아 찢어지며 내부 압력을 외기로 방출 합니다.



■그림-9 방압안전장치

방압안전장치가 동작하면 커버를 분리하고 취부볼트를 풀어낸후 고정핀과 방압막을 동질의 것으로 교체하여야 합니다. 그러나 자동복귀형은 교체할 필요없이 Reset 버튼으로 복귀시키면 계속 사용할 수 있습니다.

방압안전장치가 동작 되었을 경우에는 일단 변압기 사용을 중단하고 변압기 자체를 재 시험하여 사용 여부를 결정 하여야합니다. 변압기 내부의 과다 압력의 상승은 절연파괴나 권선의 열화에 의해 발생할 수 있기 때문입니다.

방압안전장치에는 동작시 경보 또는 차단신호를 발할 수 있는 마이크로스위치가 구비되어 있습니다.

# ▲ 경 고

방압안전장치가 동작 되었을 경우에는 일단 변압기 사용을 중단하고 변압기 자체를 재 시험하여 사용 여부를 결정하여야 합니다.

# 1. T/C 핸들 2. T/C 몸체 3. 가동접속 단자대 4. 단자대 5. T/C 핸들캡 6. T/C 고정장치

# 6.8 탭절환기(N● l●ad tap changer: NLTC)

■그림-10 탭절환기

탭절환기는 변압기의 뚜껑을 열지 않고도 명판에 표시된 변압비로 탭을 변환시킬수 있는 구조로 되어 있습니다. 변압기의 외함 벽이나 뚜껑에 위치한 핸들은 축을 통하여 절환기에 연결되며 핸들과 변압기와의 사이에 절연유나 개스 등의 누출을 막을 수 있는 패킹고무가 들어 있습니다.

무전압시 탭절환기는 특별한 사양이 없는한 일반적으로 5개의 탭으로 되어 있으며 탭절환기 핸들판에 뚫려있는 탭위치 표시기를 통해 현재 접속된 탭번호를 읽을 수 있도록 되어 있습니다. 이 핸들을 시계방향 혹은 반시계 방향으로 움직여 탭의 위치를 선정할 수 있으며, 탭절환기를 동작시킬 때는 변압기에 전원은 인가하지 않은 상태에서 명판을 보고 탭을 절환하여 정확한 위치에 고정시키십시오.

탭절환기가 불필요하게 동작되는 것을 방지하기 위하여 탭절환기 핸들에 잠금쇠를 끼울수 있는 구멍이 뚫려 있습니다.

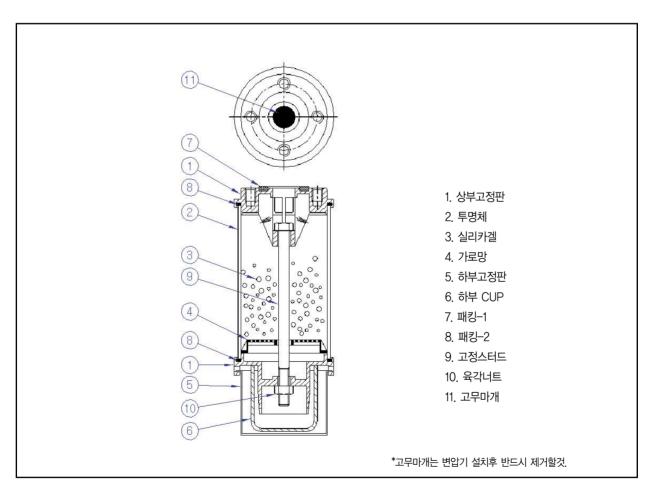
# ▲ 경 고

- ① 탭절환기는 전원이 인가된 상태에서는 조작하지 마십시오. 또한 탭절환기 조작이 불완전하면 가스발생, 소손까지 발생할 수 있으므로 조작후에는 꼭 탭위치가 완전한지를 확인하십시오.
- ② 탭절환기를 2차전압을 상승시키기위해 강제로 탭을 절환하지 마십시오.

# 6.9 흡습호흡기(Breather)

흡습호흡기는 절연유의 열화 및 노화방지를 위해 사용되며 흡습제와 절연유가 주입된 두 개의 용기로 이루어져 있습니다. 운반 도중에 절연유가 파이프를 통해 흡습호흡기로 넘어 들어가는 것을 방지하기 위하여 흡습호흡기와 후렌지(Flange) 사이에 고무 패킹으로 막은 상태에서 운반합니다.

변압기 설치후에는 반드시 호흡기와 후렌지를 연결하고 있는 볼트(Bolt)를 풀고 호흡기를 분리한후 고무패킹을 제거하고 재조립 하십시오. 그렇지 않으면 변압기 내부 압력이 상승하여 누유의 원인이 될 수도 있습니다. 호흡기 하부의 절연유 용기는 표시된 적정선까지 절연유를 채워서 재 취부하십시오. 절연유를 채우지 않으면 먼지 등의 오염물질이 들어가서 절연유에 나쁜영향은 줄수 있습니다. 흡습제 용기속에는 항상 용기의 3/4 정도의 흡습제(Silicagel)가 들어 있으며 3/4 정도가 누렇게 변색한 경우에는 흡습제를 교체하여야 합니다. 이 흡습제는 절연유 등 이물질이 들어가지 않으면 건조하여 재 사용이 가능합니다.



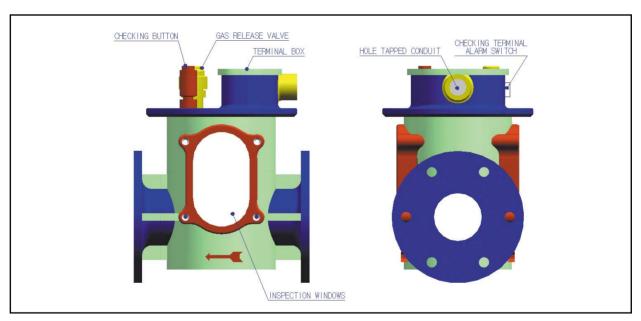
■그림-11 흡습호흡기

# 6.10 브흐홀쯔 계전기(Buchhelz Relay : B-H relay)

브흐홀쯔 계전기는 콘서베이타와 변압기 사이를 연결한 파이프 사이에 취부합니다. 이계전기는 변압기에 사고가 생겼을 때 이를 감지하여 신호를 보내주는 두 개의 접점이 구비되어 있습니다. 경보용 접점은 변압기 내부에서 서서히 발생한 개스(gas)의 양이 일반적인 경우 325±25cc 가 검출되면 동작되도록 되어 있습니다. 개스량 지시창구을 통해 개스의 양과 색깔을 알수 있으며 이 지시창구에는 개스의 양을 ∞ 로 표시할 수 있는 눈금이 그려져 있습니다.

개스가 계전기 내부에 모이게 되면 계전기 상부표면에 위치한 개스축출용 플러그를 이용하여 개스를 제거 하십시오. 플러그의 뚜껑을 열고 사진과 같은 육각으로 된 밸브(Valve)를 열어 개스를 제거하십시오.

# ※참조 브흐홀쯔 계전기는 콘서베이타가 있는 변압기에만 취부됩니다.



■그림-12 브흐홀츠 계전기

차단용 접점은 갑자기 발생된 과압력에 의한 유속을 검출하는 장치로 1±0,15 m/sec의 속도로 절연유가 흐를 때 동작 됩니다. 이 계전기의 차단신호가 발생하면 일단 변압기의 운전을 중지한후 변압기를 재검 하셔야 합니다. 과도한 유속은 변압기 내부 철심의 과열이나 아크방전 등에 의해 발생되기 때문입니다.

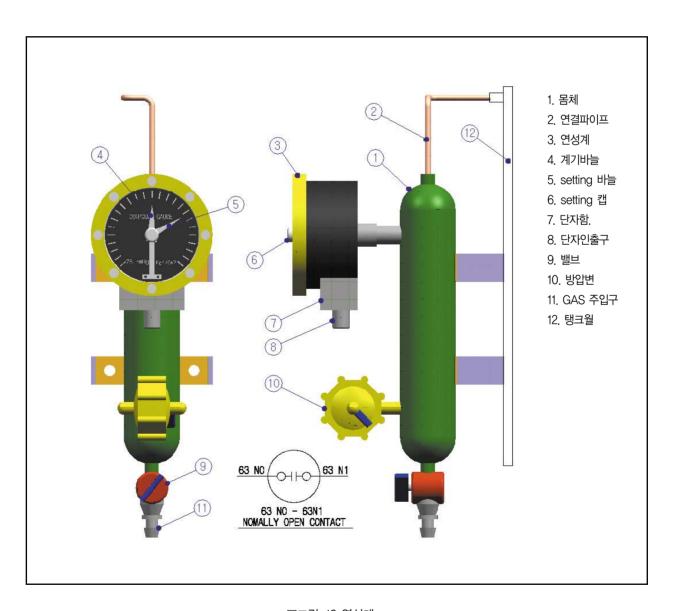
신호용 케이블을 접속할때는 단자박스 뚜껑을 열고 단자에 케이블을 접속하십시오. 케이블 뚜껑에는 경보용 단자와 차단용 단자의 위치가 표시되어 있으니 뚜껑을 보고 찾아 결선하면 됩니다.

# ▲ 경 고

브흐홀쯔 계전기는 겨울철 그리고 야간에 급격한 부하감소시 밀봉식의 경우 브흐홀쯔 릴레이가 오동작 할 수 있으므로 "유온-압력 관계도 명판"을 참조 하여 적정한 압력을 유지하시기 바랍니다.

# 6.11 연성계(Compound gauge)

이 계전기는 변압기를 밀봉함으로써 온도변화에 따른 절연유의 팽창과 수축으로 인하여 대기중의 산소 및 습기가 침입할 수 없게하여 절연유의 열화를 방지하는 계기입니다. 변압기 탱크 내부압력이 +0.35kg/cm²의 압력에서 방압변이 열리며 +0.45kg/cm²의 압력에서 접점이 동작하도록 되어 있습니다. 만약 탱크에 진공이 걸리면 가스 주입구를 통해 질소를 대기압과 동일하도록 넣어 주시기 바랍니다. 진공 또는 압력이 너무 많이 걸리면 변압기 외함 또는 취부된 부속품이 변형될 수 있으므로 주의 하시기 바랍니다.

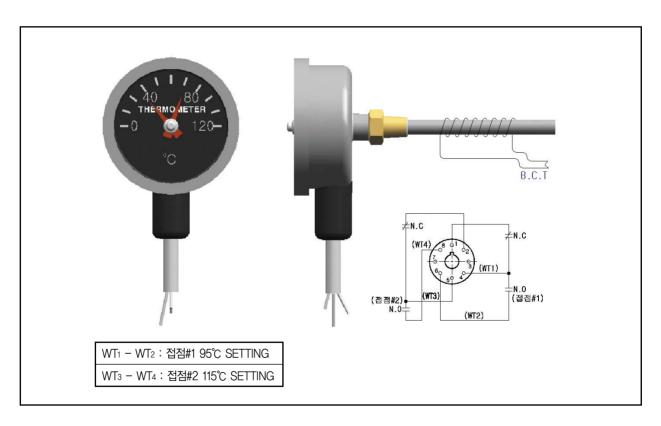


■그림-13 연성계

# 6.12 권선온도계(Winding temperature indicator: WTI)

권선온도계는 변압기 탱크벽에 부착되며 온도지침은 축에 바이메탈과 스프링 등을 직접연결한 것으로 본체, 보호관, 감온부로 분리됩니다. 보호관은 변압기 탱크벽에 부착되어 있으며 감온부는 보호관에 삽입 부착 시킵니다. 권선온도는 섭씨(℃)로 표시되며 최고 온도 지시용 바늘이 내장되어 있습니다. 또한 이 온도계는 보호장치를 동작시킬수 있는 2개의 접점이 있으며 수용가의 부하중요도에 따라 경보 및 차단 접점으로 선택하여 사용할수 있습니다. 접점1은 95℃, 접점2는 115℃에 서 동작됩니다. 이 계기는 권선온도를 직접적으로 측정하는 것이 아니라 변류기(BCT)와 감온부를 이용하여 간접적으로 측정합니다. 운반시나 운전중 유리가 파손될 경우는 신속히 교체하여야 하며, 지시침이 운전중 정상온도의 위치가 아닐경우는 지침이 고장이

운반시나 운전중 유리가 파손될 경우는 신속히 교체하여야 하며, 지시침이 운전중 정상온도의 위치가 아닐경우는 지침이 고장이 났거나 BCT가 불량한 경우일 수도 있으므로 그 원인을 신속히 찾아 조치를 취하십시오 만약 BCT가 불량인 경우는 변압기를 분해하여 교체를 해야 하므로 당사의 자문을 요청하여 주십시오. BCT 교체시에는 동일한 것으로 교체해야 하며 다른 것으로 교체시는 권선온도계가 비정상적으로 동작될 수도 있으므로 유의 하시기 바랍니다.



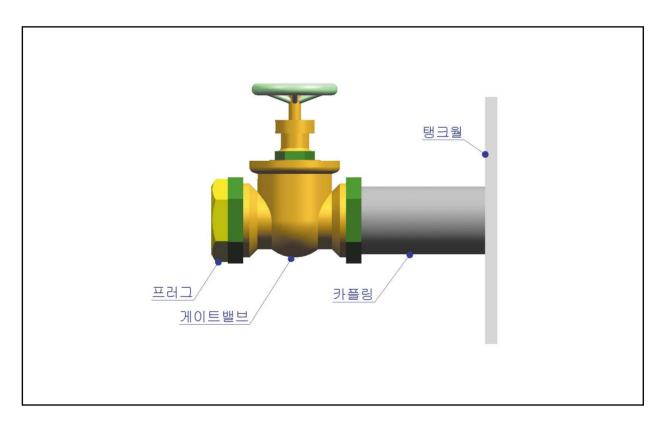
■그림-14 권선온도계

# 6.13 배유변(Drain valve)

배유변은 절연유를 밖으로 빼내기 위하여 변압기 탱크하부에 취부됩니다. 배유방법은 플러그를 풀어내고 핸들을 좌측으로 천천히 돌리면 절연유가 배유됩니다. 배유가 끝나고 급유를 할 때는 반드시 배유변 핸들을 우축으로 돌려서 잠그고 난후에 실시하시기 바랍니다. 운전중에는 배유를 시키지 마십시오. 만약 운전중 배유를 시키면 유면이 저하되어 변압기는 충분히 절연이되지 않아 절연파괴가 일어나거나 인명에 피해를 줄 수 있으므로 부득이 하게 작업을 해야 하는 경우에는 변압기에 전원을 인가하지 않을 때 실시하십시오.

# ▲ 주 의

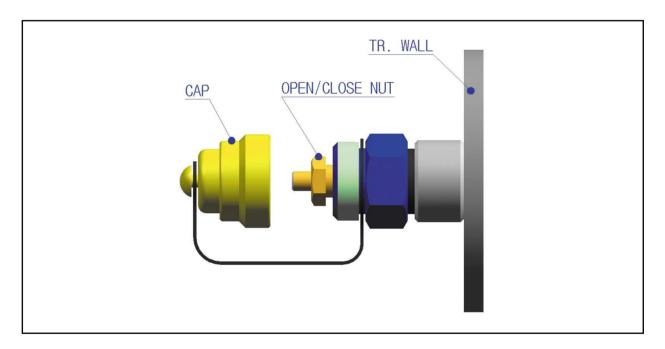
(배유순서 엄수) 배유순서는 (1)플러그를 풀고 (2) 핸들을 죄측으로 천천히 돌린다.



■그림-15 배유변

# 6.14 시유변 (Sampling valve)

시유변은 운전중이나 기타 필요시 특성분석을 위하여 절연유를 채취할 때 사용하는 것으로서 변압기 탱크하부에 취부됩니다. 본체와 캡(Cap)으로 구성되어 있으며 캡을 잃어버리지 않도록 하기 위하여 본체와 캡은 고무재질로 연결되어 있습니다. 시유 방법은 캡을 열고 육각으로된 너트를 죄측으로 천천히 풀면 절연유를 시유할 수 있습니다. 이 시유변은 시유이외의 용도로는 사용하지 마시고 시유량은 500cc미만으로 하시기 바랍니다. 시유가 너무 많게 되면 절연유량이 줄어들어 절연파괴나 인체에 피해를 줄수 있습니다.

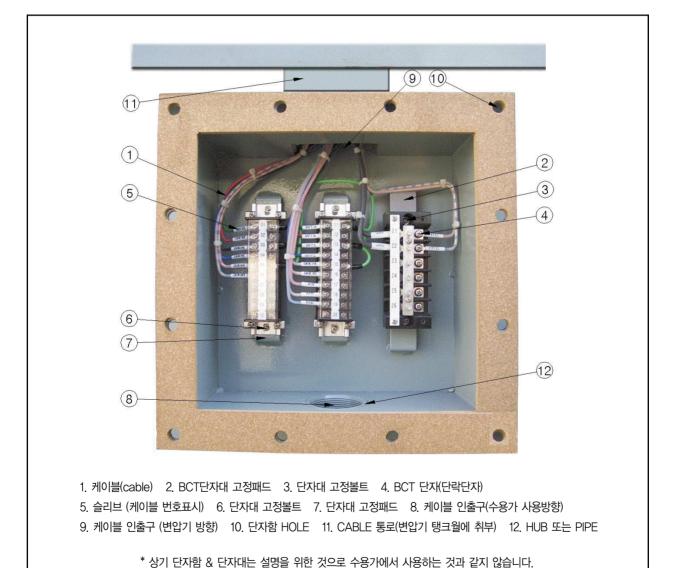


■그림-16 시유변

# 6.15 단자함 & 단자대

단자함은 변압기에 취부되는 계기가 접점이 있는 경우에 변압기 하부 또는 적당한 위치에 용접 취부됩니다. 단자함과 단자함 카바(Cover)는 볼트를 사용하여 견고히 부착되며 물이나 기타 이물질이 들어가지 않는 구조입니다. 단자함의 크기는 단자의 수량에 따라 다릅니다.

단자대는 단자함 내부에 취부되며 계기의 수량, 변압기 Type에 따라 단자대의 위치나 취부방법이 다릅니다. 단자대는 각종 릴레이나 차단기 등을 동작시킬수 있는 접접 리드가 인출되어 운전중에 단자대나 접점리드를 바꿀 경우 차단기나 기타 보호 회로가 오동작을 일으켜 인명 및 경제적인 손실을 가져올수 있습니다. 만약 단자대나 접점리드를 바꿀 경우 차단기나 보호회로 등이 동작하지 않도록 조치후 실시하시기 바랍니다.



■그림-17 단자함 & 단자대

### 6.16 충격압력계전기

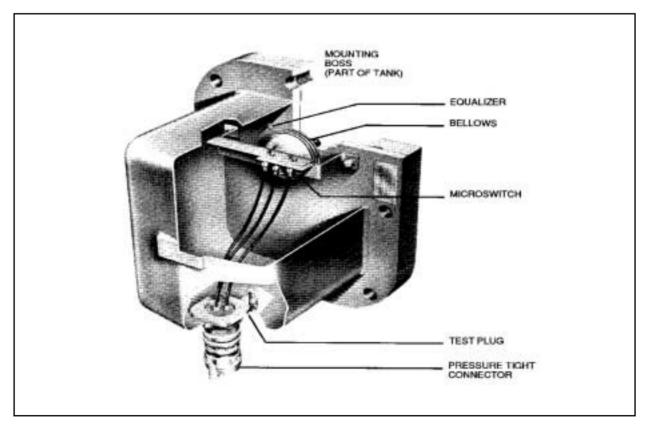
충격압력계전기는 변압기의 내부 아크에 의해 가스압력이 갑자기 상승하는 것을 감지하기 위한 장치이며. 압력감지 벨로우즈, 마이크로 스위치, 등압기(Equalizer)등 으로 구성되어 있습니다. 변압기 내부사고시 아크에 의해 가스압력이 비정상적으로 상승하면 벨로우즈가 팽창하고 마이크로 스위치가 동작해서 사고의 발생을 알려 줍니다. 등압기는 작은 구멍이 뚫린 부식되지 않는 플러그로 되어 있고 이 구멍은 변압기 부하변화에 의해 매우 느리게 변화하는 변압기 가스압력과 계전기 내의 압력을 균등하게 하기위한 것입니다.

충격압력계전기는 변압기 유면 상부의 가스공간에 취부하며. 취부된 변압기에 진공주유를 할 때는 이 계전기 내부에 변압기유가들어가지 않도록 주의해야 합니다. 만약 절연유를 교체하거나 진공 또는 진공 제거시에는 벨로우즈의 변형을 방지하기 위해서 최대  $0.25~\mathrm{psi/sec}$  속도 이하로 실시 하여야 합니다. 너무 빠른 속도로 진공을 하거나 진공을 제거하면 벨로우즈가 변형이 되어 계전기가 소손될수도 있습니다. 절연유 교체시는 계전기를 변압기와 분리하고 절연유를 주유한 후에 계전기를 재취부 하십시오. 가스압력의 갑작스런 증가에 동작하며 정상운전에 의한 압력변화에는 동작하지 않습니다. 압력상승이  $5.5~\mathrm{psi/sec}$  이상이면  $60\mathrm{Hz}$ 에서  $3\sim4~\mathrm{cycle}$  정도에서 동작하며  $,30\sim40~\mathrm{psi/sec}$  로 상승할 때 계전기는  $0.5~\mathrm{cycle}$  내에 동작합니다.

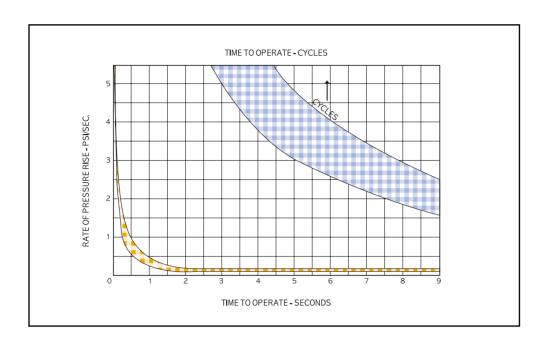
그림-20은 계전기 동작을 점검하기 위한 자료로서 이것을 참고로 매 6개월 또는 1년마다 점검하시기 바랍니다.

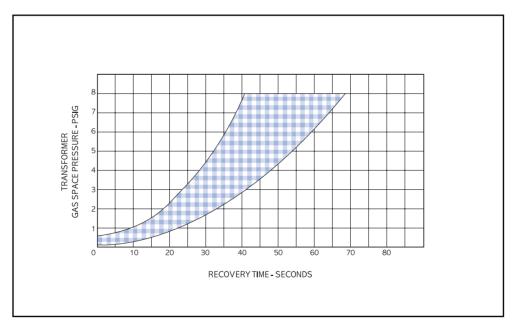
# ▲ 주 의

충격압력계전기에 절연유가 스며들면 계전기를 교체 하시기 바랍니다.



■그림-18 충격압력계전기

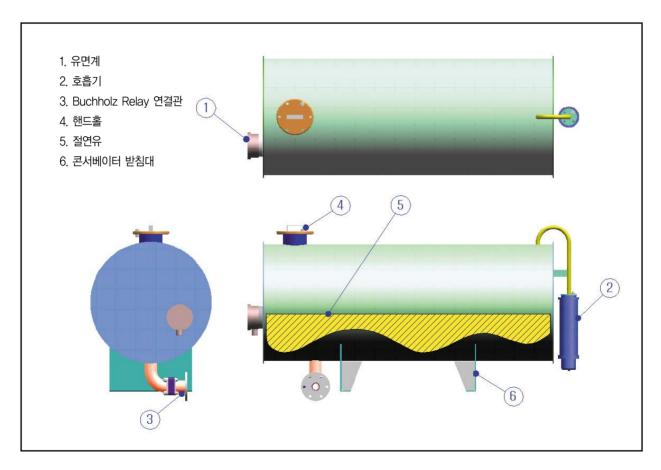




■그림-19 충격압력계전기의 동작특성 곡선

# 6.17 콘서베이타(C●nservat●r)

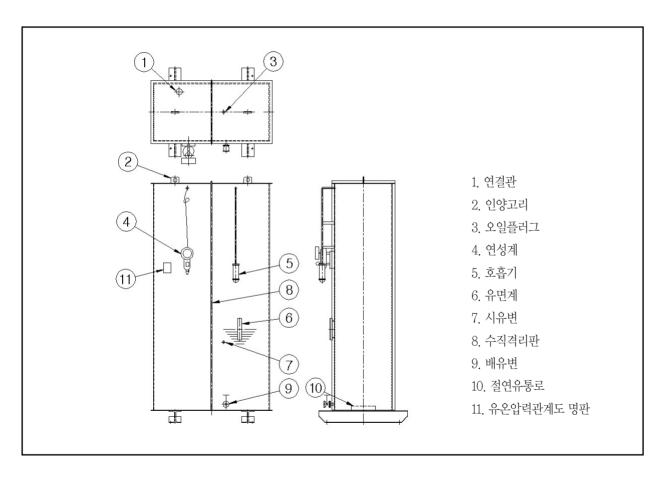
콘서베이타는 절연유 열화를 방지하기 위해 변압기 탱크위에 취부되며 본체, 호흡기 또는 연성계, 핸드홀, 유면계 등으로 구성됩니다. 호흡기(연성계)와 유면계는 콘서베이타 측면에 취부되며 핸드홀은 일반적으로 유면계가 취부되는 부분상부에 취부됩니다. 콘서베이타 내부의 유량은 콘서베이타의 크기에 따라 다르며 유면의 높이는 25℃를 기준으로 하였을 때 콘서베이타 높이의 40% 정도 입니다. 운전중에 콘서베이타를 수리하거나 핸드홀의 카바를 열지 마십시오. 만약 핸드홀의 카바를 열어 놓으면 절연유가 열화가 되어 절연내력이 감소됨에 따라 변압기 사고로 연결될 수 있으므로 주의 하시기 바랍니다.



■그림-20 콘서베이타

# 6.18 GOST(Gas Oil Seal Tank)

GOST는 콘서베이타와 같이 절연유의 열화를 방지하는 장치이며 연성계, 유면계, 호흡기 등이 취부되어 있습니다. GOST와 변압기는 적당한 크기의 파이프로서 연결되므로 GOST에 문제가 발생할 경우 연결파이프의 후렌지를 풀고 변압기와 별도로 분리할수 있지만 운전중에 분리하면 절연유가 열화되어 변압기에 나쁜영향이 미칠수 있습니다. GOST의 유면은 취부된 유면계로 확인이 가능하며 절연유는 주기적으로 시유변 등을 통해 채취하여 절연유의 열화 정도를 검사하여 주십시오. 만약 절연유 열화가 심한 경우 운전을 중지하고 절연유를 교체하여 주십시오.



■그림-21 GOST



# 중공업 퍼포먼스 그룹

- **본 사** 서울시 마포구 공덕동 450번지 TEL.02-707-7000
- **창원공장** 경남 창원시 내동 454-2번지 TEL.055-268-9114

www.hyosung.com

# 문의처

■본 사 특 판 팀 TEL. 02-707-6251~54

■창원공장 일반변압기 설계팀 TEL. 055-268-9410~20

# 크로바서비스 080-024-8282

수신자 부담의 A/S 크로바서비스 단일번호를 통해 전국을 6개 지역으로 나누어 고객의 위치에 따라 가장 가까운 A/S CENTER로 자동 연결 됩니다.



CUSTOMER :

PROJECT NAME :

PROJECT No.:

KP REF. No. : **S14274** 

# 제작 사양서 (승인용)

3P, 60Hz, 950kVA 22.9kV - 0.38kV, Ynd1 (최저 소비효율) 3P, 60Hz, 200kVA 380V- 220V, Dd0 (일반유입)

0	2014. 07. 23	승인용	H.W. KWAK	S.J. PARK	M.U. KIM
수정	작성일자	내 용	설 계	검 토	승 인

㈜ 케이피일렉트릭



# 1. TECHNICAL DATA 1 2. SPECIFICATION 3 3. DRAWINGS **CONTENTS**





# 1) 3PH, 60Hz, 950kVA, 22.9-0.38kV, Ynd1(혼촉방지)

	설 치 장 소		옥내/옥외			
1) 일반사항	적 용 규 격		지식경제부 고시 2012-227, IEC 60076			
	적 용 범 위		표고 : 해발 1000M 이하 주위온도 : 최고 40 ℃, 최저 -20 ℃			
	절 연 유		KSC 2301 1종2호(광유)			
	최종 도장 색상		5Y 7/1			
	ITEM NO.		•			
	정 격 용 량	(kVA)	950			
	상수/주파수	(Hz)	3 / 60			
	정 격 전 압 -	고압권선 (kV)	22.9			
		저압권선 (kV)	0.38			
2) 정 격	탭 전 압	(kV)	F23.9-R22.9-21.9-20.9-19.9 ( 5TAPS)			
	탭절환 방식		무부하시 탭절환(NLTC)			
	결선 또는 극성		Ynd1(혼촉방지)			
	냉 각 방 식		ONAN			
	제 작 수 량	(대)	1			
	온도상승한도	유온도 (온도계법)	60			
	(K)	권선온도 (저항법)	65			
	충격절연강도	고압권선 (kV)	125			
	(선로/중성점)	저압권선 (kV)	-			
	상용주파 내전압 (선로/중성점)	고압권선 (kV)	50			
3) 특 성		저압권선 (kV)	3			
	·	하기 특성은 75℃,950k	VA BASE(ONAN)에서의 보증치임			
	효율(P.F=1.0, 50%	생부하) (%)	98.7			
	전압변동율(P.F=	1.0) (%)	3.0			
	무부하전류	(%)	5.0			
	%임피던스	(%)	$4.8\% \pm 0.48$			
	유 보존 방식		Open Breather Type			
	붓싱 위치	고압 붓싱	TOP / AIR BUSHING			
4) 구 조	X 0 T 1	저압 붓싱	TOP / AIR BUSHING			
4) 구 조	권선재질 (HV/LV	V)	AL/AL			
	유량	LT/kg	740LT/ 670kg			
	총중량	kg	2,950kg			





# 2) 3PH, 60Hz, 200kVA, 380-220V, Dd0

1) 일반사항 .	설 치 장 소		옥내/옥외			
	적 용 규 격		지식경제부 고시 2012-227, IEC 60076			
	적 용 범 위		표고 : 해발 1000M 이하 주위온도 : 최고 40℃, 최저 -20℃			
	절 연 유		KSC 2301 1종2호(광유)			
	최종 도장 색성	J.	5Y 7/1			
	ITEM NO.		-			
	정 격 용 량	(kVA)	200			
	상수/주파수	(Hz)	3 / 60			
	정 격 전 압	고압권선 (kV)	0.38			
	8421	저압권선 (kV)	0.22			
2) 정 격	탭 전 압	(kV)	F23.9-R22.9-21.9-20.9-19.9 ( 5TAPS)			
	탭절환 방식		무부하시 탭절환(NLTC)			
	결선 또는 극성	4	Dd0			
	냉 각 방 식		ONAN			
	제 작 수 량	(대)	1			
	온도상승한도	유온도 (온도계법)	60			
	(K)	권선온도 (저항법)	65			
	충격절연강도 (선로/중성점)	고압권선 (kV)	125			
		저압권선 (kV)	•			
	상용주파 내전압	고압권선 (kV)	50			
3) 특 성		저압권선 (kV)	3			
		하기 특성은 75℃,200k	VA BASE(ONAN)에서의 보증치임			
	효율(P.F=1.0, 50	%부 <b>하</b> ) (%)	98.2			
	전압변동율(P.F=	=1.0) (%)	1.9			
	무부하전류	(%)	2.6			
	%임피던스	(%)	$3.0\% \pm 0.3$			
	유 보존 방식		Open Breather Type			
	붓싱 위치	고압 붓싱	TOP / AIR BUSHING			
4) 구 조	70 114	저압 붓싱	TOP / AIR BUSHING			
+) 1 ±	권선재질 (HV/L	.V)	AL / AL			
	유량	LT/kg	210LT / 190kg			
	총중량	kg	800kg			



### 1. CONSTRUCTION

#### 1) 철 심

철심은 경년변화가 없는 고투자율의 고급 방향성 규소강판을 사용하여, 무부하 전류 및 손실을 최소한으로 줄이기 위하여 폐사의 특수한 설계 및 절단방법으로 정밀 절단 가공하여 운전시 진동,소음을 최소한으로 줄이며 권선을 지지하기에 충분한 기계적 강도를 갖도록 견고하고 정밀하게 설계, 제작됩니다.

#### 2) 권 선

권선은 양질의 도체를 사용하여 본 사양에 적합한 전기 절연 재로 피복한 후 높은 절연강도와 냉각유가 원활하게 순환할 수 있는 구조로 설계, 제작되며 각종 인출선은 절연재를 사용하여 견 고하게 지지하고 권선이 접합부분은 용접 또는 압착방법으로 완전 접속합니다.

권선은 본 사양의 절연계급과 기계적 강도를 고려하여 합리적인 권선방법을 채택하고 있으며 되 및 이상전압에 견디도록 충분한 절연을 할뿐만 아니라 권선의 단락 사고시 전자 기계력에 대비 하여 권선의 이상적인 배치 및 외부보강을 완벽하게 하고 있습니다.

#### (권선재질 : AL)

#### 3) 외 함

### 가) 탱 크

탱크는 압연강판을 사용하여 제작하며 내부압력에 충분히 견딜 수 있고 또한 수송 및 기타 제반충격에 대하여 변형이 일어나지 않도록 충분한 기계적 강도를 고려하여 설계, 제작합니다. 카바에는 적당한 크기의 핸드홀 혹은 유입홀과 중신 및 카바를 들어 올리기에 편리한 카바 인양환을 부착하며 외함 본체에는 배유용 밸브 및 총체 인양환을 취부합니다. 상용최고 압력  $\pm 25\%$  의 압력으로 행하여 누유가 없어야 합니다.

# 나) 방열기 (**코로게이트**)

변압기에서 발생한 열을 방열하기에 충분한 방열기를 본체와 면밀히 결합시키며 방열기는 냉연강판을 사용한 판넬형으로 외함과 같은 기계적 강도와 충분한 냉각효과를 가지면서 외관상 미려하게 제작합니다.

# 다) 절연유 보존방식 (OIL PRESERVATION SYSTEM)

변압기의 절연과 냉각을 위하여 주입되는 절연유는 변압기의 수명을 좌우하는 중요한 요소 중의 하나로서 가능한 한 대기와의 접촉을 피하여 절연유의 흡습 및 산화를 방지하고 열화



2 OF 3

를 극소화하기 위하여 변압기의 용량 및 전압에 따른 적당한 절연유 보존방식이 기술사양에 명시됩니다

# 2. INSULATION OIL

절연유는 KSC 2301, 1종 2호 또는 동등 이상의 절연유를 진공 정유기를 통하여 완전 탈수, 탈기한후 주유됩니다. ※ 절연강도 : 40kV 이상 (12.5mm 표준구, 2.5mm 표준간격) 대용량 변압기의 절연유수송을 고려하여 별도의 드럼(DRUM) 또는 유조차로 공급됩니다.

# 3. PAINTING

단자(端子)이외에 노출된 모든 금속부분은 도장하기 직전에 산화피막, 기름, 먼지 등의 불순물을 완전히 제거한 후 내부에는 내유성(耐油性), 외부에는 내수성(耐水性) 페인트로 도장합니다.

(정전분체도장, 60µm이상, 5Y 7/1)

#### **4. TEST**

가) ROUTINE TEST

- 1) 구조 및 외관검사
- 3) 절연저항 측정
- 5) 극성 또는 각변위 시험
- 7) 임피던스 전압 및 부하손 측정
- 9) 변류기 시험
- 11) 소음 레벨 시험

- 2) 권선저항 측정
- 4) 권선비 측정<sup>(주1)</sup>
- 6) 여자전류 및 무부하손 측정
- 8) 절연내력 시험 (가압 및 유도내전압 시험)
- 10) 탭절환기 동작시험
- 12) 절연유 시험

나) TYPE TEST (변압기 타입 별 1대)

1) 온도상승 시험<sup>(주2)</sup>

2) 충격 내전압 시험<sup>(주2)</sup>

주1) 변압기 허용오차 :±1/200

주2) Type Test (Type별 1대시험)



3 OF 3

# 5. NAMEPLATE

하기 사항이 기재된 스테인레스 제품의 명판을 취부합니다.

- 1) 변압기의 명
- 3) 제작자명 또는 약호
- 5) 제작 년,월
- 7) 정격출력
- 9) 정격전압 및 탭전압
- 11) 충격절연 강도
- 13) VECTOR GROUP
- 15) 냉각방식
- 17) 절연유의 량

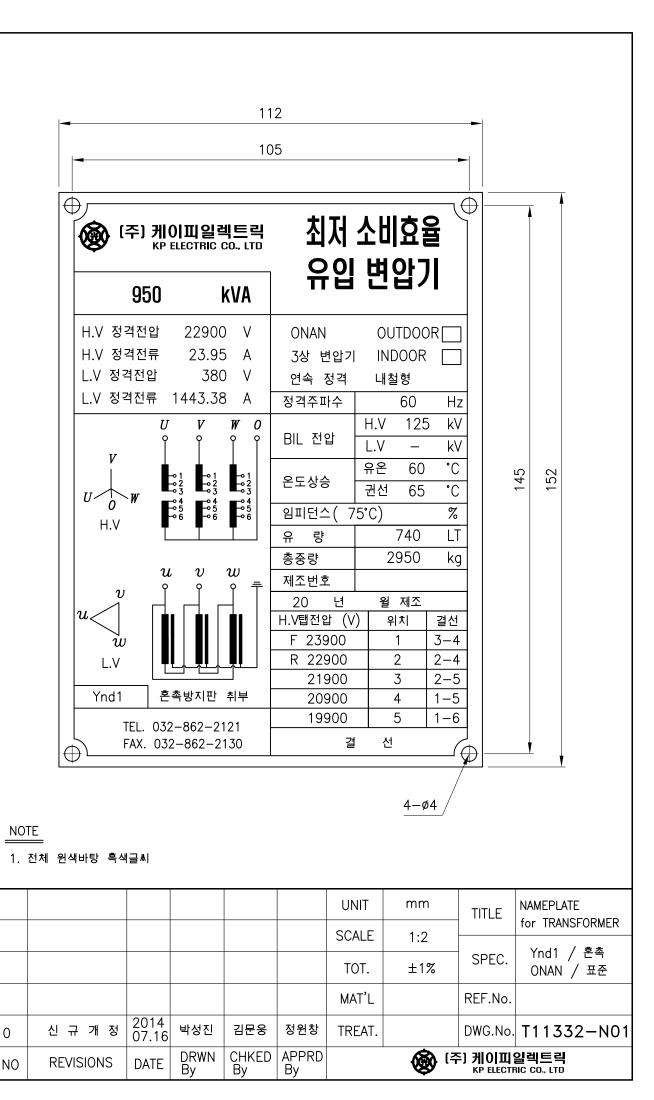
- 2) 온도상승
- 4) 제작 일련번호
- 6) 상수
- 8) 정격 주파수
- 10) 정격전류
- 12) % 임피던스
- 14) 결선도
- 16) 총중량

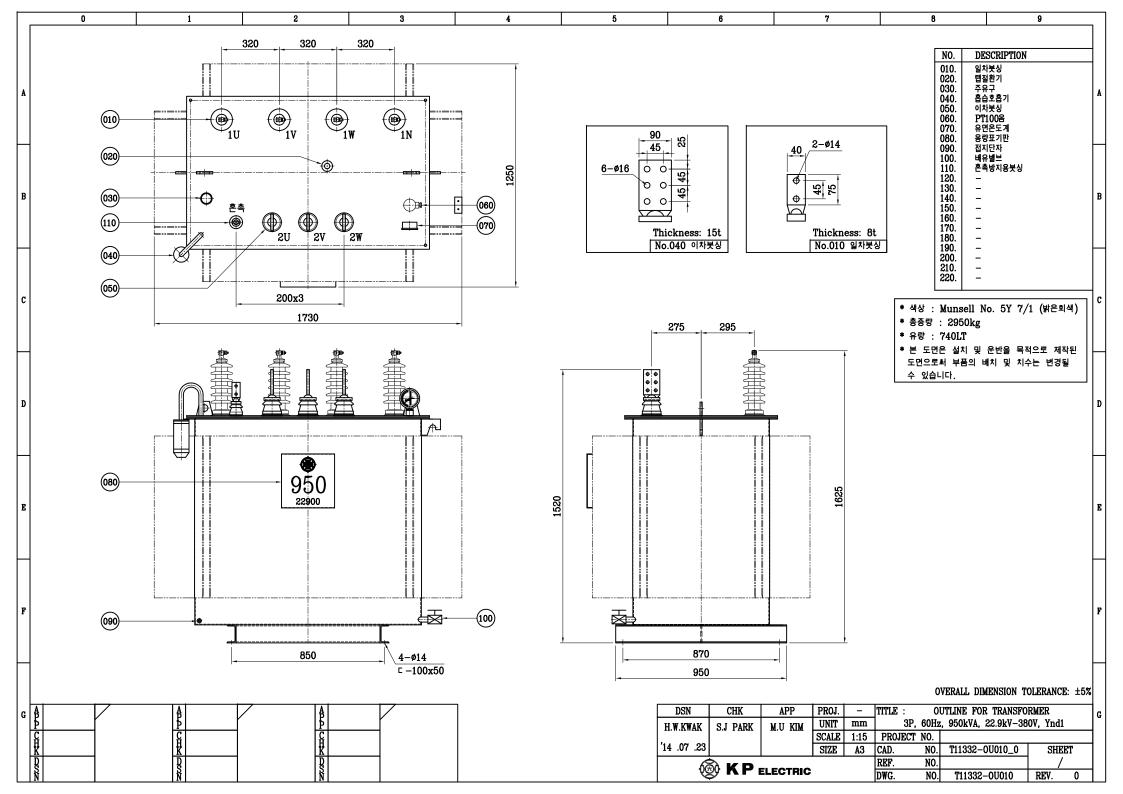


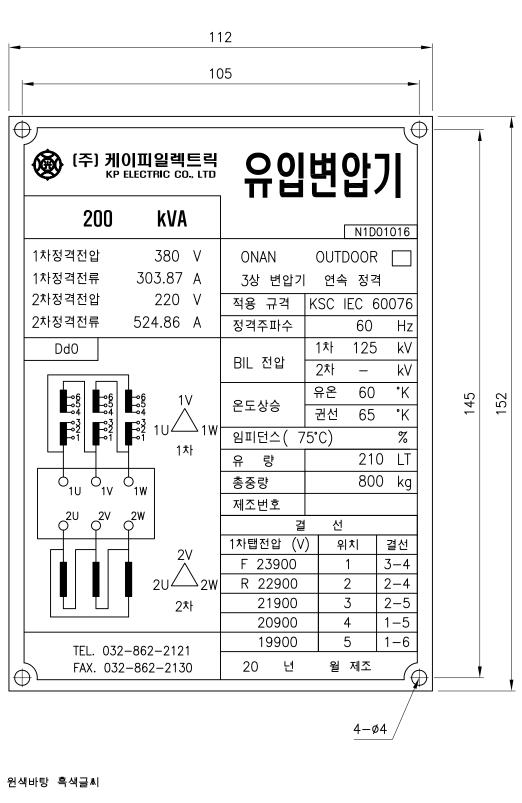
# 7. DRAWING LIST

- 1) 3PH, 60Hz, 950kVA, 22.9-0.38kV, Ynd1
- 2) 3PH, 60Hz, 200kVA, 380-220V, Dd0

NO	DESCRIPTION	DRAWING NO.	REMARK
1	NAME PLATE	T11332-N01	950kVA
2	OUTLINE FOR TRANSFORMER	T11332-OU010_0	950 kVA
3	NAME PLATE	N1D01016	200 kVA
4	OUTLINE FOR TRANSFORMER	T11579-OC1	200 kVA







# NOTE

1. 전체 윈색바탕 흑색글씨

						UNIT	mm	TITLE	NAMEPLATE for TRANSFORMER
						SCALE	1:2		
									Dyn11 / 표준
						TOT.	±1%	SPEC.	ONAN / KSIEC
						MAT'L		REF.No.	
0	신 규 개 정	2012 07.23	최용순	박성진	김문웅	TREAT.		DWG.No.	N1D01016
NO	REVISIONS	DATE	DRWN By	CHKED By	APPRD By	[주] 케이피일렉트릭 KP ELECTRIC CO., LTD			

