

Material and equipment standard for low voltage switchgear and controlgear – Technical Specifications

Third edition

April 2019

Foreword

The Iranian Petroleum Standards (IPS) reflect the views of the Iranian Ministry of Petroleum and are intended for use in the oil and gas production facilities, oil refineries, chemical and petrochemical plants, gas handling and processing installations and other such facilities.

IPS is based on internationally acceptable standards and includes selections from the items stipulated in the referenced standards. They are also supplemented by additional requirements and/or modifications based on the experience acquired by the Iranian Petroleum Industry and the local market availability. The options which are not specified in the text of the standards are itemized in data sheet/s, so that, the user can select his appropriate preferences therein

The IPS standards are therefore expected to be sufficiently flexible so that the users can adapt these standards to their requirements. However, they may not cover every requirement of each project. For such cases, an addendum to IPS Standard shall be prepared by the user which elaborates the particular requirements of the user. This addendum together with the relevant IPS shall form the job specification for the specific project or work.

The IPS is reviewed and up-dated approximately every five years. Each standards are subject to amendment or withdrawal, if required, thus the latest edition of IPS shall be applicable

The users of IPS are therefore requested to send their views and comments, including any addendum prepared for particular cases to the following address. These comments and recommendations will be reviewed by the relevant technical committee and in case of approval will be incorporated in the next revision of the standard.

Deputy of Standardization, Administrative of Technical, Execution and Evaluation of Projects Affairs, No.17, St. 14th, North Kheradmand, Karimkhan Blvd., Tehran, Iran.

Postal Code- 1585886851

Tel: 021-88810459-60 & 021-66153055

Fax: 021-88810462

Email: Standards@nioc.ir

Contents

Titles	Page No
Introduction	IV
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions	3
4 Service conditions	4
5 Units	5
6 Application	5
7 General requirements	6
7.1 Enclosure	6
7.2 Busbars	8
7.3 Wiring, terminals and markings	9
7.4 Safety considerations and interlocks	10
8 Major components	10
8.1 Incoming air circuit breakers	10
8.2 Motor controllers	13
8.3 Other outgoing feeders (rather than motor type)	15
9 Auxiliary components	15
9.1 Local motor control stations	15
9.2 Instruments	16
9.3 Protective relays	16
9.4 Current transformers	17
9.5 Voltage transformers	18
9.6 Anti-Condensation heaters	18
9.7 Accessories	18
10 Tests and inspection	19
11 Spare parts	20
12 Documentation	20
13 Shipment	21
14 Guarantee	21
 Annexes:	
Annex A (Normative) Low voltage switchgear and controlgear data sheet	22
Annex B (Normative) Additional requirements for outdoor low voltage switchgear	24

Introduction

This standard has been developed in “specialized reference committees”¹ and with the consensus of a wide range of professionals, representatives of organizations, companies, management, institutions and research-laboratory centers, manufacturers, associations, etc.

Petroleum Standards developed by the Ministry of Petroleum are reviewed systematically by specialized reference committees every five years and, are performed with regard to their applicability and effectiveness, approve, revoke or revise them in accordance with current Ministry of Petroleum regulations. Obviously, in accordance with clause 4 of the Procedure, the periodical review can be done early, if necessary. In case of conflict between Farsi (Persian) and English languages, English language shall govern.

Note 1 - The standard specification for switchgear, IPS-M-EL-140(0) is withdrawn in June 2004 , and replaced by the following two standard specifications which are issued as revision(1).

IPS-M-EL-143(1) Low voltage switchgear and control gear

IPS-M-EL-144(1) Medium and high voltage switchgear and control gear

By the way, standard specification low voltage motor starters IPS-M-EL-142(0) and standard specification low voltage motor control center IPS-M-EL-165(0) are withdrawn.

Note 2 - This bilingual standard is a revised version of the IPS-M-EL-143(2) standard specification by the relevant technical committee on 2019, which is issued as revision (3). Revision (2) of the mentioned standard specification is withdrawn.

Iranian Petroleum Standards (IPS)

Deputy of Standardization, Administrative of Technical, Execution and Evaluation of Projects Affairs, No.17, St. 14th, North kheradmand, Karimkhan Blvd., Tehran, Iran.

P.O.Box: 1585886851

Tel: + 98 (21) 61623055, (21) 88810459 - 60

Fax: + 98 (21) 88810462

Email: standards@nioc.ir

Website: <http://ips.mop.ir>

1 - Standardized specialized reference committees are qualified committees responsible for determination and reviewing standards for the petroleum industry (governmental, private and cooperative sectors).

Material and equipment standard for low voltage switchgear and controlgear - Technical specifications

Warning - Safety requirements are mandatory in all parts of this standard. Not all safety and hygiene items are listed in this standard. In the event of such occurrence, the user is responsible for maintaining the proper health and safety conditions and enforcing it.

1 Scope

1.1 This standard specification covers the minimum requirements for design, manufacture, tests, inspection and quality control of low voltage AC switchgear and controlgear assemblies herein after referred to this specification as “low voltage switchgear” or “switchgear”.

1.2 The low voltage switchgear will be installed in oil, gas and petrochemical industries in Iran under the environmental and service conditions specified herein.

1.3 The general requirements are given in this specification; the specific requirements of individual cases will be given in request for quotation and / or purchase order.

1.4 This standard specification will be supplemented by a single line diagram and other attachments when necessary.

Note - In case of conflict between Farsi (persian) and English languages, English language shall govern.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document.

For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

Usage of these references for utilizing this standard are mandatory.

- 2-1** ANSI C37.2 (IEEE C37.2) IEEE Standard electrical power system device function numbers, acronyms, and contact designations
- 2-2** API RP 505, Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class 1, zone 0, zone 1 and zone 2
- 2-3** IEC 60038, IEC Standard Voltages
- 2-4** IEC 60051-1, Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts
- 2-5** IEC 60073, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Coding principles for indicators and actuators
- 2-6** IEC 60079-1, Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures ‘d’
- 2-7** IEC 60079-10-1, Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive

gas atmospheres

- 2-8** IEC 60079-10-2, Explosive atmospheres – Part 10-2: Classification of areas – Explosive dust atmospheres
- 2-9** IEC 60269-1+AMD1+AMD2, Low-voltage fuses - Part 1: General requirements
- 2-10** IEC 60269-2+AMD1, Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Examples of standardized systems of fuses A to K
- 2-11** IEC 60269-3+AMD1+AMD2, Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) - Examples of standardized systems of fuses A to F
- 2-12** IEC 60269-4+AMD1+AMD2, Low-voltage fuses - Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices
- 2-13** IEC 60445+COR1, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors
- 2-14** IEC 60529+AMD2+COR1, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
- 2-15** IEC 60688+COR1, Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals
- 2-16** IEC 60947 (All parts), Low-voltage switchgear and controlgear
- 2-17** IEC 61869-1, Instrument transformers - Part 1: General requirements
- 2-18** IEC 61869-2, Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- 2-19** IEC 61869-3, Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers
- 2-20** IEC 61869-5, Instrument transformers - Part 5: Additional requirements for capacitor voltage transformers
- 2-21** IEC 61439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules
- 2-22** IEC 61439-6, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 6: Busbar trunking systems (busways)
- 2-23** IEC 62052-11+AMD1, Electricity metering equipment (a.c.) - General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment
- 2-24** IEC 62053-11+AMD1, Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 11: Electromechanical meters for active energy (classes 0.5, 1 and 2)
- 2-25** IEC 62262, Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment

against external mechanical impacts (IK code)

2-26 IPS-E-EL-100, Engineering and equipment standard for electrical system design(industrial and non-industrial

2-27 IPS-E-GN-100, Engineering standard for units

2-28 IPS-M-EL-161, Material and equipment standard for general electrical items

Note 1- Where standards other than IEC are specified (such as ANSI C37.2), it is understood that the equivalent IEC standard is acceptable.

Note 2- Any deviation from this specification and the above mentioned references shall be clearly mentioned in the vendor's proposal.

3 Terms and definitions

This standard uses the terms and definitions set forth in IEC 60050-151 and IEC 60050-441 standards.

3.1

company

Refers to one of the related and/or affiliated companies of the Iranian Ministry of Petroleum such as National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, National Petrochemical Company and National Iranian Oil Refinery And Distribution Company.

3.2

purchaser

Means the "Company" where this standard is a part of direct purchaser order by the "Company", and the "Contractor" where this Standard is a part of contract document

3.3

vendor and supplier

Refers to firm or person who will supply and/or fabricate the equipment or material.

3.4

contractor

Refers to the persons, firm or company whose tender has been accepted by the company.

3.5

inspector

The Inspector referred to in this Standard is a person/persons or a body appointed in writing by the company for the inspection of fabrication and installation work.

3.6**shall**

Is used where a provision is mandatory.

3.7**should**

Is used where a provision is advisory only.

3.8**will**

Is normally used in connection with the action by the “Company” rather than by a contractor, supplier or vendor.

3.9**may**

Is used where a provision is completely discretionary.

4 Service conditions

4.1 The low voltage switchgear specified herein will generally be installed indoor in substation rooms, which will be ventilated and/or air conditioned.

4.2 As far as the area classification is concerned the substation rooms and other indoor locations where the low voltage switchgear will be installed are considered safe area. This standard specification specifies the equipment suitable for safe area indoor installation.

4.3 In case where the low voltage switchgear will be installed outdoor, which will be indicated in data sheet Annex A. This standard specification shall be supplemented with additional requirements and/or modifications stipulated in Annex B "Additional requirements for outdoor low voltage switchgear and control gear".

4.4 Unless otherwise stated in data sheet, The ambient air temperature does not exceed +40 °C and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C.

The lower limit of the ambient air temperature is –5 °C.

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the equipment if supplied without enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

4.5 Unless otherwise indicated in data sheet, the altitude of the site of installation does not exceed 2000 meter.

Note- For equipment to be used at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and the cooling effect of the air. Electrical equipment intended to operate under these conditions shall be designed or used in accordance with an agreement between manufacturer and user.

4.6 The relative humidity of the air does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C.

4.7 The atmosphere in which the equipment is to be installed may have a relative humidity greater than the values specified herein or contain an abnormal amount of dust, acids, corrosive gases, etc.

If the conditions for operation in service and the application differ from those given in this standard, the user shall state the deviations from the standard conditions and consult the manufacturer on the suitability of the equipment for use under such conditions.

4.8 A special agreement shall be made between user and manufacturer if the conditions during transport and storage, e.g. temperature and humidity, differ from those defined in 4.1 to 4.7, except that, unless otherwise specified, The following temperature range applies during transport and storage: between $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ and, for short periods not exceeding 24 h, up to $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.9 Unless otherwise specified in the datasheet, the assembly and the components installed therein shall be suitable for use in a pollution degree 3 environment according to IEC 60947-1. However, the air will be laden with dust, salt and/or sulphur as encountered in the petroleum industries.

The equipment subjected to these extreme conditions without being operated shall not be damaged and shall operate normally under the specified conditions.

4.10 The equipment shall be suitable for operation, without deleterious effect, with variations of voltage and frequency tolerances as follows:

- AC Voltage supply: $\pm 10\%$
- Frequency: $\pm 5\%$
- DC Voltage supply: $+10 / -15\%$.

4.11 Impact strength shall be at minimum IK 08 as defined in the IEC 62262.

5 Units

This standard is based on International System of Units (SI), as per IPS-E-GN-100 except where otherwise specified. If it is necessary to express values in another unit, at first, it must be stated to the SI equivalent and then inserted in front of the desired unit in parentheses.

6 Application

6.1 The voltage levels adapted in the oil, gas and petrochemical industries of Iran are based on the IEC 60038.

6.2 The low voltage system is generally 230/400 volt with solidly earthed neutral.

6.3 The low voltage switchgear will be fed from low voltage generator/s or transformer/s with a voltage of 230/400 volt.

6.4 The low voltage switchgear is equipment, which includes switching devices with associated control, measuring, protective and regulating devices and intended in principle for the control of electrical energy consuming equipment, with voltage rating of 400 volt three phase and 230 volt single phase.

6.5 The low voltage switchgear includes motor starters and/or motor control center/s (MCC), incomer circuit breaker/s, bus tie circuit breaker/s, outgoing feeder breakers and/or switch fuses and auxiliary components as specified in this specification and/or indicated in the single line diagram/s.

6.6 The incomer circuit breakers, if more than one, shall be closed at normal operation. The tie breaker/s can be closed at normal operation, or can be open which shall close automatically when one of the incomer breakers opens. The mode of operation of the tie breaker/s will be decided by company representative and shall be indicated in the single line diagram/s and/or data sheet. The protection scheme and intertripping of incomers and tie breakers with upstream breakers shall be included accordingly.

6.7 Single line diagram/s is/are mentioned in this specification show/s only the major components of the low voltage switchgear. Control circuit schematic diagrams, wiring diagrams, schedule sheets and interconnection diagrams will be attached when necessary.

7 General requirements

7.1 Enclosure

7.1.1 The switchgear assemblies shall be multi cubicle type as specified and shown in IEC 61439-1 and shall be suitable for indoor installation.

7.1.2 The enclosure shall be metal enclosed compartmented type, self supporting, free standing, floor mounted and shall be constructed with steel structure/s and minimum thickness of 2 mm. Thickness of other parts of enclosure shall be in accordance with type test certificate. Components shall be accessible from the front of the switchgear.

7.1.3 All equipment shall be installed inside the enclosure, suitably subdivided into separate compartments. The internal separation by partitions or barriers (metallic or non-metallic) shall conform to Form 3b/4b or Form 4a (as stated by owner) as defined in IEC 61439-2.

7.1.4 According to IEC 61439-2, Form 3b and 4a are as follows:

– From 3b: Separation of busbars from all functional units. Separation of all functional units from one another.

Separation of terminals for external conductors and external conductors from the functional units, but not from the terminals of other functional units.

– From 4a: Separation of busbars from all functional units. Separation of all functional units from one another.

Separation of terminals for external conductors associated with a functional unit from the terminals of any other functional unit and the busbars. Separation of the external conductors from the busbars. Separation of the external conductors associated with a functional unit from other functional units and their terminals. External conductors need not be separated from each other.

Terminals in same compartment as associated functional unit.

7.1.5 Unless otherwise specified in data sheet, the indoor enclosure shall at least provide a degree of protection of IP 41 according to IEC 60529 without using the floor of the switch room as part of the enclosure. The partitions or barriers between functional units shall at least provide a degree of protection of IP 2X. (The IP rating for outdoor enclosure is indicated in Annex B).

7.1.6 The height and the depth of the enclosure shall be as per manufacturer standard and shall be indicated in data sheet and maximum height of enclosure shall be 220cm. Switches, buttons and operating handles and indicating instruments shall be installed at a height of not more than 180cm.

7.1.7 The enclosure together with bus bars and wirings shall be extendable at both ends without the need to cut or drill any part of the enclosure.

7.1.8 Empty enclosures (space) at least one on each section of the switchgear shall be foreseen within the enclosure for future use. Such compartments shall be arranged so that they can be equipped with minimum de-energisation of the relevant section of the switchgear.

The empty cubicle shall include connection to busbar and corresponding support, fixed parts of the equipment.

The number of empty enclosures (space) shall be 10% of each size of outgoing units of which at least three units are installed. This is in excess of spare units. Fully equipped spare units shall be provided on the basis of 20%, as indicated in single line diagram/s, with minimum of one unit for each different starter/feeder size (except incomer and bus-tie).

7.1.9 The switchgear enclosure shall be natural cooling. The design of the vertical structures and the placement of starters and feeders shall be such as to avoid heat build-up in the top of the cubicles.

7.1.10 The enclosure, for outdoor and indoor installation, intended for use in locations with high humidity and temperatures varying within wide limits, shall be provided with suitable arrangements (ventilation and/or internal heating, drain holes, etc.) to prevent harmful condensation within the enclosure. However, the specified degree of protection shall at the same time be maintained. Where such heaters are specified in data sheet Annex A, they shall conform to article 9.6 of this specification.

7.1.11 The enclosure shall be properly degreased, phosphorized, cleaned and painted from inside and outside. The painting shall be done by means of electrostatic powder coating based on epoxy and polyester resins. The thickness of paint coating shall be 60 to 80 microns and shall be cured in accordance with powder manufacturer specification. The color of the enclosure will be decided by company representative. Manufacturer's standard painting system, if different from above shall be agreed by company representative.

7.1.12 All incoming and outgoing cables will enter the switchgear from trenches or floor cut-outs. If bus ducts are specified for incomers, they enter the switchgear from above. In case incomers are specified to be via bus ducts, the switchgear supplier shall provide flanged entry to the switchgear with insulated copper bars extending to the flange point.

7.1.13 Provisions shall be included inside the enclosure to support the cables. Cable supports shall be foreseen at least 40 cm above the bottom of the switchgear. Suitable size cable entries shall be foreseen in the bottom plate of the enclosure for the cables to pass through. Such entries will be sealed after complete installation of cables. Cable glands will be used for incoming and outgoing cables (cable glands will be supplied by others). Where single core cables are to be used the bottom plate shall be non-magnetic.

7.1.14 Cables armor and lead cover will be removed inside the enclosure, and will be earthed by a suitable size flexible earthing wire soldered and clamped to the cable armor and connected to the switchgear earthing busbar.

7.1.15 Lifting lugs shall be provided on enclosure/s for ease of handling.

7.1.16 Specification of foundation bolts and installation instructions shall be provided by the vendor.

7.2 Busbars

7.2.1 Busbars shall be manufactured from hard drawn, high conductivity copper and shall comply with IEC 61439-1.

7.2.2 Busbars shall be designed for the full rated current at the maximum ambient temperature specified without exceeding their temperature rise limits. Design of the busbars shall be such that future extension of the switchgear to either side will be possible.

7.2.3 Power and neutral busbars shall be fully insulated with flame retardant non-hygroscopic insulation material and shall be color coded. Suitable insulation shall be provided for the bolted joints. The insulation of busbar joints and connections shall be removable for inspection purposes. Busbar joints and connections shall be corrosion protected and secured to prevent loosening. In cases where requested by the purchaser and indicated in data sheet the busbar joints shall be silver plated.

7.2.4 Unless otherwise indicated in data sheet the color or the color coding of the busbars insulation shall be red, yellow and blue for phase busbars and black for neutral busbar, from top to bottom and from left to right when facing the front of the switchgear.

7.2.5 The main horizontal busbars shall be of the same cross sectional area throughout the length of the switchgear. The cross section and the continuous ampere rating of the main horizontal busbars shall be indicated in data sheet/s.

7.2.6 The vertical busbars shall be of the same cross sectional area throughout their length and their current rating shall be equal to the sum of the maximum full load ratings of the outgoing units connected to that busbar considering the future units which could be installed in empty compartments.

7.2.7 The horizontal and vertical busbars shall be capable of withstanding, without damage, the magnetic forces and the thermal effects created by the maximum specified short circuit current for at least one second. The busbars short circuit withstands current shall be indicated in data sheet and shall not be less than 50 kA rms symmetrical.

7.2.8 Main horizontal busbars shall be in separate compartment. The vertical busbars shall also be in separate compartment and can be installed behind functional units of each vertical section. The vertical busbars shall be arranged such that accidental finger contact with live parts shall be impossible when the breaker/s or starter modules are withdrawn.

7.2.9 Where bus section (tie) breaker/s are specified, they shall be so arranged that one complete section of busbars and associated connections can be made dead and safe to work on, while the adjoining section of busbars is still alive.

7.2.10 The neutral busbar shall extend the entire length of the switchgear and shall be insulated from the earth potential. The neutral bus shall extend into each incomer compartment. Means of disconnection (e.g. a bolted link) shall be provided to isolate the neutral bus from the neutral source for testing purposes. The current rating of the neutral busbar shall be at least 50% of the phase busbars.

7.2.11 A separate earth busbar, rated for the maximum available earth fault current for one second, shall run the entire length of the switchgear. Sufficient connection points with adequate terminating facilities shall be provided for terminating the cables screen and/or armors. The earth busbar shall be equipped with suitable connectors or bolts to be connected to earth copper conductors at each end.

The size of earth copper conductors shall be considered according to IPS-E-EL-100.

7.3 Wiring, terminals and markings

7.3.1 All internal wiring shall be continuous from terminal to terminal with no splicing.

7.3.2 Wiring shall be stranded copper conductor with flame retardant PVC insulation. Minimum conductor sizes shall be 2.5 mm² for protection (CT/PT), and 1.5 mm² for control and signal wiring.

7.3.3 In case of direct connection between main busbar and first protection device, the minimum cross-section size of conductor, shall be at least 4 mm² and the conductor shall be fixed correctly. This connection in busbar side shall be ring type cable lug.

7.3.4 Where wiring is run through a metal sheet or barrier, bushing or other mechanical protection shall be provided.

7.3.5 All internal power wiring shall be suitable for the largest continuous current rating of the functional unit in maximum ambient temperature and the short circuit current as limited by fuses or circuit breakers.

7.3.6 The sizes of earth wires shall be according to the recommendations of IEC 61439-1.

7.3.7 Where applicable, flexible wires shall be used for connection of door mounted equipment to the cubicle mounted equipment. Such wiring shall be wrapped with flexible PVC coil or installed in flexible conduit and shall be firmly clamped at both ends to prevent movement at terminations.

7.3.8 Covers and/or doors with electrical apparatus attached to them shall be connected to the switchgear frame via bonding conductors.

7.3.9 All wiring shall be numbered on each end with permanently embossed wire markers of the heat shrinkable type or slip-on ferrules. Wire numbers shall match the manufacturer's interconnection drawings.

7.3.10 All wires shall have cable lugs and shall be terminated in clamp type terminals such that direct contacts between screw, bolt or nut and cable lugs are avoided. For current transformers secondary wiring circuit, "ring type cable lugs" shall be used.

7.3.11 The terminals shall be identified by suitable permanent numbers in accordance with the relevant wiring diagrams. Terminal marking shall comply with IEC 60445.

7.3.12 Not more than two wires shall be connected to any one terminal. Links shall be provided where more connections are required at one point.

7.3.13 Wiring in various circuit breakers, starter and feeder cubicles performing the same common function shall bear the same wire and terminal numbers.

7.3.14 The control terminal blocks shall include minimum 10 % spare terminals.

7.3.15 Nameplates shall comply with IEC 61439-1 and information on the nameplates shall be approved by company representative. Nameplates shall be made of durable corrosion resistant material.

The nameplates shall at least contain the following information: manufacturer's name and trade mark, type designation and serial number, date of manufacturing, applicable rated values and number of relevant standard.

7.3.16 Labels on withdrawable units shall be duplicated on the withdrawable part and the fixed part.

7.3.17 When operation of certain items of the switchgear needs sequential actions such as the release of interlocking features, instruction plates shall be provided near the point of operation.

7.4 Safety considerations and interlocks

7.4.1 The low voltage switchgear and controlgear shall offer a maximum degree of safety under all normal operating and fault conditions. It must be impossible to unwillingly, without the use of tools, touch live parts of the switchgear or to perform operations that may lead to arcing faults.

7.4.2 Circuit breakers and feeder units shall be provided with required safety interlocks in accordance with the functions of such equipment in the overall electrical system and shall conform to the requirements of IEC 61439. Interlocks shall be mechanical in nature.

7.4.3 Motor starter units shall be equipped with necessary interlocks such that it will not be possible to open the doors or covers of starter compartments when the isolating switch is in the ON position. The isolating device shall only be operable when the door or cover is fully closed and/or the withdrawable unit is in the fully inserted position.

7.4.4 The reversing and two speed motor starters shall be equipped with suitable mechanical interlocks, in addition to the electrical interlocks in the control circuits.

7.4.5 All interlocks that prevent potentially dangerous mal operations must be constructed such that they can not be easily defeated. If any mechanical interlock is capable of being defeated without the use of tools, provision shall be made for padlocking. The requirements for interlocks and/or padlocking shall be approved by company representative.

7.4.6 When a withdrawable unit has been removed from the switchgear assembly, the live parts inside the fixed compartments shall be protected against touch.

7.4.7 Arc-barriers shall be arranged such that the propagation of a possible arc is hindered from one vertical section of the switchgear to another vertical section and also from one compartment to another compartment of each vertical section.

7.4.8 Temperature rise of current-carrying parts shall be limited to the values stipulated in IEC 60947 and derated in accordance with environmental conditions specified in data sheet.

7.4.9 The complete switchgear assembly shall be capable to withstand the thermal and dynamic stresses resulting from short circuit currents. The supplier shall state the short circuit withstand current of the assembly namely busbars, breakers, starters etc. at quotation stage.

7.4.10 All the metallic non-current carrying parts of the switchgear including the main structure shall be bonded together and connected to the earth busbar. Doors shall be bonded to the main structure by means of flexible copper connections.

8 Major components

8.1 Incoming air circuit breakers

8.1.1 In the low voltage switchgear, air circuit breakers shall be used for incomer/s to the switchgear and also for bus coupler/s.

8.1.2 Circuit-breakers used as incomers and bus tie breaker shall be four poles with drawable air circuit breakers. Molded case circuit breakers (MCCB) shall not be used for such purpose.

- 8.1.3** In some cases that the panel feeds only from one transformer or the circuit does not have any single phase load, three poles circuit breaker may be used for incomers.
- 8.1.4** Air circuit breakers shall conform to IEC 60947-2 in terms of rating, testing and performance, and shall be suitable for uninterrupted duty (utilization category B).
- 8.1.5** Both the short-circuit making capacity as well as the short-circuit breaking capacity of circuit breakers must be larger than or equal to the prospective short-circuit current at the place of installation. The rated ultimate short circuit breaking capacity (Icu) and rated service short circuit breaking capacity (Ics) in incoming air circuit breaker shall be equal.
- 8.1.6** The performance of circuit breakers as specified in IEC 60947-2 shall be verified when installed within the assembly for the exact configuration supplied.
- 8.1.7** Rated currents of circuit breakers shall be selected conforming to IEC recommendations taking into account possible deratings as per site condition specified in data sheet. Incomer circuit breakers shall be sized to feed all the loads indicated in the single line diagram including the spare units and the space units (empty compartments) which would be installed infuture.
- 8.1.8** The short circuit capacity of circuit-breakers shall be appropriate to the specified system short circuit and power factor. The breaking and making short circuit capacities of circuit breakers as defined in IEC 60947-2 shall not be less than 50 kA and 105 kA rms symmetrical respectively.
- 8.1.9** Circuit breakers shall be capable of interrupting the specified short circuit current without the aid of replaceable current limiters or fuses.
- 8.1.10** The operating mechanism of air circuit breakers shall be stored energy spring operated type. The charging of the spring shall be by electric motor and also by manual means. The charged spring mechanism shall be capable of three circuit breaker operation viz: open, close, open.
- 8.1.11** Each circuit breaker shall be equipped with anti-pumping devices to prevent pumping actions of the operating mechanism.
- 8.1.12** Unless otherwise indicated in data sheet the voltage of the spring charging motor as well as the circuit breaker close and trip voltage shall be 110V dc with individual protection. The 110V dc will be supplied from the substations of dc power supply system. The 230V ac can be utilized for the spring charging motor if approved by company representative.
- 8.1.13** Tripping of circuit breakers shall be by means of manual mechanical tripping device and dc shunt trip coil. Electrical and manual closing release shall be provided. Circuit breakers shall be suitable for remote control. The purchaser shall indicate the choice of local or remote control of circuit breakers in data sheet/s.
- 8.1.14** The local manual trip facility shall be fitted with a guard to preclude inadvertent operation.
- 8.1.15** Facilities shall be provided for testing the circuit breaker closing and tripping mechanisms when the breaker is in TEST position.
- 8.1.16** There shall be three distinct positions for circuit breakers. The draw-out mechanism shall hold the circuit breaker rigidly in the three positions of CONNECTED, TEST and DISCONNECTED (Rack Out). The breaker disconnect device shall be mechanically interlocked by the breaker trip-shaft to prevent withdrawal or insertion of the breaker from / into the cubicle with the breaker in the ON position.

8.1.17 If moving of the circuit breaker from or into the operating position requires undue effort by the operator, mechanical aids such as handle shall be provided as indicated in article 9.7. The circuit breaker shall be lockable in the TEST and DISCONNECTED positions.

8.1.18 Circuit breakers shall be equipped with shutters to cover the bus side and cable side disconnect contacts automatically, upon withdrawal of circuit breaker. Shutters shall be opened by the circuit breaker as it moves toward connected position, Shutters shall be colored red for busbar side and yellow for cable side.

8.1.19 Circuit breaker control connections (secondary disconnects) shall be via fixed, self-aligning disconnects, or via flexible cord type plug connection. Either system shall allow test-operation of the circuit breaker in the test position.

8.1.20 In addition to auxiliary contacts required for circuit breaker operation, at least 2 N/O and at least 2 N/C similar contacts shall be provided, and wired to the terminal strip. If additional auxiliary contacts are required, it will be indicated in data sheet.

8.1.21 All auxiliary wiring to and from the circuit breaker shall be terminated on an easily accessible terminal strip within the breaker compartment with label numbering. Each terminal and each wire shall be clearly identified by the same symbols or numbers used in the circuit diagrams. For similar type of feeders, the numbering procedure shall be identical.

8.1.22 Circuit breakers of identical rating and control voltage shall be completely interchangeable. It shall not be possible to interchange breakers of different ratings.

8.1.23 Circuit breakers shall have mechanical indicators to show open/close contact positions and spring charging status. The panel shall also be fitted with red and green indicating lights as per IEC 60073 recommendations to show whether the breaker is in close or open position. In addition a yellow indicating light shall be provided to show trip on fault condition.

8.1.24 Each circuit breaker shall be provided with a trip circuit supervision system complete with a white indicating lamp to indicate that the trip circuit and trip circuit supply are healthy.

8.1.25 The "indicating lamp test" provisions shall be provided for the feeders.

8.1.26 The incomer circuit breaker/s shall be equipped with the required indicating instruments and external type protective relays as shown in single line diagram/s and/or data sheet. Company representative shall approve built-in type protective relays. At least the followings shall be provided for each incomer circuit breaker. The relays function numbers are according to ANSI standard C37.2 (IEEE C37.2)

- Time and instantaneous over current relay. (50/51)
- Time and instantaneous over current ground relay (50N/51N)
- Under voltage and phase sequence voltage protection (27/47)
- Ammeter with selector switch (or three Ammeters one for each phase)
- Voltmeter with phase selector switch

The other protective relays shall be provided according to single line diagram/s.

8.1.27 The bus tie circuit breaker/s shall be equipped with protective relays and electrical interlocks as shown in single line diagram/s.

8.1.28 For Manual/Automatic Transfer System (ATS) refer to IPS-E-EL-100, if indicated in the single line diagram/s and/or data sheet/s.

8.2 Motor controllers

8.2.1 In the low voltage switchgear motor starters feeder, shall be withdrawable and installed in individual compartments. The number and motor rating will be indicated in the single line diagram/s and/or data sheet.

8.2.2 Unless otherwise indicated in single line diagram/s the motor starters for single speed, two speed and reversing motors shall be direct-on-line and shall be in accordance with the requirements of IEC 60947-4.

8.2.3 Motor starters installed in low voltage switchgear are intended to control 3 phase 400 volt electrical loads and/or motors up to 150kW rating. (The voltage of 150kW motors can be 400 volt or 6kv depending upon the availability of such voltages).

8.2.4 Motor starters at least shall consist of the following components as per IPS-E-EL-100:

- HRC fuses with isolator, or molded case circuit breaker (MCCB, without overload protection), or motor protection circuit breaker (MPCB, without overload protection) with approval of company representative
- Contactor
- Essential protective relays
- Other optional protection relays, control devices and indicating instruments shown on the single line diagram/s and/or specified in this specification.

8.2.5 Both the short-circuit making capacity as well as the short-circuit breaking capacity of molded case circuit breakers must be larger than or equal to the prospective short-circuit current at the place of installation. The rated ultimate short circuit breaking capacity (I_{cu}) and rated service short circuit breaking capacity (I_{cs}) in molded case circuit breaker shall be equal.

8.2.6 All motor starter feeders shall meet the requirements of IEC 60947-4-1. These feeders shall be type “2” co-ordination and the manufacturer shall supply required documents to company representative.

8.2.7 Switch-fuse combination units shall comply with IEC 60947-3 suitable for uninterrupted duty, utilization category AC-23. Isolators shall be operable from the front of the switchgear without opening a cover. The HRC fuse links shall be in accordance with IEC 60269-1.

8.2.8 Contactors shall be three pole magnetically operated air-break type rated for utilization category AC-3 according to IEC 60947-4. For induction motors in inching or reversing services contactors with utilization category AC-4 shall be used.

8.2.9 In addition to the load contacts and the auxiliary contacts required to operate the starter, at least one N/O and one N/C auxiliary contacts shall be provided for each contactor and shall be wired to the terminal block of the compartment.

8.2.10 Control scheme of motor starters shall be as per the requirements, shown in control circuit schematic diagrams.

8.2.11 The rated voltage of control circuit shall be single phase 230 volt ac supplied by isolated control transformer in each individual cells or in each motor starter unit as specified by company representative. The control circuit shall be protected by a suitably rated fuse. In case where the purchaser specifies other control voltages in the data sheet or in the single line diagram/s, necessary auxiliaries shall be provided for such purpose.

8.2.12 Where the capacitive current of control cables are larger than the current related to holding power (sealing power) of the contactor coil, the manufacturer shall comply the requirements for using a larger contactor with bigger holding power. Other solutions with approval by company representative are acceptable. Company will submit control cable schedule.

8.2.13 Motor starters shall include a change over Test/Normal selector switch for testing the operation of starters when isolated from the main circuit. In test position, the control circuit which is isolated from the main circuit shall be connected to a male plug located within each starter unit. In this position the starter can be tested when control voltage is supplied to such male plug.

8.2.14 Unless otherwise indicated on drawings, one 230V test voltage supply unit (supplied from isolated transformer) equipped with isolating device and appropriate fuse rated to supply the control circuit of the largest starter unit shall be provided on each busbar section. The test voltage supply unit shall be accommodated in a dedicated compartment and shall be connected to two pole sockets (at least two numbers) mounted on the compartment door.

8.2.15 Flexible cords with matching plugs and socket shall be supplied by manufacturer for connecting test voltage to the male plugs in each starter unit as specified in paragraph 8.2.13. The flexible cords shall have sufficient length to connect the test voltage to all starter units on each section of the switchgear for testing purposes.

8.2.16 Motor starters shall be equipped with start/stop local control stations according to the requirements of article 9.1 of this specification.

8.2.17 Stay-put type stop/reset push-button accessible from outside of the starter compartment shall be provided on the front of all motor starters. Unless otherwise indicated in single line diagram/s no start push button is required on the starter compartment. (Except for testing as per paragraph 8.2.13.)

8.2.18 Each starter module shall be equipped with the following indicating lights installed on the door of the starter compartment.

- Red to show the ON status,
- Green to show OFF status,
- Yellow to show FAULT status.

8.2.19 For motor starters up to 30kW, thermal overload relays with direct heating element or electronical shall be provided. In addition to such overload protection, suitable single phasing protection shall also be included so that the contactor shall trip whenever a single phasing condition develops. The thermal or electronical overload relays shall be three-phase, ambient temperature compensated and adjustable type. Uniform trip- characteristics shall be obtained between 0°C and 50°C. Adjustment range of thermal relays shall be calibrated directly in ampere. Reset shall be via a door-mounted push-button.

8.2.20 For motor starters 30kW and above current transformer operated overload relays shall be used. For such motors instantaneous earth fault protection relay supplied from a core balance current transformer shall also be provided. Earth fault relays shall be adjustable to trip the contactors about 10% of the full load motor current. In addition to overload and earth fault protection relays, single phasing protection relay shall also be included.

8.2.21 Motor starters shall also include other protective or control relays stipulated by the process requirement and indicated in the single line diagram/s.

8.2.22 Relays shall be according to article 9.3 of this specification. Microprocessor type motor protection relays are acceptable.

8.2.23 All motor starters of 4 kW and above shall be provided with one ammeter installed on the starter front panel. This ammeter shall be fed from a current transformer installed on the middle phase. Such starters shall also be fitted with a 1 Ampere secondary current transformer for remote indication of motor current. The ammeter fed from this current transformer will be installed in the relevant local motor control station.

8.2.24 For motors less than 4 kW no ammeter is required on the starter panel, however, ammeter shall be provided on the local control stations when such motors are not visible from starting position.

8.2.25 Starter modules of identical rating and control scheme shall be fully interchangeable. Units which are mechanically identical but electrically different shall not be interchangeable e.g. it shall not be possible to install a motor starter unit into a space for a feeder unit of the same size.

8.2.26 Fully equipped spare motor starters shall be provided as specified in paragraph 7.1.8.

8.3 Other outgoing feeders (rather than motor type)

8.3.1 The low voltage switchgear may include outgoing feeder switch fuses or air circuit breakers. The type and sizes of feeder switch fuses or feeder breakers will be indicated in the single line diagram/s and/or data sheet.

8.3.2 Outgoing Feeder circuit breakers rated up to 400 Ampere can be molded case circuit breaker (MCCB) type, when approved by company representative. For ratings above 400 Ampere, the air circuit breaker type shall be used.

8.3.3 Outgoing Feeder circuit breakers or switch fuses shall be installed in individual compartments.

8.3.4 The circuit breakers and switch fuses shall be in accordance with the requirements of IEC 60947-2 and IEC 60947-3.

8.3.5 Outgoing feeders with rating of 100 Ampere and above shall be provided with one ammeter with selector switch or three ammeters (one for each phase).

8.3.6 Each terminal and each wire shall be clearly identified by the same symbols or numbers used in the circuit diagrams. For similar type of outgoing feeders, the numbering procedure shall be identical.

8.3.7 Both the short-circuit making capacity as well as the short-circuit breaking capacity of circuit breakers must be larger than or equal to the prospective short-circuit current at the place of installation. The rated ultimate short circuit breaking capacity (I_{cu}) and rated service short circuit breaking capacity (I_{cs}) in outgoing air circuit breaker shall be equal.

9 Auxiliary components

9.1 Local motor control stations

9.1.1 Local motor control stations will be located near the motors which they control. If motor control stations are to be supplied together with the switchgear, it shall be indicated in data sheet. The mentioned requirements shall be according to IPS-M-EL-161.

9.1.2 Unless otherwise stated in control philosophy, the local motor control station shall at least include start-stop pushbuttons together with suitable ammeter as required. The ammeter can be located on the associated control station. It shall be possible to lock the control station in stop position.

9.1.3 Separate current transformers shall be mounted in the motor starter compartments to be connected to ammeters at motor control stations in accordance with the requirement of article 9.4.

9.1.4 Terminals shall be provided in the starter compartments to be connected to the ammeter and push buttons installed on the local motor control stations.

9.1.5 Local motor control stations shall be suitable for outdoor installation in classified areas and shall be according to the relevant IPS standard.

9.1.6 Unless otherwise stated in control philosophy, “Local-Off-Remote” or “Manual-Off-Auto” tri-state selector switches shall be provided on Local Control Stations, when indicated on the single line diagram/s. The “Off position” in tri-state selector switches may be defined as “no-state” and shall not cause to stop the motor.

9.2 Instruments

9.2.1 Indicating and measuring instruments shall be provided as shown on single line diagrams and/or data sheet.

9.2.2 All instruments shall be manufactured in accordance with the requirements of IEC 60051.

9.2.3 Where indicated in the single line diagram/s and or data sheet, 4-20mA output transducer/s complying with IEC 60688 shall be provided for selected analogue signals to be transmitted to a remote supervisory system such as distributed control system (DCS).

9.2.4 Measuring instruments shall be flush mounting type and shall have an enclosure with at least a degree of protection of IP41 and IP55 for indoor and outdoor applications, respectively.

9.2.5 Measuring instruments shall be operative by the passage of fault currents in the primary of current transformers or voltage variations on the system within the specified system characteristics.

9.2.6 Analog ammeters, voltmeters and watt-hour meters shall be of the accuracy class 1.5 or better. The accuracy class of the above digital devices shall be class 1.0 or better.

9.2.7 Ammeters for motor duty shall be analog-type and suitable to withstand the motor starting currents and shall have a compressed overload scale of at least 6 times the full load motor current. Scales for such ammeters shall be selected at least 120% of nominal load current appears in meter. Full load motor current shall be indicated by a red line on the ammeter scale.

9.2.8 All analog meters installed on the switchgear shall be of the square pattern type 72 mm × 72 mm. 96 mm × 96 mm meters are acceptable, but 72 mm × 72 mm is preferred. Scales shall be in actual values.

9.3 Protective relays

9.3.1 The protection function codes shown on single line diagram/s will be according to the latest edition of ANSI standard C37.2. (IEEE C37.2) and IPS-E-EL-100.

9.3.2 All protective relays with the same function shall be similar type and interchangeable. Preferably the relays to be such that, the removal of each relay automatically short circuits the relevant current transformer.

9.3.3 All protective relays shall have provision for testing and microprocessor type relays shall be configurable. Each protection function shall be activated individually. Activating and de-activating each protective function does not disturb other function operation in any way.

9.3.4 Each incomer and bus-tie shall be equipped with microprocessor type protection relays. Protection scheme shall be based on failsafe scheme and watchdog (self-monitoring) contacts must be provided in these relays to indicate the health of the device. This device shall have hardwired contacts for sending alarm signals.

9.3.5 Relays shall be equipped with clear trip indication, visible to the operator.

9.3.6 Relays shall be manually resettable.

9.3.7 An external electromechanical lockout relay (86) shall be installed on all feeders equipped with ACB, to prohibit automatic restart after a failure (except thermal overload 49). It can be reset only manually.

9.3.8 In all feeders equipped with ACB, the secondary terminals of each current and voltage transformers shall be connected to accessible test block.

9.3.9 If programmable digital protective relays are employed, the relevant softwares together with instruction manuals and trouble shooting guidelines shall be included.

9.4 Current transformers

9.4.1 Current transformers shall be in accordance with IEC 61869-2.

9.4.2 The rated secondary current shall be 1 or 5 Ampere for protective relays and 5 Ampere for measuring devices mounted in switchgears. For remote mounted instruments, rated secondary current shall be 1 Ampere, either directly or via intermediate current transformers.

9.4.3 The switchgear manufacturer shall be responsible for assessing and selecting the output rating of the current transformers. If there is any discrepancy from single line diagram of company representative, the manufacturer shall present sizing calculations of the output rating of the current transformers for confirmation of client.

9.4.4 Current transformers for measuring purposes shall be of the accuracy class 1 or better . Current transformers for remote ammeters shall be of the accuracy class 3 or better.

9.4.5 Current transformers for protection purposes shall be of the accuracy class 5P. The accuracy class of current transformers used for motor protection relays shall be as specified by the relay manufacturer. In such case class 10P will be acceptable. The accuracy class of differential protection (ANSI code 87) current transformers shall be class X as defined in IEC 61869-2.

9.4.6 The secondary of the current transformers shall be earthed on one side. Where current transformers are connected in Y, the Y point shall be earthed. The wiring of the secondary circuits shall be at least cross section of 2.5 mm².

9.4.7 Secondary terminals of current transformers shall be wired up to terminal block with short-circuiting link, located at an accessible place.

9.4.8 Current transformers for circuit breakers shall be installed in the stationary part of the relevant cubicle. Current transformers for motor starters shall be installed in the withdrawable part of the cubicle.

9.4.9 Current transformers shall be capable of carrying, the specified fault current of the switchgear, without injurious heating or mechanical damage.

9.4.10 Current transformers shall have appropriate VA rating and security factor. The security factor shall not be less than 5.

9.4.11 The markings on the current transformer shall be in accordance with the requirements of IEC 61869-2.

9.5 Voltage transformers

9.5.1 When voltage transformers are indicated in single line diagram, they shall be in accordance with IEC 61869-3, with secondary voltage as specified by the manufacturer of protective and/or measuring instruments.

9.5.2 Voltage transformers shall be protected by disconnect type current limiting fuses on primary side and fuses or miniature circuit breakers (MCB) on secondary side.

9.5.3 The secondary winding of voltage transformers shall be earthed at one end, through a removable link.

9.5.4 Voltage transformers shall be air insulated with accuracy class 1 for measuring and 3P for protection.

9.6 Anti-Condensation heaters

9.6.1 Anti-condensation heaters shall be rated for continuous service and shall operate on single phase voltage of 230Volt, 50Hz.

9.6.2 The numbers and sizes of the heaters, if not shown on drawings, shall be selected by the switchgear supplier. In such case the use of one heater in each cubicle is recommended.

9.6.3 The heaters shall be fed from dedicated power supply. This power supply system may be energized from a dedicated heater panel, independent lighting panel, or electrical distribution panel. The panels feeding the heaters in one section of the switchgear shall be fed from the opposite section of the bus bar.

9.6.4 Heater/s in each cubicle shall be protected by a miniature circuit breaker and an earth leakage protection device or residual circuit breaker of 30 mA sensitivity

9.6.5 In each cubicle a thermostat/hygrostat shall be provided for the operation of heater/s. An indicating light (preferably blue) shall be provided on the enclosure to indicate that the relevant space heater/s is in operation.

9.6.6 Heater/s terminals shall have safety cover .

9.7 Accessories

9.7.1 Accessories required for proper and safe operation of the switchgear shall be supplied. At least the following accessories shall be furnished for each assembly or group of assemblies in the same switch room.

- a) Device for manually charging the stored energy operating mechanism of circuit breakers.
- b) Handle for moving circuit breakers into positions.
- c) Lifting trolley or similar device to remove circuit breakers or large starter modules from the cubicles.

- d) Adapter cables and/or flexible cords for testing the withdrawable starter modules in withdrawn (out) positions.
- e) Test cabinet for testing circuit breakers, if required (optional).
- f) Special tools for erection and maintenance.

10 Tests and inspection

10.1 The equipment under this specification shall be factory tested. Three certified copies of test reports and certificates shall be submitted to the purchaser.

10.2 Fully type tests and routine tests shall be carried out on the low voltage switchgear and its components according to requirements of the recommendations of IEC series 60947, and 61439 and the relevant IEC publications referred to therein and related certificates shall be presented. Sample tests according to mentioned standards shall be accomplished by company representative request.

10.3 Purchaser will require the presence of his nominated representative to witness the tests based on IEC requirements as per agreed Quality Control Plan (QCP) and Inspection Test Plan (ITP). The supplier shall inform the date of such tests at least four weeks in advance.

10.4 The purchaser's inspectors shall be granted the right for inspection at any stage of manufacture and testing.

10.5 Prior to shipment of the switchgear an insulation resistance test shall be performed between each phase and neutral against earth, with the remaining phases and neutral connected to earth. The insulation resistance measured shall not be less than 5 mega-ohms. Also visual inspection and spot checks shall be carried out to verify at least the following:

- a) The degree of protection of the enclosure;
- b) The degree of protection within the compartments;
- c) The effectiveness and reliability of safety shutters, partitions and shrouds;
- d) The effectiveness and reliability of operating mechanisms, locks and interlock systems;
- e) The insulation of the busbar system;
- f) The creepage distances and clearances;
- g) The proper mounting of components;
- h) The internal wiring and cabling system;
- i) The correct wiring of main and auxiliary circuits
- j) The suitability of clamping, earthing and terminating arrangements;
- k) The correct labeling of functional units;
- l) The completeness of the data on the nameplates;
- m) The availability of the earthing system throughout the switchgear;
- n) The interchangeability of electrically identical components;
- o) The non-interchangeability of mechanically identical but electrically different withdrawable units.

11 Spare parts

11.1 Together with the supply of all equipment under this specification, a complete set of spare parts for commissioning shall be supplied for each switchgear. The supplied spare parts shall comply with the same specifications as the original parts and shall be fully interchangeable with the original parts without any modification.

11.2 The vendor shall also supply a list of recommended spare parts for two years of operation.

12 Documentation

12.1 The vendor shall supply the necessary information with the quotation to enable evaluation of the submitted proposal. General documents /drawings are not acceptable unless they are revised to show the equipment proposed. The documents to be supplied with the quotation shall at least include the following:

- a) Completed enquiry data sheet/s.
- b) Summary of exceptions/deviations to this standard specification.
- c) Brochures and catalogues containing description of typical switchgear and technical data on major and auxiliary components such as circuit breakers, contactors, relays, meters etc.
- d) List of accessories included in the bid.
- e) Preliminary dimensional drawings.
- f) Approximate shipping weights and sizes.

12.2 The documents which shall be supplied together with the equipment shall at least include the following:

- a) Generated drawings and schematics shall be delivered in native type and hardcopy.
- b) Updated and completed enquiry data sheet/s.
- c) Final single line diagram/s.
- d) Schematic control circuit diagrams of each kind of circuit breaker and starter module.
- e) General arrangement drawings showing main dimensions, panels' layout, floor panel and shipping sections.
- f) Drawing/s showing the location of field wiring terminal strips and power cable connections.
- g) Information concerning interlock sequences and all logic diagrams if applicable.
- h) List of major and auxiliary components, showing complete reordering information for all replaceable parts.
- i) Recommended spare parts list for two years of operation.
- j) Test reports and performance curves of the final routine tests.
- k) Painting specification and test result/s.
- l) Applicable test certificates as stated in IEC61439-2 and Annex D of IEC 61439-1
- m) Installation, operation and maintenance instruction/s.
- n) Fault finding and trouble shooting manual/s.

- o) Protective relay/s types, curves and setting ranges.
- p) Cut-off current characteristics of fuses.
- q) Total weight of the assembly and weight of the individual shipping sections.
- r) List of accessories and/or any special tools required for erection, operation and maintenance.

13 Shipment

13.1 The supplier of the equipment under this specification is the sole responsible for packaging and preparation for shipment.

13.2 The packaging and preparation for shipment shall be adequate to avoid mechanical damage during transport, handling and stacking.

13.3 Each shipping section shall be provided with permanently attached identification tag containing necessary information together with the switchgear identification number indicated in data sheet Annex A.

13.4 Shipping documents with exact description of equipment for custom release shall be supplied, with the equipment.

14 Guarantee

14.1 The supplier of the equipment under this specification shall guarantee the equipment and shall replace any damaged equipment/parts resulting from poor workmanship and / or faulty design.

14.2 The supplier shall replace any equipment failed under the following condition:

- Failure under startup and commissioning tests performed according to IEC recommendations.
- Failure under normal usage for a period of 12 months, not exceeding 18 months from the delivery date to company.

Annex A

(Normative)

Low voltage switchgear and controlgear data sheet

The vendor shall complete and submit this data sheet with its proposal.
Items marked with asterisk will be specified by purchaser.

No.	Subject	
1.	Name of project or plant	*
2.	Switchgear identification No	*
3.	Single line diagram number	*
4.	Site elevation above sea level (m)	*
5.	Maximum indoor temperature	*
6.	Minimum indoor temperature	*
7.	24 hr. average indoor temperature	*
8.	Maximum outdoor ambient temperature	*
9.	Minimum outdoor ambient temperature	*
10.	Relative humidity	*
11.	Pollution Degree	*
12.	Installation (indoor/ outdoor)	*
13.	Area classification zones,(in case of outdoor installation)	*
14.	Nominal system voltage, 3phase and neutral	*
15.	System voltage variation	*
16.	Nominal frequency and frequency variation	*
17.	Neutral earthing system (solidly earthed)	*
18.	Incomers to the switchgear by duct or cable	*
19.	Enclosure degree of protection (IP code)	*
20.	External Mechanical Impact (IK code)	*
21.	Ics, Icu, Icw, Icm	
22.	Form of internal separation of the enclosure	
23.	Degree of protection of separation partitions or barriers (IP code)	
24.	Plate thickness of the enclosure	
25.	Color of the enclosure	
26.	Power busbars cross section	
27.	Busbars rated current	
28.	Busbars short circuit withstand current rms symmetrical	
29.	Busbars short circuit withstand time	
30.	Busbars insulation	
31.	Busbars colors, phases and neutral	
32.	Busbars joints silver plated or not	*
33.	Total length of the switchgear	
34.	Height of the switchgear	
35.	Depth of the switchgear	

No.	Subject	
36.	Shipping weight of the switchgear/individual shipping sections	
37.	Numbers of incomer circuit breaker/s	
38.	Numbers of bus tie circuit breaker/s	
39.	Tie breaker/s mode of operation OPEN/CLOSE	*
40.	Numbers of poles and current rating of incomer and tie breakers	
41.	Circuit breakers interrupting medium (if different than air)	
42.	Circuit breakers closing mechanism (direct manual/motor driven)	
43.	Circuit breakers breaking capacity rms symmetrical at 1sec and 3sec.	
44.	Circuit breakers breaking capacity (kA) rms asymmetrical	
45.	Circuit breakers making capacity (kA) asymmetrical	
46.	Opening time of circuit breakers	
47.	Closing time of circuit breakers	
48.	The voltage of the spring charging motor of circuit breakers	
49.	Circuit breakers closing and tripping voltage	
50.	Control of circuit breakers (local/remote)	
51.	Circuit breakers protective relays	Attach list or diagram/s
52.	Circuit breakers indicating instruments	Attach list or diagram/s
53.	Watt-hour meter for incomers (supplied or not)	*
54.	Additional auxiliary contacts for circuit breakers (paragraph 6.1.19)	
55.	Numbers and sizes of outgoing feeders	Attach list or diagram/s
56.	Type of outgoing feeders (ACB/MCCB/switch fuse)	
57.	Numbers and motor rating	Attach list or diagram/s
58.	Motor starters isolating means (fused isolator/MCCB)	
59.	Motor starters control voltage	
60.	Motor starters protection relays	Attach list or diagram/s
61.	Motor starters indicating instruments	Attach list or diagram/s
62.	Motor control stations (to be included or not)	*
63.	CT type and ratio for protection and indication metering	
64.	CT type and ratio for remote ammeter (on control station)	
65.	Numbers and wattage of anti-condensation heaters (if any)	
66.	4-20 mA output transducers 4-20 mA	
67.	Manufacturer of circuit breakers	
68.	Manufacturer of contactors	
69.	Manufacturer of switch fuses and MCCB's	
70.	Manufacturer of protective relays	
71.	Manufacturer of indicating instruments	
72.	Type test certificates for complete switchgear and components.	To be attached
73.	Accessories	Attach list
74.	Deviation from this specification if any	Attach list

Annex B**(Normative)****Additional requirements for outdoor low voltage switchgear**

This standard mainly specifies switchgears for indoor installation. Where this standard specification is used for the manufacture of outdoor equipment the following clauses shall also be taken into consideration.

B.1 Service Condition

- The outdoor ambient air temperatures are indicated in data sheet Annex A. The outdoor type low voltage switchgear shall be suitable for operation at the specified ambient conditions.
- Outdoor type switchgear shall be installed in safe area according to the recommendations of IEC 60079-10 and API RP 505.
- This standard specification does not cover the switchgears suitable for installation in hazardous areas (zone 1 and zone 2).
- Equipment intended to be used in ambient air temperature above +40°C (e.g. in forges, boiler rooms, tropical atmosphere) or below -5°C (e.g. -25 °C, as required by IEC 61439 series for outdoor installed low voltage switchgear and controlgear assemblies) should be designed or used according to the relevant product standard, where applicable, or according to agreement between manufacturer and user. Information given in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.
- Ambient air temperature(s) for certain types of equipment, e.g. circuit-breakers or overload relays for starters, is indicated in the relevant product standard.

B.2 General requirements**B.2.1 Enclosure**

- The enclosure of the outdoor type switchgear shall provide a degree of protection of IP55W according to IEC 60529 or the switchgear shall be housed in a non walk-in cabinet or cubicle with a degree of protection of IP55W. Each section of the enclosure shall be equipped with a hinged front door with provision for padlocking.
- Each section of outdoor type enclosure shall include anti-condensation heater conforming to article 9.6 of this standard specification.
- Within each section of outdoor type enclosure one lamp receptacle with on/off switch for interior illumination and one 230 Volt receptacle with integral ground fault protection for electric tools shall be provided.
- Outdoor type switchgear shall always be provided with suitable rain and sun canopy.

B.2.2 Busbars

- The busbars for outdoor type switchgear shall be silver coated and shall conform to article 7.2 of this standard specification.

B.3 Major components**B.3.1 Circuit breaker**

- Air circuit breakers in outdoor switchgear shall be stored energy spring operated type and shall be equipped with manual charging mechanism. Manual operating mechanism for closing and tripping of such circuit breakers shall also be provided.



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۸۷۴

چاپ اول

۱۳۹۹

INSO

22874

1st Edition

2020

صنعت نفت -

تابلوه‌های قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف -

ویژگی‌های فنی

**Petroleum industry –
Low voltage switchgear and controlgear –
Technical Specifications**

ICS: 29.130.20

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶ وظیفه تعیین تدوین، به روز رسانی و نشر استانداردهای ملی ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«صنعت نفت - تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - ویژگی‌های فنی»

رئیس:

صفائی، امیر
(دکتری مهندسی برق)
رئیس گروه مهندسی برق، ابزار دقیق و مخابرات- اداره کل نظام
فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها- معاونت مهندسی، پژوهش و
فناوری- وزارت نفت

دبیر:

لبخنده، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)
سرپرست اجرائی برق - شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب-
شرکت ملی نفت ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بناخیری، حسین
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)
رئیس مهندسی برق - مهندسی و طرح‌ها- شرکت ملی مهندسی
و ساختمان نفت ایران- شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های
نفتی ایران

بهرامی احمدی، نیما
(کارشناسی ارشد مهندسی اتوماسیون و ابزار دقیق در
صنایع نفت)
مسئول پروژه مهندسی ابزار دقیق و مخابرات- مدیریت مهندسی و
ساختمان- شرکت ملی نفت و گاز پارس- شرکت ملی نفت ایران

توحیدی، مسعود
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)
سرپرست امور مهندسی طرح‌های استمرار تولید- مدیریت
مهندسی ساختمان- شرکت ملی نفت مناطق مرکزی ایران-
شرکت ملی نفت ایران

حدیدی، محمد
(کارشناسی مهندسی برق - کنترل)
سرپرست گروه استانداردهای برق، ابزار دقیق و مخابرات- اداره
کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها- معاونت مهندسی،
پژوهش و فناوری- وزارت نفت

حویس، مهین
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)
کارشناس استانداردهای برق و الکترونیک- مهندسی استانداردها-
شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب- شرکت ملی نفت ایران

خائفی، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)
رئیس مهندسی برق - مدیریت مهندسی و ساختمان- شرکت ملی
نفت و گاز پارس- شرکت ملی نفت ایران

خلج‌مهری، سیاوش
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)
کارشناس ارشد طراحی برق - مدیریت مهندسی و ساختمان-
شرکت ملی نفت و گاز پارس- شرکت ملی نفت ایران

دهبکری، مصطفی
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)
سرپرست کارگاه برق- اداره تعمیرات- شرکت ملی پتروشیمی
تبریز- شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

رحیمزاده، سجاد (دکتری مهندسی برق- قدرت)	رئیس بررسی‌های مهندسی برق- شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب- شرکت ملی نفت ایران مدیر کنترل کیفیت- شرکت ایران تابلو
سلیمانی، روح‌اله (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	رئیس مهندسی برق- شرکت مهندسی توسعه گاز ایران- شرکت ملی گاز ایران
شاملو، صادق (دکتری مهندسی برق- قدرت)	کارشناس ارشد طراحی برق- مدیریت مهندسی و ساختمان- شرکت ملی مهندسی و توسعه نفت- شرکت ملی نفت ایران
شایانی، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	کارشناس ارشد تعمیرات- اداره تعمیرات- شرکت ملی نفت و گاز اروندان (منطقه دارخوین)- شرکت ملی نفت ایران
قاسمی، امید (کارشناسی مهندسی تکنولوژی برق- شبکه‌های انتقال و توزیع)	کارشناس برق- اداره تعمیرات برق- واحد فرآورش- شرکت ملی پتروشیمی بندر امام (ره)- شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران مشاور مدیر فروش- شرکت ایران تابلو
قره‌باغی، بمونی (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	کارشناس امور اجرایی برق- مدیریت مهندسی و ساختمان- شرکت ملی نفت مناطق مرکزی ایران- شرکت ملی نفت ایران
مجیدی، محمود (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	مسئول مهندسی برق- شرکت ملی پالایش نفت اصفهان - شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران
مستعان، علی (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	مهندس ارشد بازرسی فنی- امور بازرسی فنی- شرکت ملی انتقال گاز ایران- شرکت ملی گاز ایران
مظاهری کوپائی، محمد (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	سرپرست طراحی پروژه برق- شرکت ملی مهندسی و ساختمان نفت ایران- شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی ایران مدیر پیشنهادها- شرکت الکتروکویر
موسوی، سید وحید (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	معاونت فروش و پروژه- شرکت الکتروکویر
مینایی، رحیم (کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)	
نجف‌آبادی، مسعود (کارشناسی مهندسی برق- قدرت)	
هزاوه‌تیان، عماد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	

ویراستار:

شاه‌محمودی، بهزاد (کارشناسی فیزیک)	کارشناس استاندارد- بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران
---------------------------------------	--------------------------------------------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۴	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۴ شرایط عملیاتی
۶	۵ واحدها
۶	۶ کاربرد
۷	۷ الزامات عمومی
۱۴	۸ قسمت‌های اصلی تابلو
۲۱	۹ قطعات کمکی
۲۶	۱۰ آزمون‌ها و بازرسی فنی
۲۸	۱۱ لوازم یدکی
۲۸	۱۲ مدارک
۲۹	۱۳ حمل و نقل
۳۰	۱۴ گارانتی
۳۱	پیوست الف (الزامی) داده برگ تابلوی قطع و وصل و فرمان ولتاژ ضعیف
۳۴	پیوست ب (الزامی) الزامات تکمیلی برای تابلوی قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف محیط بیرونی

پیش‌گفتار

استاندارد «صنعت نفت- تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- ویژگی‌های فنی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در هزار و دویست و پنجاه و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۹۹/۰۶/۳۱ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منابع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

۱- نتایج بررسی انجام شده بر روی استانداردهای بین‌المللی، منطقه‌ای و ملی کشورهای توسعه‌یافته در صنعت نفت، ۱۳۹۹، اداره کل نظام فنی و اجرایی و ارزشیابی طرح‌ها، وزارت نفت

2- IPS-M-EL-143:2019, Material and Equipment standard for low voltage switchgear and controlgear

صنعت نفت - تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - ویژگی‌های فنی

هشدار - رعایت موارد ایمنی در تمامی بخش‌های این استاندارد ضروری است. در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن برعهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین حداقل ویژگی‌های فنی مورد نیاز برای طراحی، ساخت، نظارت بر ساخت، کنترل کیفی و آزمون تابلوهای فشار ضعیف قدرت و فرمان AC است.

۱-۲ این استاندارد برای تابلوهای مورد استفاده در صنایع نفت، گاز، پالایشی و پتروشیمی کاربرد دارد.

۱-۳ در این استاندارد اطلاعات و الزامات عمومی قید شده است. الزامات خاص برای هر مورد در زمان دریافت استعلام و/یا سفارش خرید ارائه خواهد شد.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است.

2-1 ANSI C37.2 (IEEE C37.2), IEEE Standard electrical power system device function numbers, Acronyms, and contact designations

2-2 API RP 505, Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class 1, zone 0, zone 1 and zone 2

2-3 IEC 60038, IEC Standard Voltages

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶: سال ۱۳۹۱، ولتاژهای استاندارد، با استفاده از استاندارد IEC 60038:2009 تدوین شده است.

2-4 IEC 60050-151, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 151: Electrical and magnetic devices

2-5 IEC 60050-441, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Part 441: Switchgear, controlgear and fuses

2-6 IEC 60051-1, Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories - Part 1: Definitions and general requirements common to all parts

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۰۲۹: سال ۱۳۷۶، دستگاه‌های اندازه‌گیری الکتریکی آنالوگ با عملکرد مستقیم نشانگر و متعلقات آنها قسمت اول: تعاریف و مقررات کلی مشترک در تمام قسمت‌ها، با استفاده از استاندارد IEC 60051-1:1984 تدوین شده است.

2-7 IEC 60073, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Coding principles for indicators and actuators

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰: سال ۱۳۹۰، اصول اولیه و ایمنی برای واسط انسان- ماشین- نشانه‌گذاری و شناسایی- اصول کدگذاری برای نشانگرها و کاراندازها، با استفاده از استاندارد IEC 60073:2002 تدوین شده است.

2-8 IEC 60079-1, Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures 'd'

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۵۰۵: سال ۱۳۹۷، محیط‌های مستعد خطر انفجار یا اشتعال - قسمت ۱: محافظت تجهیزات به وسیله محفظه ضد شعله d، با استفاده از استاندارد IEC 60079-1:2014 تدوین شده است.

2-9 IEC 60079-10-1, Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۰-۱-۵۵۰۵: سال ۱۳۹۶، محیط‌های قابل انفجار - قسمت ۱-۱۰: طبقه‌بندی مناطق - محیط‌های گازی قابل انفجار، با استفاده از استاندارد IEC 60079-10-1:2015 تدوین شده است.

2-10 IEC 60079-10-2, Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas - Explosive dust atmospheres

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰-۲-۵۵۰۵: سال ۱۳۹۴، جوهای قابل انفجار - قسمت ۲-۱۰: طبقه‌بندی مناطق - جوهای گرد و غبار قابل انفجار، با استفاده از استاندارد IEC 60079-10-2:2015 تدوین شده است.

2-11 IEC 60269-1, Low-voltage fuses - Part 1: General requirements

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳۱۰۹: سال ۱۳۹۲، فیوزهای ولتاژ ضعیف - قسمت ۱: الزامات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 60269-1:2009 تدوین شده است.

2-12 IEC 60269-2, Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Examples of standardized systems of fuses A to K

2-13 IEC 60269-3, Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household or similar applications) - Examples of standardized systems of fuses A to F

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶۰۲۶۹: سال ۱۳۹۰، فیوزهای ولتاژ ضعیف - قسمت ۳: الزامات تکمیلی فیوزهایی که توسط افراد غیر ماهر به کار برده می‌شوند (فیوزهایی که عمدتاً برای کاربردهای خانگی و مشابه استفاده می‌شوند) - نمونه‌هایی از سیستم‌های استاندارد شده فیوزهای A تا F، با استفاده از استاندارد IEC 60269-3:2010 تدوین شده است.

2-14 IEC 60269-4, Low-voltage fuses - Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for

the protection of semiconductor devices

2-15 IEC 60445, Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹: سال ۱۳۹۳، اصول ایمنی و پایه برای واسط انسان- ماشین- نشانه‌گذاری و شناسایی- شناسایی هادی‌ها- ترمینال‌های هادی‌ها و ترمینال‌های تجهیزات، با استفاده از استاندارد IEC 60445:2010 تدوین شده است.

2-16 IEC 60529, Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۹۵، درجات حفاظت تامین شده توسط محفظه‌ها (کد IP)، با استفاده از استاندارد IEC 60529:1989+A1:1999+A2:2013 تدوین شده است.

2-17 IEC 60688, Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۶: سال ۱۳۹۶، مبدل‌های اندازه‌گیری الکتریکی برای تبدیل کمیت‌های الکتریکی A.C. و D.C. به سیگنال‌های آنالوگ یا دیجیتال، با استفاده از استاندارد IEC 60688: 2012+Cor1:2013 تدوین شده است.

2-18 IEC 60947 (All parts), Low-voltage switchgear and controlgear

یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۴۸۳۵، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60947 تدوین شده است

2-19 IEC 61439-1, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: مقررات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 61439-1: 2011 تدوین شده است.

2-20 IEC 61439-6, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 6: Busbar trunking systems (busways)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۲، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- قسمت ۶: سیستم‌های مجرای باس بار (باس‌وی‌ها)، با استفاده از استاندارد IEC 61439-6:2012 تدوین شده است.

2-21 IEC 61869-1, Instrument transformers - Part 1: General requirements

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۸۶۹: سال ۱۳۹۰، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری- قسمت ۱- الزامات عمومی، با استفاده از استاندارد IEC 61869-1: 2007 تدوین شده است.

2-22 IEC 61869-2, Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers

2-23 IEC 61869-3, Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers

2-24 IEC 61869-5, Instrument transformers - Part 5: Additional requirements for capacitor voltage transformers

2-25 IEC 62052-11, Electricity metering equipment (a.c.) - General requirements, tests and test conditions - Part 11: Metering equipment

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۱۲۲۰: سال ۱۳۸۷، تجهیزات اندازه‌گیری الکتریسیته (AC) الزامات عمومی، آزمون‌ها و شرایط آزمون - قسمت ۱۱: تجهیزات اندازه‌گیری، با استفاده از استاندارد IEC 62052-11:2003 تدوین شده است.

2-26 IEC 62053-11, Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements - Part 11: Electromechanical meters for active energy (classes 0.5, 1 and 2)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۰۷۹۵: سال ۱۳۸۸، تجهیزات اندازه‌گیری الکتریسیته (a.c) الزامات ویژه - قسمت ۱۱: تجهیزات اندازه‌گیری الکترومکانیکی برای انرژی اکتیو (رده‌های ۰.۵ و ۱ و ۲)، با استفاده از استاندارد IEC 62053-11:2003 تدوین شده است.

2-27 IEC 62262 "Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)"

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۳۶: سال ۱۳۸۶، درجات تأمین حفاظت به وسیله محفظه در برابر ضربات مکانیکی بیرونی برای تجهیزات الکتریکی (کد IK)، با استفاده از استاندارد IEC 62262:2002 تدوین شده است.

2-28 IPS-E-EL-100, Engineering and equipment standard for electrical system design (industrial and non-industrial)

2-29 IPS-E-GN-100, Engineering standard for units

2-30 IPS-M-EL-161, Material and equipment standard for general electrical items

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای IEC 60050-151 و IEC 60050-441، اصطلاحات با تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳

شرکت

company

به یکی از شرکت‌های اصلی و یا وابسته به وزارت نفت، مثل شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی گاز ایران، شرکت ملی صنایع پتروشیمی و شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی اطلاق می‌شود.

۲-۳

خریدار

purchaser

یعنی «شرکتی» که این استاندارد بخشی از مدارک سفارش خرید مستقیم آن «شرکت» می‌باشد و یا «پیمانکاری» که این استاندارد بخشی از مدارک قرارداد آن است.

۳-۳

فروشنده

vendor and supplier

به موسسه و یا شخصی گفته می‌شود که تجهیزات و کالاهای مورد لزوم صنعت را تامین می‌کند.

۴ شرایط عملیاتی

- ۱-۴ تابلوهای قدرت اشاره شده در اینجا معمولاً در داخل پست‌های فرعی برق که دارای هواکش یا دستگاه تهویه است، نصب می‌شود.
- ۲-۴ تا آنجا که کلاس‌بندی محیطی اجازه می‌دهد، پست‌های فرعی برق و سایر محیط‌های سرپسته، که تابلوهای فشار ضعیف در آن نصب خواهند شد در محوطه‌های ایمن احداث می‌گردند. این استاندارد دستگاه‌هایی را که برای محوطه‌های ایمن در محل‌های داخل ساختمان مناسب باشند مشخص می‌کند.
- ۳-۴ در مواردی که تابلوهای فشار ضعیف در خارج از ساختمان نصب شوند، در داده برگ پیوست الف تعیین خواهد شد. این استاندارد به اضافه مشخصاتی که در پیوست ب «الزامات تکمیلی برای تابلوی قدرت و فرمان فشار ضعیف محیط بیرونی» آورده شده است، باید مورد استفاده قرار گیرد.
- ۴-۴ به جز مواردی که در داده برگ ارائه شده است، دمای هوای محیط از 40°C تجاوز نخواهد کرد و متوسط آن در یک دوره ۲۴ ساعته از 35°C بیشتر نخواهد شد.
- ۵-۴ حد پایین دمای هوای محیط 5°C است. دمای هوای محیط آن دمایی است که در مجاورت تجهیز در صورتی که بدون محفظه باشد، و/یا در مجاورت محفظه در صورتی که دارای محفظه باشد، ملاک عمل خواهد بود.
- ۶-۴ ارتفاع از سطح دریا جهت نصب دستگاه‌ها از ۲۰۰۰ m بیشتر نخواهد بود، به جز مواردی که در داده برگ ارائه خواهد شد.
- ۷-۴ برای تجهیزاتی که در ارتفاع بالاتری استفاده می‌شوند، در نظر گرفتن کاهش مقاومت دی‌الکتریک و اثرات خنک شدن هوا ضروری است. تجهیزات الکتریکی که تحت این شرایط، عملیاتی می‌شوند باید مطابق توافق میان کارفرما و سازنده طراحی و استفاده شوند.
- ۸-۴ درجه رطوبت نسبی هوا از ۵٪ در بیشینه دمای 40°C تجاوز نخواهد کرد.

۹-۴ اتمسفری که تجهیز در آن نصب شده است می‌تواند رطوبت نسبی بالاتر از مقادیر مشخص شده در این استاندارد را داشته باشد و/یا حاوی مقادیر غیر متعارفی از غبار، اسیدها، گازهای خورنده و غیره باشد.

اگر شرایط عملیاتی و کاربردی با آنچه در این استاندارد ذکر شده، متفاوت باشد، کاربر باید وجوه تمایز از شرایط استاندارد را ذکر نموده و در خصوص مناسب بودن تجهیز تحت این شرایط با کارفرما مشاوره نماید.

۱۰-۴ در زمانی که شرایط حمل و نقل و نگهداری مانند دما و رطوبت، از مقادیر مشخص شده در زیربندهای ۱-۴ تا ۷-۴ متمایز باشند، باید یک توافق ویژه میان سازنده و کارفرما منعقد شود. بجز در موارد تعیین شده، بازه دمایی زیر باید حین حمل و نقل و نگهداری در نظر گرفته شوند: بین 25°C - و 55°C +، و تا 70°C + برای مدت کوتاهی که از ۲۴ h تجاوز نکند.

۱۱-۴ بجز در مواردی که در داده‌برگ مشخص شده است، کل مجموعه و ادوات نصب شده در داخل آن باید برای استفاده در محیط با آلودگی درجه ۳ مطابق با استاندارد IEC 60947-1 مناسب باشند. اگرچه هوا مملو از گردوغبار، املاح و/یا سولفور که در محیط‌های صنایع نفتی وجود دارد، باشد. دستگاه‌ها در شرایط ذکر شده قبل از کاربرد نباید خسارت دیده باشند و باید تحت شرایط تعیین شده به صورت عادی کار کنند.

۱۲-۴ تجهیز باید بدون داشتن اثر مخرب با رواداری‌های ولتاژ و فرکانس زیر قابل بهره‌برداری باشد:

- ولتاژ تغذیه متناوب: $\pm 10\%$

- فرکانس: $\pm 5\%$

- ولتاژ تغذیه مستقیم: $10\% / -15\%$

۱۳-۴ تحمل ضربه مکانیکی باید حداقل IK08 مطابق با استاندارد IEC 62262 باشد.

۵ واحدها

این استاندارد، بر مبنای سامانه بین‌المللی واحدها (SI)، منطبق با استاندارد IPS-E-GN-100 می‌باشد. در صورتی که بیان مقادیر در واحد دیگری ضروری باشد، باید ابتدا معادل آن به SI آورده شود و جلوی آن داخل پرانتز واحد مورد نظر درج شود.

۶ کاربرد

۱-۶ سطوح ولتاژ انتخابی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی بر اساس استاندارد IEC 60038 خواهد بود.

۲-۶ سطح ولتاژ سیستم فشار ضعیف معمولاً $230\text{ V} / 400\text{ V}$ می‌باشد که نقطه خنثی آن مستقیماً به زمین متصل شده است.

۳-۶ تابلو فشار ضعیف از مولد ولتاژ فشار ضعیف یا ترانسفورماتور $V/230$ ۴۰۰ تغذیه خواهد نمود.

۴-۶ تابلو فشار ضعیف شامل تجهیزات برای قطع و وصل، کنترل، اندازه‌گیری، حفاظت و تنظیم می‌باشد، و در اصل برای کنترل تجهیزات الکتریکی V ۴۰۰ سه فاز و V ۲۳۰ تک فاز می‌باشد.

۵-۶ تابلو فشار ضعیف شامل راه‌انداز موتور و/یا مرکز کنترل موتور^۱، کلید ورودی، کلید اتصال بین دو شینه، مصرف کننده‌های خروجی و سوئیچ فیوز و لوازم جانبی می‌باشد که در این استاندارد مشخص شده و/یا در نقشه تک خطی نشان داده شده است.

۶-۶ کلیدهای قدرت ورودی، اگر بیش از یکی باشد باید در حالت عادی بسته باشند. کلیدهای قدرت رابط بین دو شینه می‌توانند در عملیات عادی بسته یا باز باشند، در صورت باز بودن زمانی که یکی از کلیدهای ورودی باز شود، باید بطور خودکار بسته شود. طریقه کار کلید قدرت رابط را نماینده شرکت تعیین و انتخاب خواهد کرد که در نقشه مدار تک خطی و/یا در داده برگ ذکر خواهد شد. طرح حفاظتی و قفل متقابل بین کلیدهای قدرت ورودی و رابط بین دو شینه با کلیدهای قدرت بالادست باید در این سیستم گنجانده شود.

۷-۶ مدار تک خطی ذکر شده در این استاندارد فقط وسایل اصلی تابلوهای فشار ضعیف را نشان می‌دهد. سیستم طرح‌واره^۲ مدار کنترل، نقشه سیم‌کشی، جداول و نقشه اتصال مشترک بین آنها در صورت لزوم پیوست خواهد شد.

۷ الزامات عمومی

۱-۷ بدنه

۱-۱-۷ مجموعه تابلوها باید از نوع چند محفظه‌ای و براساس IEC 61439-1 باشد و باید برای نصب در داخل ساختمان مناسب باشد.

۲-۱-۷ محفظه تابلو باید از نوع فلزی، خود ایستا و قابل نصب روی کف باشد و دارای اسکلت فلزی چند محفظه‌ای بوده که با ورق فولادی حداقل ۲ mm ساخته شده باشد. سایر قسمت‌های تابلو باید مطابق با ضخامت قید شده در گواهینامه آزمون نوعی باشد. قطعات دستگاه باید از قسمت جلو تابلو قابل دسترسی باشند.

1- Motor Control Center (MCC)
2- Schematic

۷-۱-۳ تمام تجهیزات باید در داخل تابلو نصب شده و به طور مناسبی در قسمت‌های جداگانه تقسیم شده باشند. جداسازی داخلی به وسیله جداکننده‌ها و/یا مهارکننده‌ها (فلزی یا غیرفلزی)، باید طبق فرم 3b/4b و/یا 4a (مطابق نظر شرکت/خریدار) که در استاندارد IEC 61439-2 تعریف شده است، باشد.

۷-۱-۴ تعاریف فرم‌های 3b و 4a از استاندارد IEC 61439-2 به شرح زیر است:

- فرم 3b: جداسازی شینه‌ها از قسمت‌های فعال و جداسازی تمام قسمت‌های فعال از یکدیگر را فراهم می‌کند.

همچنین ترمینال‌های مربوط به هادی‌های بیرونی از قسمت‌های فعال و نیز ترمینال‌های مربوط به هادی‌های بیرونی از شینه‌ها جداسازی شده‌اند. (جداسازی ترمینال‌ها از یکدیگر مدنظر نمی‌باشد)

- فرم 4a: جداسازی شینه‌ها از قسمت‌های فعال و جداسازی تمام قسمت‌های فعال از یکدیگر را فراهم می‌کند.

همچنین ترمینال‌های هادی‌های بیرونی که جزئی از قسمت‌های فعال می‌باشد را از سایر قسمت‌های فعال و شینه‌ها جدا می‌کند. هادی‌های بیرونی که جزئی از یک قسمت فعال هستند را از سایر قسمت‌های فعال، شینه‌ها و ترمینال‌های آنها جدا می‌کند. نیازی به جداسازی هادی‌های بیرونی از یکدیگر نیست.

ترمینال‌های مربوط به هادی‌های بیرونی می‌تواند در همان محفظه‌ای باشد که قسمت‌های فعال قرار دارند.

۷-۱-۵ به جز در مواردی که در داده برگ گفته شده، بدنه مناسب نصب داخل ساختمان باید با درجه حفاظت IP41 براساس IEC 60529 بدون استفاده از کف اتاق به عنوان قسمتی از بدنه باشد. جداکننده و/یا مهارکننده‌های بین قسمت‌های عملیاتی باید حداقل درجه حفاظت IP2X باشد. (مقدار IP برای تابلوی مناسب نصب در بیرون ساختمان در پیوست ب نشان داده شده است).

۷-۱-۶ ارتفاع و عمق بدنه باید بر اساس استاندارد سازندگان بوده و باید در داده برگ نشان داده شده باشد و حداکثر ارتفاع بدنه باید ۲۲۰ cm باشد. سوئیچ‌ها و دکمه‌ها و دستگیره‌های عملیاتی و ادوات نمایشگر باید در ارتفاع مناسب که از ۱۸۰ cm بیشتر نباشد، نصب شوند.

۷-۱-۷ بدنه تابلو همراه با شینه‌ها و سیم‌کشی‌های مرتبط بدون این که احتیاج به بریدن و/یا سوراخ نمودن قسمت‌های مختلف بدنه باشد، باید قابلیت توسعه از دو طرف را داشته باشند.

۷-۱-۸ حداقل یک محفظه خالی در هر قسمت از تابلو باید جهت توسعه آینده در نظر گرفته شود. این محفظه‌ها باید طوری باشند که در هنگام تجهیز کردن آن‌ها کمترین قطعی برق در آن بخش از تابلو به وجود آید.

محفظه خالی باید شامل اتصال به شینه و نگهدارنده‌های مناسب و قطعات ثابت تجهیزات باشد.

تعداد محفظه‌های خالی باید ۱۰ درصد اندازه واحدهای خروجی باشد که حداقل سه تا از آنها نصب شده است. این محفظه‌ها علاوه بر تعداد واحدهای یدکی است. مطابق نقشه تک خطی باید به میزان ۲۰٪ از واحدهای یدکی با تجهیزات کامل به گونه‌ای تأمین شود که حداقل یک واحد از هر اندازه فیدر/راه‌انداز^۱ موجود باشد. (به استثناء ورودی و شینه‌های اتصال).

۹-۱-۷ خنک‌سازی بدنه تابلوی قدرت باید طبیعی باشد. طراحی اسکلت عمودی و قرار دادن راه‌اندازها و فیدرها باید طوری باشد که از جمع شدن حرارت در قسمت‌های بالای تابلو اجتناب شود.

۱۰-۱-۷ محفظه‌ها در محیط درونی یا بیرونی، که در مکان‌هایی با رطوبت بالا و تغییرات دمایی وسیع استفاده می‌شوند (تهویه و/یا گرمایش داخلی، مجاری تخلیه و غیره)، باید دارای چینش مناسب باشند تا از میعانات مخرب درون محفظه جلوگیری شود. اگر چه درجه حفاظت در همان زمان رعایت شده باشد. در مواقعی که گرم کننده‌های ضد رطوبت در داده برگ پیوست الف تعیین شده باشد، آنها باید با زیربند ۶-۹ این استاندارد مطابقت داشته باشند.

۱۱-۱-۷ بدنه تابلو باید به طور کامل چربی‌زدائی، تمیز و فسفات شده و از داخل و خارج رنگ شود. رنگ‌آمیزی باید با پوشش پودر الکترواستاتیک براساس اپوکسی و رزین پلی استر باشد. ضخامت رنگ باید $60 \mu\text{m}$ تا $80 \mu\text{m}$ بوده و مدت زمان خشک شدن رنگ و آماده شدن آن بر اساس استانداردهای سازندگان پودر باشد. رنگ بدنه با انتخاب نماینده شرکت خواهد بود. اگر استاندارد رنگ‌آمیزی سازنده با توضیحات بالا مغایرت داشته باشد، باید موافقت نماینده شرکت گرفته شود.

۱۲-۱-۷ تمام کابل‌های ورودی و خروجی که وارد تابلوی قدرت می‌شوند از کانال و/یا از کف اتاق خواهند بود. اگر باس داکت جهت ورودی در نظر گرفته شود، از قسمت بالا وارد تابلو می‌شود و سازنده باید فلنج مناسب جهت اتصال باس داکت و شینه‌های مسی عایق شده مناسب را تا محل فلنج فراهم آورد.

۱۳-۱-۷ جهت مهار و نگه داشتن کابل‌ها باید در داخل محفظه تابلو تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. نگهدارنده‌های کابل باید ۴۰ cm از کف تابلو بالاتر باشد. در قسمت پائین بدنه تابلو باید ورودی‌های مناسبی جهت عبور کابل در نظر گرفته شود. این ورودی‌ها پس از نصب کامل کابل‌ها باید آب‌بندی شوند. برای کابل‌های ورودی و خروجی از گلند کابل استفاده می‌شود (گلند کابل‌ها توسط دیگر فروشندگان تأمین خواهد شد). در صورت استفاده از کابل‌های تک رشته صفحه گلند باید غیرمغناطیسی باشد.

۱۴-۱-۷ پوشش سربی و زره کابل‌ها در داخل بدنه جدا شده و توسط سیم‌های زمین قابل انعطاف با سطح مقطع مناسب به زره کابل محکم شده و به شینه زمین تابلو وصل خواهند شد.

۱۵-۱-۷ حلقه‌های حمل و نقل باید بر روی بدنه نصب شود.

1 -Starter

۷-۱-۱۶ مشخصات فنی پیچ و مهره‌های نصب تابلو بر روی فونداسیون و دستورالعمل‌های نصب تابلو، باید توسط فروشنده ارائه شود.

۷-۲ شیشه‌ها

۷-۲-۱ جنس شیشه‌ها باید از فلز مس سخت کشیده شده و با قابلیت هدایت بالا و بر اساس استاندارد IEC 61439-1 ساخته شوند.

۷-۲-۲ شیشه‌ها باید برای جریان نامی در بالاترین دمای محیط و بدون افزایش درجه حرارت از مقدار تعیین شده، طراحی شوند. طراحی شیشه‌ها باید طوری باشد که توسعه تابلو در آینده در دو طرف تابلو امکان پذیر باشد.

۷-۲-۳ شیشه‌های قدرت و نول زمین باید با عایق کندکننده آتش و ضد رطوبت پوشش داده شده و با رنگ، کدبندی و مشخص شده باشند. عایق مربوط به محل اتصالات شیشه‌ها باید جهت بازرسی احتمالی قابل برداشتن باشند. اتصالات شیشه‌ها باید زنگ‌نزن و غیر قابل خوردگی بوده و به نحوی محکم شده باشند که از شل شدن آن‌ها جلوگیری شود. در صورت درخواست متقاضی و مشخص کردن آن در داده‌برگ‌ها، اتصالات شیشه‌ها باید با فلز نقره پوشش و آبکاری شده باشند.

۷-۲-۴ اگر در داده برگ به صورت دیگری نشان داده نشده باشد، رنگ یا کدبندی رنگی پوشش عایقی شیشه‌ها باید قرمز، زرد و آبی برای شیشه فازها و رنگ مشکی برای شیشه نول در نظر گرفته شود. ترتیب رنگ‌بندی چنانچه در مقابل تابلو قرار گرفته باشیم از بالا به پایین و از چپ به راست، است.

۷-۲-۵ شیشه‌های افقی اصلی باید از نظر سطح مقطع در سرتاسر طول تابلو یکسان باشد. سطح مقطع و ظرفیت جریان دائمی شیشه‌های افقی اصلی باید در داده برگ مشخص شود.

۷-۲-۶ شیشه‌های عمودی اصلی باید از نظر سطح مقطع در سرتاسر طول شیشه یکسان بوده و جریان نامی آن باید با حداکثر مجموع ظرفیت بار نامی خروجی‌هایی که به همان شیشه وصل است بعلاوه بار تجهیزاتی که در آینده در محفظه‌های خالی نصب خواهند شد، مساوی باشد.

۷-۲-۷ شیشه‌های افقی و عمودی باید قابلیت تحمل نیروی مغناطیسی و آثار حرارتی ناشی از حداکثر جریان اتصال کوتاه تعیین شده برای حداقل یک ثانیه را داشته باشند. جریان قابل تحمل اتصال کوتاه شیشه‌ها باید در داده برگ ارائه شود و نباید از 50 kA موثر متقارن کمتر باشد.

۷-۲-۸ شیشه‌های افقی اصلی باید در داخل محفظه جداگانه قرار داشته باشند. شیشه‌های عمودی نیز باید در داخل محفظه جداگانه باشند و می‌توانند در پشت قسمت‌های فعال هر ستون از راه‌اندازها نصب شوند. شیشه‌های عمودی باید طوری قرار گرفته باشند که در حالت بیرون آوردن راه‌انداز و/یا کلیدها، تماس غیر مترقبه انگشت با قسمت‌های برق‌دار غیرممکن باشد.

۷-۲-۹ در جاهایی که کلید قدرت رابط شینه‌ها موجود است، آرایش شینه‌ها باید به گونه ای باشند که یک قسمت کامل شینه و متعلقات و اتصالات آن را بتوان برای انجام کارهای تعمیراتی از مدار خارج و ایمن نمود در حالی که قسمت دیگر شینه برق‌دار و در حال کار می‌باشد.

۷-۲-۱۰ شینه نول باید در تمام طول تابلو امتداد یابد و باید از سیستم زمین عایق شده باشد. شینه نول باید وارد محفظه همه ورودی‌ها شود. وسیله جدا کردن (برای مثال: یک اتصال پیچ و مهره‌ای) برای جداسازی شینه نول از منبع تغذیه برای کاربرد آزمون باید تعبیه شود. ظرفیت جریان نامی شینه نول باید حداقل ۵۰٪ جریان نامی شینه فازها باشد.

۷-۲-۱۱ یک شینه جداگانه زمین با ظرفیت حداکثر جریان اتصال کوتاه زمین برای یک ثانیه باید در تمام طول مسیر تابلو امتداد یابد. محل‌های اتصال به تعداد کافی با ترمینال‌های مناسب جهت اتصال شیلد و/یا زره کابل‌ها باید فراهم شود. شینه زمین باید با اتصالات مناسب یا پیچ و مهره مجهز باشد تا بتوان این شینه را از دو انتهای تابلو به هادی زمین وصل کرد.

سطح مقطع سیم مسی زمین باید مطابق با استاندارد IPS-E-EL-100 در نظر گرفته شود.

۷-۳ سیم‌کشی، ترمینال‌ها و علامت‌گذاری

۷-۳-۱ تمام سیم‌کشی‌های داخلی از ترمینالی به ترمینال دیگر باید پیوسته و بدون اتصال بین راهی باشد.

۷-۳-۲ سیم‌کشی باید از سیم رشته‌ای مسی با پوشش پی وی سی کندکننده آتش باشد. حداقل سطح مقطع سیم برای حفاظت (ترانسفورماتور جریان/ولتاژ) باید $2/5 \text{ mm}^2$ و برای سیم کنترل و سیگنال، $1/5 \text{ mm}^2$ باشد.

۷-۳-۳ برای گرفتن انشعاب به صورت اتصال مستقیم از شینه اصلی تا اولین تجهیز حفاظتی، حداقل سایز سیم باید 4 mm^2 مربع منظور شده و به نحو مناسبی مهار شود. این اتصال در سمت شینه باید به صورت کابلشو حلقه‌ای باشد.

۷-۳-۴ در جایی که سیم‌کشی از صفحه فلزی و/یا مانع عبور داده می‌شود، غلاف یا وسیله حفاظت مکانیکی دیگری را باید در نظر گرفت.

۷-۳-۵ تمام سیم‌کشی‌های داخلی تابلو باید به بیشترین جریان مداوم وسایل مرتبط در بیشینه دمایی محیط و همچنین جریان اتصال کوتاه که به وسیله فیوز و/یا قطع کننده محدود می‌شود، متناسب شده باشند.

۷-۳-۶ سطح مقطع سیم‌های زمین باید بر اساس توصیه‌های استاندارد IEC 61439-1 باشد.

۷-۳-۷ در صورت نیاز، برای تجهیزاتی که روی در تابلو نصب می‌شوند و به داخل تابلو ارتباط دارند باید از سیم‌های قابل انعطاف استفاده شود. این نوع سیم‌کشی‌ها باید به وسیله نوار پی وی سی قابل انعطاف پوشش شود و/یا در کاندوئیت پی وی سی قابل انعطاف قرار گیرند. دو سر دسته سیم کشی باید طوری محکم و مهار شود که از حرکت بی مورد آن‌ها در محل ترمینال‌ها جلوگیری شود.

۷-۳-۸ درپوش و/یا در تابلو و وسایل نصب شده روی آن باید به وسیله سیم هادی رابط به شاسی تابلو همبند شوند.

۷-۳-۹ تمام سیم‌کشی‌ها باید در دو سر سیم شماره‌گذاری شده و با شماره‌های دائمی که روی سیم حک شده و/یا شماره‌های پلاستیکی روی کابل به صورت غلاف سوار شده باشند. شماره سیم‌ها باید با شماره‌بندی نقشه سازنده مطابقت داشته باشد.

۷-۳-۱۰ تمام سیم‌ها باید کابلشو داشته باشند و باید به ترمینال‌های نوع گیره‌ای متصل شوند و از اتصال مستقیم میان پیچ و مهره و کابلشو پرهیز شود. از کابلشوی حلقه‌ای باید برای مدار ثانویه ترانسفورماتورهای جریان استفاده شود.

۷-۳-۱۱ ترمینال‌ها باید بر اساس نقشه‌های مدار مرتبط با شماره‌های دائمی و ثابت علامت‌گذاری شده باشند، علامت‌گذاری ترمینال‌ها باید بر اساس استاندارد IEC 60445 باشد.

۷-۳-۱۲ به هریک از ترمینال‌ها نباید بیشتر از دو سیم وصل شوند. جهت اتصال سیم بیشتر در یک نقطه باید از رابط استفاده شود.

۷-۳-۱۳ شماره سیم و ترمینال در انواع کلیدهای قدرت، راه‌انداز و فیدرهای تابلو که عملکرد مشترکی دارند، باید یکی باشند.

۷-۳-۱۴ حداقل ۱۰٪ ترمینال اضافی برای ترمینال کنترل هر تابلو باید در نظر گرفته شود.

۷-۳-۱۵ پلاک مشخصات دستگاه‌ها باید بر اساس استاندارد IEC 61439-1 بوده و اطلاعات روی پلاک دستگاه باید توسط نماینده شرکت تأیید شود. پلاک مزبور باید از جنس سخت و مقاوم در مقابل خوردگی باشد.

پلاک دستگاه حداقل باید شامل اطلاعات زیر باشد: نام سازنده و علامت تجاری آن، نوع و شماره سریال آن، تاریخ تولید، ظرفیت نامی دستگاه و شماره استاندارد مرتبط.

۷-۳-۱۶ برچسب واحدهای کشودار باید در هر دو قسمت ثابت و کشویی تابلو نصب شده باشند.

۷-۳-۱۷ وقتی عملیات قسمت‌های مختلف تابلو احتیاج به اقدامات ترتیبی دارند، به طور مثال آزاد نمودن سیستم قفل همبند^۱، باید در محل عملیات لوح دستورالعمل نصب شده باشد.

۷-۴ ملاحظات ایمنی و قفل‌های همبند^۲

۷-۴-۱ تابلوهای قدرت و فرمان فشار ضعیف باید حداکثر درجه ایمنی را تحت تمام شرایط عادی و غیرعادی عملیاتی دارا باشد. دسترسی ناخواسته و بدون استفاده از ابزار مخصوص، لمس بخش‌های برقدار تابلو یا انجام هرگونه عملیاتی در قسمت‌هایی از تابلو که می‌تواند منجر به جرقه شود، امکان پذیر نباشد.

۷-۴-۲ کلیدهای قدرت و فیدرها باید مجهز به قفل همبند ایمن برای عملکرد تجهیزات مرتبط در سیستم‌های الکتریکی مطابق الزامات استاندارد IEC 61439 باشد. سیستم‌های قفل همبند باید از نوع مکانیکی باشند.

۷-۴-۳ راه‌انداز موتورها باید طوری به سیستم قفل همبند مجهز باشند که باز نمودن درها و درپوش راه‌انداز در موقعی که کلید جداکننده روی حالت روشن است، غیر ممکن باشد. کلید جداکننده باید فقط در مواردی که درها و/یا درپوش بدنه راه‌انداز کاملاً بسته بوده و دستگاه کشویی نیز کاملاً در جای خود قرار دارد، عمل کند.

۷-۴-۴ راه‌انداز موتورهای دو سرعت و/یا چپگرد راستگرد علاوه بر قفل همبند الکتریکی در مدار کنترل باید مجهز به قفل همبند مکانیکی هم باشد.

۷-۴-۵ کلیه قفل‌های همبندی که جهت جلوگیری از خطای عملیاتی خطرناک در نظر گرفته شده‌اند، باید طوری ساخته شوند که ساختار آن به آسانی تغییر نکند. چنانچه قفل همبند مکانیکی بدون به کاربردن ابزار، امکان تغییر دارد، باید از قفل دستی (سازوکار قفل و کلید) استفاده نمود. مشخصات قفل‌های همبند یا قطعاتی که برای حفاظت قفل و کلید استفاده می‌شوند، باید به تأیید نماینده شرکت برسد.

۷-۴-۶ وقتی قسمت کشویی از تابلو جدا شده باشد، قسمت‌های برق‌دار ثابت در داخل بدنه تابلو باید در جهت جلوگیری از تماس، حفاظت شده باشد.

۷-۴-۷ موانع انتشار جرقه باید به گونه‌ای قرار داده شود که از انتشار احتمالی جرقه از یک قسمت عمودی تابلو به قسمت عمودی دیگر و نیز از یک محفظه به محفظه دیگر بدنه جلوگیری کند.

۷-۴-۸ افزایش دمای قسمت‌های حامل جریان برق باید به اندازه‌ای که در استاندارد IEC 60947 گفته شده است و براساس شرایط محیطی که در داده برگ اعلام خواهد شد، محدود شود.

1- Interlock System
2- Interlocks

۷-۴-۹ تابلو باید تنش‌های حرارتی و دینامیکی ناشی از جریان اتصال کوتاه را تحمل کند. سازنده باید در زمان پیشنهاد، میزان تحمل جریان اتصال کوتاه در تمام اجزاء تابلو از قبیل شینه‌ها، کلیدها، راه اندازها و غیره را اعلام کند.

۷-۴-۱۰ قسمت‌های فلزی بدون جریان برق در تابلو که شامل بدنه نیز می‌باشد، باید به هم و به شینه زمین وصل شوند. درها باید به بدنه اصلی با سیم مسی قابل انعطاف به بدنه اصلی وصل شوند.

۸ قسمت‌های اصلی تابلو

۸-۱ کلید قطع قدرت هوایی ورودی

۸-۱-۱ در تابلوی فشار ضعیف، برای ورودی‌ها و اتصال بین دو شینه باید از کلید قطع قدرت هوایی استفاده کرد.

۸-۱-۲ کلیدهای قدرت ورودی و رابط اتصال دو شینه باید از کلید هوایی چهار پل کشویی باشند. از کلیدهای قدرت نوع خودکار^۱ نباید برای این منظور استفاده شود.

۸-۱-۳ در مواردی که تابلو صرفاً از یک ترانسفورماتور تغذیه می‌شود و/یا سیستم فاقد بار تکفاز باشد، می‌توان از کلید سه پل نیز برای ورودی استفاده نمود.

۸-۱-۴ کلیدهای قدرت هوایی باید براساس استاندارد IEC 60947-2 در رابطه با ظرفیت، آزمون، عملکرد و جهت کارکرد بدون وقفه مناسب باشد. (براساس طبقه‌بندی B).

۸-۱-۵ هر دو مقدار ظرفیت جریان اتصال کوتاه وصل و قطع کلید قطع کننده باید بزرگتر یا مساوی جریان اتصال کوتاه پیش‌بینی شده در محل نصب باشند. ظرفیت نهایی مجاز قطع جریان اتصال کوتاه^۲ و ظرفیت سرویس مجاز قطع جریان اتصال کوتاه^۳ در کلید قطع هوایی باید برابر باشند.

۸-۱-۶ کلیدهای قدرت که در استاندارد IEC 60947-2 تعیین شده، باید کاملاً با تابلو و متعلقات نصب شده در آن مطابقت داشته باشد.

۸-۱-۷ ظرفیت جریان نامی کلیدهای قدرت باید بر اساس توصیه‌های استانداردهای IEC و با در نظر گرفتن شرایط محیطی درج شده در داده برگ، انتخاب گردند. کلیدهای قدرت ورودی باید طوری طراحی شوند که تمام بار ارائه شده در نقشه تک خطی شامل بار فیدرهای رزرو و فیدرهایی که در آینده در قسمت‌های خالی نصب خواهند شد را تأمین کند.

1- Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

2- Rated ultimate short-circuit breaking capacity (Icu)

3- Rated service short-circuit breaking capacity (Ics)

۸-۱-۸ ظرفیت اتصال کوتاه کلیدهای قدرت باید با ظرفیت اتصال کوتاه و ضریب قدرت تعیین شده متناسب باشد. ظرفیت قطع و وصل کلیدهای قدرت که در استاندارد IEC 60947-2 به آن اشاره شده به ترتیب نباید از ۵۰ kA و ۱۰۵ kA مقدار مؤثر جریان نامی متقارن، کمتر باشد.

۸-۱-۹ کلیدهای قدرت باید قادر به قطع جریان اتصال کوتاه بدون استفاده از محدود کننده‌های جریان و/یا فیوزها باشند.

۸-۱-۱۰ سازوکار عملکرد کلیدهای قدرت هوایی باید از نوع انرژی فنر شارژ شده باشد. شارژ فنر باید با موتور برقی و نیز با اهرم دستی انجام شود. سازوکار فنری شارژ شده باید قابلیت سه عملکرد قطع، وصل، قطع را داشته باشد.

۸-۱-۱۱ کلیدهای قدرت باید مجهز به مدار جلوگیری از وصل مجدد ناخواسته باشد.

۸-۱-۱۲ ولتاژ شارژ فنر موتور و ولتاژ بستن و قطع آنی^۱ مدار کلید قدرت باید $V 110$ مستقیم با حفاظت مستقل باشد، به جز مواردی که در داده برگ ارائه شده باشد. برق $V 110$ مستقیم از سیستم منبع تغذیه کلید خانه فرعی برق مستقیم تأمین خواهد شد. در صورتی که نماینده شرکت تأیید کند، از برق $V 230$ متناوب جهت شارژ فنر موتور می‌توان استفاده نمود.

۸-۱-۱۳ قطع آنی کلید قدرت باید دارای هر دو سازوکار قطع کننده قطع آنی دستی و سیم پیچ موازی قطع باشد. آزاد کننده برقی و دستی فنر باید تعبیه شود. کلیدهای قدرت باید به منظور کنترل از راه دور مناسب باشند. خریدار باید نحوه کنترل از راه دور و/یا کنترل محلی را در داده برگ انتخاب کند.

۸-۱-۱۴ با نصب حفاظ مناسب بر روی کلید کنترل دستی محلی باید از عملکرد غیر ارادی جلوگیری شود.

۸-۱-۱۵ وقتی که کلید قدرت در حالت آزمون است، باید وسیله‌ای جهت آزمون سازوکار بسته شدن و قطع آنی مدار کلید قدرت تعبیه شود.

۸-۱-۱۶ برای کلیدهای قدرت باید سه حالت مشخص وجود داشته باشد. سازوکار حالت کشویی باید مدار کلید قدرت را دقیقاً در سه حالت «متصل شده»، «آزمون» و «خارج شده» نگه دارد. زمانی که کلید در حالت روشن باشد، وسیله قطع کلید قدرت باید با محور جابجائی کشو به صورت قفل همبند مکانیکی^۲ باشد تا از داخل و خارج نمودن کلید جلوگیری کند.

۸-۱-۱۷ جهت سهولت تغییر وضعیت کلید قدرت توسط کاربر، ادوات مکانیکی کمکی مانند دستگیره باید براساس زیربند ۷-۹ تعبیه شود. کلید قدرت باید قابلیت قفل شدن در حالت آزمون و قطع را داشته باشد.

1- Trip

2- Mechanically Interlocked

۸-۱-۱۸ کلیدهای قدرت باید مجهز به شاتر خودکار جهت پوشاندن محل اتصال به شینه‌ها و کابل‌ها در موقع خارج نمودن کلید باشند، شاترها باید در موقعی که کلید قدرت به سمت حالت اتصال حرکت می‌کند باز شوند. شاترها باید در طرف شینه‌ها به رنگ قرمز و در طرف کابل‌ها به رنگ زرد باشند.

۸-۱-۱۹ اتصالات مدار کنترل کلید قدرت (اتصال ثانویه/اتصال کلید به مدار کنترل) باید توسط مفاصل محکم و خود تنظیم محور و/یا کابل کنترل قابل انعطاف برقرار شود. هر دو سیستم باید اجازه عملیات آزمون کلید قدرت را در حالت آزمون بدهد.

۸-۱-۲۰ علاوه بر کنتاکت‌های کمکی که برای عملکرد کلید قدرت لازم است، حداقل دو عدد کنتاکت در حالت عادی باز (N/O) و حداقل دو عدد کنتاکت در حالت عادی بسته (N/C) مشابه کنتاکت کمکی باید تعبیه و تا سر ترمینال سیم‌کشی شده باشد. اگر کنتاکت کمکی اضافی نیز لازم باشد، در داده برگ نشان داده خواهد شد.

۸-۱-۲۱ کلیه سیم‌کشی‌های مدار کمکی متصل به کلید قدرت، باید به ترمینال قابل دسترسی که در داخل محفظه کلید قدرت نصب شده متصل و شماره‌گذاری شوند. هر ترمینال و سیم مرتبط باید به طور واضح و روشن با همان نماد و شماره‌ای که در نقشه نشان داده شده است، مشخص شود. برای فیدرهای مشابه، فرآیند شماره‌گذاری باید یکسان باشد.

۸-۱-۲۲ کلیدهای قدرت با ظرفیت و ولتاژ کنترل مشابه باید کاملاً قابلیت جایگزینی با یکدیگر را داشته باشند و کلیدهای قدرت با ظرفیت متفاوت قابلیت جایگزینی نداشته باشند.

۸-۱-۲۳ کلیدهای قدرت باید نشان‌گرهای مکانیکی داشته باشند که وضعیت باز/بسته کنتاکت و حالت شارژ فتر را نشان دهند. همچنین تابلو باید دارای چراغ‌های نشان‌گر به رنگ‌های قرمز و سبز براساس توصیه‌های استاندارد IEC 60073 بوده که موقعیت کلیدها را در حالت بسته و/یا باز نشان دهد. به علاوه چراغ نشان‌گر زرد رنگ باید به منظور نشان دادن قطع مدار ناشی از خطا تعبیه شود.

۸-۱-۲۴ کلید قدرت باید دارای سیستم نظارت بر مدار فرمان قطع (قطع آنی) به همراه یک چراغ سفید جهت نشان دادن سلامتی مدار فرمان قطع (قطع آنی) و مدار تغذیه آن باشد.

۸-۱-۲۵ تمهیدات «آزمون صحت چراغ‌های نشان‌گر» باید برای فیدرها منظور شود.

۸-۱-۲۶ کلیدهای قدرت ورودی باید به ابزارهای نشان‌دهنده و رله‌های حفاظتی مجزای لازم که در نقشه تک خطی و/یا در داده‌برگ نشان داده شده است، مجهز باشند. در صورت استفاده از رله‌های حفاظتی همراه کلید، مراتب باید به تأیید کارفرما برسد. هر یک از این کلیدهای ورودی باید حداقل دارای ویژگی‌های زیر باشد. رله‌ها بر اساس استاندارد ANSI C37.2 (IEEE C37.2) نام گذاری می‌شوند:

- رله اضافه جریان آنی و تأخیر زمانی (۵۰/۵۱)

- رله اضافه جریان زمین آنی و زمانی (۵۰N/۵۱N)

- حفاظت افت ولتاژ و کنترل توالی فازها (۴۷/۲۷)

- آمپر متر با کلید چند وضعیت (یا سه آمپر متر مجزا، برای هر فاز یک آمپر متر)

- ولت متر با کلید چند وضعیت فازها

سایر رله‌های حفاظتی باید مطابق با نقشه تک خطی در نظر گرفته شوند.

۸-۱-۲۷ کلید قدرت رابط اتصال شینه‌ها باید به رله‌های حفاظتی و سیستم قفل همبند الکتریکی^۱ که در نقشه تک خطی نشان داده شده است، مجهز باشد.

۸-۱-۲۸ در صورتی که در نقشه‌های تکی خطی و/یا داده برگ‌ها، سیستم انتقال خودکار^۲/دستی مشخص شده باشد، به استاندارد IPS-E-EL-100 مراجعه شود.

۸-۲ کنترل کننده‌های موتور

۸-۲-۱ در تابلوی فشار ضعیف، راه‌اندازهای موتوری باید از نوع کشویی بوده و هر کدام در محفظه جداگانه نصب شوند. تعداد و مشخصات فنی موتور باید در نقشه تک خطی و/یا در داده برگ نشان داده شود.

۸-۲-۲ بجز مواردی که در نقشه تک خطی نشان داده شده، موتور تک سرعت، دوسرعت و چپگرد-راستگرد باید به صورت مستقیم برخط^۳ راه‌اندازی شده و الزامات IEC 60947-4 باید در آن‌ها رعایت شود.

۸-۲-۳ راه‌اندازهای موتوری نصب شده در تابلوی فشار ضعیف جهت کنترل بار الکتریکی^۳ فاز ۳ V ۴۰۰ و/یا موتورها تا توان ۱۵۰kW طراحی می‌شوند. (ولتاژ موتورهای ۱۵۰kW را می‌توان از V ۴۰۰ و/یا kV ۶ که هر کدام موجود باشد استفاده کرد).

۸-۲-۴ راه‌اندازهای موتور باید حداقل شامل تجهیزات زیر مطابق با استاندارد IPS-E-EL-100 باشند:

- فیوزهای با قدرت قطع اتصال کوتاه بالا^۴ با کلید جداساز، یا کلیدهای قدرت نوع خودکار (بدون حفاظت اضافه بار)، یا کلید حفاظت موتوری^۵ (بدون حفاظت اضافه بار) با توافق کارفرما

- کنتاکتور

1- Electrical Interlocks
2- Automatic Transfer System (ATS)
3- Direct on Line (DOL)
4- High Rupturing Capacity (HRC)
5- Motor Protection Circuit Breaker (MPCB)

- رله‌های حفاظتی الزامی

- سایر رله‌های حفاظتی مورد نیاز، تجهیزات کنترلی و ابزارهای نشان دهنده که در نقشه تک خطی دیده شده و/یا این که در این استاندارد مشخص شده باشد.

۸-۲-۵ هر دو مقدار ظرفیت جریان اتصال کوتاه وصل و قطع کلید قطع کننده باید بزرگتر یا مساوی جریان اتصال کوتاه پیش‌بینی شده در محل نصب باشند. ظرفیت نهایی مجاز قطع جریان اتصال کوتاه^۱ (Icu) و ظرفیت سرویس مجاز قطع جریان اتصال کوتاه^۲ (Ics) در کلید قطع نوع کمپکت باید برابر باشند.

۸-۲-۶ کلیه فیدرهای راه انداز موتوری باید مطابق الزامات استاندارد IEC 60947-4-1 باشند. فیدرهای مذکور باید از نوع هماهنگ‌سازی^۲ باشند و سازنده باید مدارک لازم را در این خصوص به کارفرما ارائه نماید.

۸-۲-۷ انواع ترکیب‌های سوئیچ-فیوزها (قابل و غیر قابل قطع زیر بار) باید براساس IEC 60947-3 باشد. سوئیچ‌های قابل قطع زیر بار باید از طبقه AC-23 باشند. جداکننده‌ها باید از جلو تابلو بدون بازکردن در یا پوشش آن قابل عملکرد باشند. فیوز با قدرت قطع اتصال کوتاه بالا^۳ باید بر اساس استاندارد IEC 60269-1 باشد.

۸-۲-۸ کنتاکتورها باید ۳ قطب با عملکرد مغناطیسی و از نوع هوایی برای طبقه AC-3 براساس استاندارد IEC 60947-4 باشد. برای موتورهای القایی چابی^۴ یا سرویس معکوس باید از کنتاکتور طبقه AC-4 استفاده کرد.

۸-۲-۹ علاوه بر کنتاکت‌های اصلی و کنتاکت کمکی که برای عملکرد راه‌انداز به کار می‌رود، حداقل یک کنتاکت در حالت عادی باز و یک کنتاکت در حالت عادی بسته به عنوان کنتاکت‌های کمکی باید برای هر یک از کنتاکتورها تعبیه شود و باید به ترمینال بلوک محفظه، سیم‌کشی شده باشد.

۸-۲-۱۰ نقشه مدار فرمان راه‌اندازهای موتور باید مطابق با نقشه شماتیک درخواست شده باشد.

۸-۲-۱۱ ولتاژ نامی کنتاکتور باید تک فاز $V \ 230$ متناوب که از ترانسفورماتور کنترل ایزوله در هر محفظه مجزا یا در هر محفظه راه‌انداز موتور که توسط نماینده شرکت مشخص شده‌اند، تغذیه می‌شود، باشد. مدار کنترل باید با یک فیوز مناسب محافظت شده باشد. در حالتی که خریدار، ولتاژ کنترل دیگری را در داده برگ و/یا نقشه تک خطی اعلام کند، باید تجهیزات کمکی لازم برای هر یک از راه‌اندازهای موتور برای این منظور تهیه شود.

1- Rated ultimate short-circuit breaking capacity (Icu)
2- Rated service short-circuit breaking capacity (Ics)
3- High Rupturing Capacity (HRC)
4- Inching

۸-۲-۱۲ در جایی که جریان خازنی کابل‌های کنترل از جریان مربوط به توان قابل تحمل (توان حداکثر) سیم‌پیچ کنتاکتور بیشتر باشد، سازنده باید الزامات انطباق جهت استفاده از کنتاکتور بزرگتر یا توان تحمل بیشتر را رعایت کند. سایر راه‌حل‌ها با تأیید نماینده شرکت قابل قبول است. شرکت جزئیات کابل‌های کنترلی را ارائه خواهد داد.

۸-۲-۱۳ راه‌اندازهای موتور باید دارای کلید چند وضعیتیتی جهت انتخاب حالت عادی و آزمون عملکرد راه‌اندازها برای زمانی که از مدار اصلی ایزوله می‌شوند، باشند. در حالت آزمون که مدار کنترل از مدار اصلی مجزا می‌باشد، مدار کنترل باید به سوکت نری که در هر مدار راه‌انداز بدین منظور تعبیه شده، متصل شود. در این حالت ولتاژ کنترل به سوکت نری وصل بوده و می‌توان راه‌انداز را آزمون کرد.

۸-۲-۱۴ به جز مواردی که در نقشه نشان داده شده است، یک منبع تغذیه ولتاژ $V 230$ آزمایشی (تغذیه شده از ترانسفورماتور ایزوله) مجهز به وسایل ایزوله نمودن و فیوز مناسب جهت مدار کنترل بزرگترین دستگاه راه‌انداز باید در هر قسمت شینه تعبیه شود. منبع تغذیه ولتاژ آزمون باید در محفظه مربوط جاسازی شده باشد و باید به سوکت دو قطب (حداقل دو عدد) که در روی در محفظه نصب شده باشد، وصل شود.

۸-۲-۱۵ کابل قابل انعطاف با سوکت و پلاگ مناسب به منظور اعمال ولتاژ آزمون قابل اتصال به پلاگ نری تمامی راه‌اندازها همانگونه که در زیربند ۸-۲-۱۳ مشخص گردیده باید توسط سازنده تأمین شود. کابل قابل انعطاف باید طول کافی داشته باشد تا بتواند ولتاژ آزمون را به همه راه‌اندازها که در هر قسمت از تابلو برق قدرت قرار دارند، به منظور آزمون متصل کند.

۸-۲-۱۶ راه‌اندازهای موتور باید دارای ایستگاه کنترل محلی روشن/خاموش براساس الزامات زیربند ۹-۱ این استاندارد باشد.

۸-۲-۱۷ دکمه فشاری خاموش/ دکمه ریست ماندگار که از بیرون محفظه راه‌انداز قابل دسترسی باشد باید در قسمت جلو تمام راه‌اندازهای موتور نصب شود. به جز مواردی که در نقشه تک خطی نشان داده شده است، شستی روشن نمودن در محفظه راه‌انداز نیاز نیست (به جز برای شرایط آزمون مندرج در زیربند ۸-۲-۱۳).

۸-۲-۱۸ هر دستگاه راه‌انداز باید به لامپ‌های نشان‌دهنده زیر، که در روی در تابلو راه‌انداز نصب می‌شود مجهز شده باشد:

- لامپ قرمز جهت وضعیت روشن (On)

- لامپ سبز جهت وضعیت خاموش (Off)

- لامپ زرد جهت وضعیت عیب (Fault)

۸-۲-۱۹ برای راه‌اندازهای موتور تا ۳۰ kW باید رله اضافه بار حرارتی مستقیم یا الکترونیکی لحاظ شود. علاوه بر این رله، حفاظت قطع یک فاز نیز باید داشته باشد به طوری که کنتاکتور در شرایط تک فاز بتواند عمل قطع آنی را انجام دهد. رله حفاظتی اضافه بار حرارتی یا الکترونیکی باید سه فاز و مجهز به جبرانگر قابل تنظیم دمای محیط باشد. مشخصه قطع آنی رله حرارتی باید در محدوده صفر درجه تا ۵۰ درجه سانتی گراد و بصورت یکنواخت باشد. میزان تنظیم رله حرارتی مستقیماً بر مبنای آمپر کالیبره شود. شستی ریست روی در نصب می‌شود.

۸-۲-۲۰ برای راه‌انداز موتورهای ۳۰ kW و بالاتر، رله‌های اضافه باری که توسط ترانسفورماتور جریان عمل می‌کنند باید به کار برده شود. برای این موتورها رله حفاظتی آنی اتصال به زمین که از ترانسفورماتور جریان از نوع بالانس دروازه‌ای^۱ باشد، باید استفاده شود. رله اتصال زمین باید تا حدود ۱۰٪ جریان بار کامل موتور قابل تنظیم باشد که کنتاکتور را قطع آنی دهد. رله حفاظت در برابر در تکفاز شدن نیز علاوه بر رله‌های حفاظتی اضافه بار و اتصال زمین، باید لحاظ شود.

۸-۲-۲۱ راه‌اندازهای موتوری باید شامل سایر رله‌های حفاظتی یا رله‌های کنترل که بر طبق الزامات فرآیندی بوده و در نقشه تک خطی نشان داده شده است نیز باشند.

۸-۲-۲۲ رله‌ها باید براساس زیربند ۳-۹ این استاندارد باشند. رله‌های حفاظتی موتور از نوع ریزپردازنده نیز مورد قبول می‌باشد.

۸-۲-۲۳ کلیه راه‌اندازهای موتوری ۴ kW و بالاتر باید به یک آمپرتر که در جلو تابلو راه‌انداز نصب شده باشد، مجهز باشند. این آمپرتر باید به ترانسفورماتور جریان که در فاز میانی نصب شده است، متصل می‌شود. همچنین این راه‌اندازها باید مجهز به ترانسفورماتور جریان با جریان ثانویه یک آمپر به منظور نشان دادن جریان موتور از راه دور باشند. آمپرتری که به این ترانسفورماتور جریان متصل شده است، در ایستگاه کنترل محلی موتور مرتبط نصب خواهد شد.

۸-۲-۲۴ برای موتورهای کمتر از ۴ kW، در تابلوی راه‌انداز، نیاز به نصب آمپرتر نیست، اما وقتی که این موتورها از محل روشن نمودن قابل رؤیت نباشد، در ایستگاه کنترل محلی موتور، باید آمپرتر وجود داشته باشد.

۸-۲-۲۵ ماژول‌های راه‌انداز که ظرفیت و مدار کنترل یکسان و مشابه دارند باید قابلیت جایگزینی را داشته باشند. ماژول‌هایی که از نظر مکانیکی مشابه هم ولی از نظر الکتریکی مختلف باشند، نباید قابل جایگزین باشند. به طور مثال قرار گرفتن راه‌انداز موتوری در محفظه فیدری هم‌اندازه خودش نباید امکان‌پذیر باشد.

1- Core Balance

۸-۲-۲۶ راه‌اندازهای موتوری یدک موتور همان‌طور که در نقشه تک خطی نشان داده می‌شود باید تجهیز شود. محفظه خالی جهت موارد استفاده در آینده که در زیربند ۷-۱-۸ اعلام شده در نظر گرفته شود.

۸-۳ سایر فیدرهای خروجی (بجز انواع موتوری)

۸-۳-۱ فیدرهای خروجی تابلوی قدرت فشار ضعیف ممکن است شامل کلید فیوز یا کلید قدرت هوایی باشد. اندازه و نوع فیدر کلید فیوز و/یا قطع کننده در نقشه تک خطی و/یا داده برگ ارائه خواهد شد.

۸-۳-۲ کلید قدرت فیدر خروجی در صورتی که توسط نماینده شرکت تأیید شده باشد، می‌تواند تا ظرفیت A ۴۰۰ از نوع کلید قدرت خودکار^۱ باشد. برای ظرفیت‌های بالاتر از A ۴۰۰، باید کلید قدرت هوایی استفاده شود.

۸-۳-۳ هر کدام از فیدرهای خروجی که شامل کلید قدرت یا کلید فیوزها می‌باشد، باید در محفظه جداگانه نصب شود.

۸-۳-۴ کلیدهای قدرت و کلید فیوزها باید بر اساس الزامات IEC 60947-2 و IEC 60947-3 باشند.

۸-۳-۵ فیدرهای خروجی با توان A ۱۰۰ و بالاتر باید با یک آمپر متر همراه کلید چند وضعیت یا سه آمپر متر، (یک آمپر متر برای هر فاز) تعبیه شود.

۸-۳-۶ هر ترمینال و سیم مرتبط باید به طور واضح و روشن با همان نماد و شماره‌ای که در نقشه نشان داده شده است، مشخص شود. برای فیدرهای خروجی مشابه، فرآیند شماره‌گذاری باید یکسان باشد.

۸-۳-۷ هر دو مقدار ظرفیت جریان اتصال کوتاه وصل و قطع کلید قطع کننده باید بزرگتر یا مساوی جریان اتصال کوتاه پیش‌بینی شده در محل نصب باشند. ظرفیت نهایی مجاز قطع جریان اتصال کوتاه و ظرفیت سرویس مجاز قطع جریان اتصال کوتاه در کلید قطع هوایی باید برابر باشند.

۹ قطعات کمکی

۹-۱ ایستگاه‌های محلی کنترل موتور

۹-۱-۱ ایستگاه‌های محلی کنترل موتور، نزدیک موتورهایی که آنها را کنترل می‌کنند قرار خواهند گرفت. اگر ایستگاه‌های محلی کنترل موتور با تابلوهای قدرت با هم سفارش داده شوند باید در داده برگ قید شود. الزامات مذکور باید مطابق با IPS-M-EL-161 باشند.

1- Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

۹-۱-۲ بجز در مواردی که در فلسفه سیستم کنترل بیان شده است، ایستگاه محلی کنترل موتور باید حداقل دارای شستی فشاری روشن-خاموش و در صورت لزوم همراه با آمپر متر مناسب باشد. آمپر متر می تواند در ایستگاه کنترل موتور قرار گرفته باشد. امکان قفل کردن شستی در حالت خاموش باید در ایستگاه کنترل موتور وجود داشته باشد.

۹-۱-۳ ترانسفورماتورهای جریان جداگانه ای باید در محفظه های راه انداز موتور تعبیه شود و به آمپر مترها در ایستگاه کنترل موتور براساس الزامات زیر بند ۹-۴ وصل شوند.

۹-۱-۴ ترمینال هایی باید در محفظه راه انداز تعبیه شوند تا به آمپر متر و شستی های نصب شده در ایستگاه محلی کنترل موتور وصل شوند.

۹-۱-۵ ایستگاه محلی کنترل موتور باید مناسب محوطه های طبقه بندی شده بیرونی و براساس استانداردهای IPS مرتبط باشد.

۹-۱-۶ بجز در مواردی که در فلسفه سیستم کنترل بیان شده است، در صورتی که در نقشه تک خطی نشان داده شده باشد، کلیدهای سه وضعیتی «محلی- صفر- از راه دور» یا «دستی- صفر- خودکار» باید روی ایستگاه کنترل محلی، نصب شود. عبارت «وضعیت صفر» در کلیدهای سه وضعیتی به معنای «بدون وضعیت» تعریف می شود و نباید منجر به خاموش شدن موتور شود.

۹-۲ دستگاه های اندازه گیری

۹-۲-۱ دستگاه های اندازه گیری و نشان دهنده باید همان طور که در نقشه تک خطی و/یا در داده برگ نشان داده شده است در نظر گرفته شود.

۹-۲-۲ کلیه دستگاه های اندازه گیری باید براساس الزامات استاندارد IEC 60051 ساخته شود.

۹-۲-۳ در صورتی که در نقشه تک خطی یا در داده برگ نشان داده شده باشد، خروجی دستگاه مبدل 4-20 mA طبق استاندارد IEC 60668، به منظور ارسال سیگنال های آنالوگ انتخابی به سیستم های نظارتی از راه دور مثل سیستم کنترل توزیع شده^۱ باید در نظر گرفته شود.

۹-۲-۴ دستگاه های اندازه گیر باید از نوع مناسب جهت نصب بر روی در تابلو بوده و حداقل با درجه حفاظت بدنه IP 41 و IP 55 به ترتیب برای محوطه های داخلی و بیرونی ساختمان باشند.

۹-۲-۵ دستگاه های اندازه گیری باید در اثر عبور جریان های خطا در اولیه ترانسفورماتور جریان یا تغییرات ولتاژ در محدوده کار سیستم قابل بهره برداری باشند.

1- Distributed Control System (DCS)

۹-۲-۶ آمپرمترها، ولت‌مترها و کنتورهای آنالوگ باید دارای کلاس دقت ۱٫۵ یا بهتر باشند. تجهیزات فوق از نوع دیجیتال باید دارای کلاس دقت ۱/۰ یا بهتر باشد.

۹-۲-۷ آمپرمترهایی که برای موتور به کار می‌روند باید از نوع آنالوگ بوده و تحمل جریان راه‌اندازی موتور را داشته باشند. درجه‌بندی فشرده آمپر متر باید حداقل ۶ برابر جریان بار کامل موتور باشد. درجه‌بندی اندازه‌گیر جهت این نوع آمپرمترها باید طوری باشد که حداقل ۱۲۰٪ جریان نامی بار را در صفحه اندازه‌گیر نمایش دهد. حداکثر جریان بار موتور باید با خط قرمز در درجه‌بندی آمپر متر نشان داده شود.

۹-۲-۸ تمام دستگاه‌های اندازه‌گیری آنالوگ نصب شده در تابلوی قدرت باید به شکل مربع $72\text{ mm} \times 72\text{ mm}$ باشند. اندازه $96\text{ mm} \times 96\text{ mm}$ نیز قابل قبول می‌باشد، اما اندازه $72\text{ mm} \times 72\text{ mm}$ اولویت دارد. درجه‌بندی اندازه‌گیر باید مقادیر واقعی باشند.

۹-۳ رله‌های حفاظتی

۹-۳-۱ کدهای عملکرد حفاظتی که در نقشه تک خطی نشان داده شده است بر اساس آخرین نسخه استاندارد ANSI C37.2 (IEEE C37.2) و نیز IPS-E-EL-100 می‌باشد.

۹-۳-۲ کلیه رله‌های حفاظتی با عملکرد یکسان باید از نوع مشابه بوده و قابلیت جایگزینی را داشته باشند. رله‌ها ترجیحاً طوری باشند که با برداشتن هر رله، ترانسفورماتور جریان مرتبط را به طور خودکار اتصال کوتاه کند.

۹-۳-۳ کلیه رله‌های حفاظتی باید امکانات آزمون و رله‌های حفاظتی ریزپردازنده‌ای باید قابلیت پیکربندی را داشته باشند. هر عملکرد حفاظتی باید به صورت مستقل قابلیت فعال شدن را داشته باشند. فعال و غیرفعال کردن هر عملکرد حفاظتی، نباید تأثیری بر سایر عملکردها داشته باشد.

۹-۳-۴ هر فیدر ورودی و باس کوپلر باید به رله‌های حفاظتی ریزپردازنده‌ای مجهز باشند. طرح حفاظت باید بر مبنای طرح ایمن^۱ بوده و کنتاکت‌های خود-نظارتی^۲ برای نمایش صحت تجهیز حفاظتی وجود داشته باشند. تجهیز باید دارای کنتاکت‌هایی برای ارسال هشدار به صورت سخت‌افزار^۳ باشد.

۹-۳-۵ رله‌ها باید به نشان دهنده نوع قطع آنی مجهز شود که برای اپراتور قابل رویت باشد.

۹-۳-۶ رله‌ها باید قابلیت ریست کردن دستی را داشته باشند.

1- Fail Safe
2- Watchdog
3- Hardwire

۹-۳-۷ یک رله جداگانه قفل شونده الکترومکانیکی (۸۶) جهت جلوگیری از استارت مجدد خودکار باید بر روی تمام فیدرهای مجهز به کلید قدرت هوایی نصب شوند (بجز رله اضافه بار حرارتی ۴۹) که فقط می‌توانند به صورت دستی ریست شوند.

۹-۳-۸ در کلیه فیدرهای مجهز به کلید قدرت هوایی، ترمینال‌های ثانویه هر یک از ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ باید به بلوک رابط آزمون قابل دسترس وصل شده باشد.

۹-۳-۹ در صورتی که از رله‌های حفاظتی دیجیتال قابل برنامه‌ریزی استفاده شود، نرم افزارهای مرتبط و دستورالعمل و کتابچه‌های راهنمایی عیب‌یابی باید ارائه شود.

۹-۴ ترانسفورماتورهای جریان

۹-۴-۱ ترانسفورماتورهای جریان باید بر اساس استاندارد IEC 61869-2 باشند.

۹-۴-۲ در تابلوی قدرت، جریان نامی ثانویه برای رله‌های حفاظتی باید A ۱ یا A ۵ و برای تجهیزات اندازه‌گیری باید A ۵ باشد. برای تجهیزات اندازه‌گیری راه دور، جریان نامی باید یک آمپر باشد. جریان نامی یک آمپر می‌تواند مستقیماً یا از طریق ترانسفورماتور جریان کمکی تأمین شود.

۹-۴-۳ سازنده تابلو مسئول بررسی و انتخاب توان خروجی ترانسفورماتور جریان می‌باشد. در صورت مغایرت با نقشه تک خطی کارفرما، سازنده باید محاسبات تعیین توان خروجی ترانسفورماتور جریان را جهت تأیید کارفرما ارائه نماید.

۹-۴-۴ کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان به منظور اندازه‌گیری باید ۱ یا بهتر باشند. کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان جهت آمپرترهای اندازه‌گیر از راه دور باید ۳ یا بهتر باشند.

۹-۴-۵ کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان تجهیزات حفاظتی تابلوهای قدرت باید 5P باشند. سازنده رله باید کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان جهت استفاده در رله‌های حفاظتی موتور را تعیین کند. در این حالت کلاس دقت 10P مورد قبول است و همچنین کلاس دقت ترانسفورماتورهای جریان جهت حفاظت تفاضلی (کد مشخصه ۸۷) باید کلاس X که در استاندارد IEC 61869-2 تعریف شده است، باشد.

۹-۴-۶ ثانویه ترانسفورماتورهای جریان باید در یک طرف به زمین متصل باشند. زمانی که ترانسفورماتورهای جریان به صورت Y وصل شده باشند، نقطه اتصال Y باید به زمین متصل باشد. سطح مقطع سیم‌های ثانویه باید حداقل 2.5 mm^2 باشد.

۹-۴-۷ ترمینال‌های ثانویه ترانسفورماتورهای جریان باید به ترمینال‌های قابل دسترسی که دارای رابط اتصال کوتاه هستند متصل شود.

۸-۴-۹ ترانسفورماتورهای جریان کلیدهای قدرت باید در قسمت ثابت داخل تابلوی مرتبط نصب شده باشند. ترانسفورماتورهای جریان برای راه اندازهای موتور باید در قسمت کشویی تابلو نصب شوند.

۹-۴-۹ ترانسفورماتورهای جریان باید قابلیت تحمل جریان خطای تعیین شده تابلو را بدون صدمات حرارتی و مکانیکی داشته باشند.

۱۰-۴-۹ ترانسفورماتورهای جریان باید توان نامی و ضریب امنیت^۱ مورد لزوم را داشته باشند. ضریب امنیت نباید کمتر از ۵ باشد.

۱۱-۴-۹ علامت‌گذاری روی ترانسفورماتورهای جریان باید براساس الزامات استاندارد IEC 61869-2 باشد.

۵-۹ ترانسفورماتورهای ولتاژ

۱-۵-۹ وقتی که ترانسفورماتور ولتاژ در نقشه تک خطی نشان داده شده باشد، باید مطابق با استاندارد IEC 61869-3 بوده و ولتاژ ثانویه آن بر اساس ولتاژ تعیین شده توسط سازنده ادوات حفاظت و / یا اندازه‌گیری انتخاب شود.

۲-۵-۹ ترانسفورماتورهای ولتاژ باید توسط فیوزهای محدود کننده جریان از نوع جدا شونده در طرف اولیه و فیوزها یا کلیدهای مینیاتوری در طرف ثانویه حفاظت شوند.

۳-۵-۹ یک سر سیم‌پیچی ثانویه ترانسفورماتور ولتاژ باید به وسیله رابط قابل برداشت به زمین متصل شده باشد.

۴-۵-۹ ترانسفورماتورهای ولتاژ باید از نوع عایق هوا (خشک) و با کلاس دقت ۱ برای اندازه‌گیری و برای حفاظت با کلاس دقت 3P باشد.

۶-۹ گرم‌کننده‌های ضد رطوبت

۱-۶-۹ گرم‌کننده‌های ضد رطوبت، باید جهت ظرفیت کارکرد دائمی طراحی و از نوع تک فاز V ۲۳۰، ۵۰ Hz انتخاب شوند.

۲-۶-۹ اگر در نقشه‌ها تعداد و اندازه گرم‌کننده‌ها، نشان داده نشده باشند، باید توسط سازنده تابلو انتخاب شود. در این حالت استفاده از یک گرم‌کننده در هر سلول توصیه می‌شود.

1- Fail Safe

۹-۶-۳ گرم‌کننده‌ها باید دارای تغذیه مستقل باشند. این سیستم تغذیه می‌تواند از یک تابلوی مخصوص گرم‌کننده‌ها، یا از تابلوی روشنایی مستقل یا تابلوی توزیع برق تأمین شوند. تابلوهای تغذیه گرم‌کننده‌ها در هر سمت تابلو باید از باس سمت مقابل تأمین شوند.

۹-۶-۴ گرم‌کننده‌ها در هر سلول باید به وسیله کلید مینیاتوری به همراه یک وسیله حفاظتی نشستی به زمین یا قطع‌کننده جریان باقی‌مانده که حساسیت 30 mA را داشته باشد، حفاظت شود.

۹-۶-۵ در هر سلول یک ترموستات/رطوبت‌سنج باید جهت عملکرد گرم‌کننده‌ها تعبیه شود. چراغ نشان‌دهنده (ترجیحاً آبی) باید روی تابلو در نظر گرفته شود که نشان‌دهنده در حال سرویس‌بودن گرم‌کننده مرتبط است.

۹-۶-۶ ترمینال‌های گرم‌کننده‌ها باید پوشش حفاظتی داشته باشند.

۹-۷ لوازم جانبی

۹-۷-۱ لوازم جانبی مورد نیاز جهت انجام عملیات صحیح و مطمئن تابلو باید توسط سازنده تأمین شود. حداقل لوازم جانبی زیر باید جهت هر مجموعه و/یا مجموعه‌ای که در اتاق سوئیچ‌ها قرار دارد، تهیه شود.

الف- وسیله شارژ دستی سیستم عملکرد کلید قدرت توسط انرژی ذخیره شده.

ب- وسیله دستی جهت قرار دادن کلیدهای قدرت در موقعیت‌های مختلف.

پ- اربه مخصوص بیرون آوردن و جابجایی کلیدهای قدرت یا ماژول‌های راه‌انداز بزرگ از محفظه‌ها.

ت- کابل‌های ارتباطی قابل انعطاف جهت آزمون ماژول‌های راه‌انداز کشویی و در حالت بیرون کشیده شده.

ث- تابلوی آزمون برای آزمون کلیدهای قدرت در صورت لزوم (اختیاری).

ج- ابزار مخصوص مورد نیاز جهت نصب و تعمیرات.

۱۰ آزمون‌ها و بازرسی فنی

۱۰-۱ تجهیزات اشاره شده در این استاندارد باید در کارخانه آزمون شده باشند. سه نسخه از گزارش آزمون‌ها و گواهی‌های تأیید شده باید به خریدار تسلیم شود.

۱۰-۲ تمامی آزمون‌های نوعی و آزمون‌های عمومی بر روی تابلوهای قدرت و تجهیزات باید براساس الزامات سری استانداردهای IEC 61439, IEC 60947 و استانداردهای IEC مرتبط که در آنها ذکر شده است، باشد و گواهی‌نامه‌های مرتبط ارائه شود. با درخواست کارفرما آزمایش‌های نمونه‌ای مطابق با استانداردهای مذکور قابل انجام می‌باشد.

۱۰-۳ خریدار نماینده خود را جهت حضور در کارخانه که ناظر آزمون‌ها مطابق الزامات IEC مبتنی بر QCP و ITP توافق شده خواهد بود، تعیین می‌کند. فروشنده زمان این نوع آزمون‌ها را باید حداقل چهار هفته قبل از شروع آزمون به اطلاع خریدار برساند.

۱۰-۴ نماینده خریدار حق دارد جهت بازرسی در تمام مراحل ساخت و آزمون دستگاه‌ها، نظارت داشته باشد.

۱۰-۵ قبل از حمل تابلوی قدرت، آزمون مقاومت عایقی باید بین هر فاز و نول با زمین، در حالی که فازهای باقی‌مانده و نول به زمین وصل شده باشند، انجام شود. مقدار مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده نباید کمتر از $5\text{ M}\Omega$ (مگا اهم) باشد.

همچنین بازرسی ظاهری و موضعی مبنی بر تأیید حداقل موارد ذیل باید انجام پذیرد:

الف- درجه حفاظت بدنه؛

ب- درجه حفاظت در داخل محفظه بین قطعات؛

پ- قابلیت اعتماد و عملکرد موثر جداکننده‌ها و پوشش‌ها؛

ت- قابلیت اعتماد و موثر بودن سازوکار عملکرد قفل‌ها و سیستم قفل همبند^۱؛

ث- عایق‌بندی شینه‌ها؛

ج- فاصله خزش و فاصله‌های مجاز عایقی؛

چ- نصب صحیح قطعات؛

ح- سیستم سیم‌کشی و کابل‌بندی داخلی؛

خ- سیم‌کشی صحیح مدارهای اصلی و کمکی؛

د- مناسب بودن بست‌ها، اتصال زمین و آرایش ترمینال‌ها؛

ذ- برچسب‌گذاری صحیح دستگاه بر اساس عملکرد آن؛

ر- کامل بودن اطلاعات بر روی پلاک دستگاه؛

ز- در دسترس بودن سیستم اتصال زمین در سرتاسر تابلو؛

1- Interlock System

ژ- قابلیت جایگزینی قطعات الکتریکی مشابه؛

س- عدم امکان جایگزینی دستگاه‌های کشویی که از نظر مکانیکی یکسان ولی از نظر الکتریکی متفاوت هستند.

۱۱ لوازم یدکی

۱-۱۱ همراه با تأمین کلیه تجهیزات که بر اساس این استاندارد می‌باشد، باید یک سری کامل از قطعات و لوازم یدکی جهت راه‌اندازی هر تابلوی قدرت داده شود. لوازم یدکی باید با مشخصات قطعات اصلی تابلوی قدرت متناسب بوده و بدون هیچگونه تغییری قابلیت جایگزینی را داشته باشد.

۲-۱۱ فروشنده باید فهرست قطعات یدکی توصیه شده جهت عملیات دو ساله را ارسال کند.

۱۲ مدارک

۱-۱۲ فروشنده باید اطلاعات لازم همراه با پیشنهاد را جهت بررسی ارسال کند. مدارک عمومی/ نقشه‌ها مورد قبول نمی‌باشد. مگر این که آنها برای نشان دادن دستگاه‌های پیشنهادی، بررسی و تجدید نظر شده باشد. مدارک ارسالی با پیشنهاد خرید باید حداقل دارای موارد زیر باشد:

الف- داده برگ درخواستی تکمیل شده.

ب- خلاصه مغایرت‌ها و انحرافات از این استاندارد.

پ- کاتالوگ و بروشور، دارای شرح کامل تابلوی قدرت نمونه و اطلاعات فنی در رابطه با قطعات اصلی و کمکی از جمله کلید قدرت، کنتاکتورها، رله‌ها و دستگاه‌های اندازه‌گیری و غیره.

ت- فهرست لوازم جانبی که در پیشنهاد آمده است.

ث- نقشه‌های ابعادی مقدماتی

ج- ابعاد و وزن تقریبی دستگاه جهت حمل و نقل.

۲-۱۲ مدارکی که باید همراه با دستگاه داده شود حداقل باید شامل موارد زیر باشد:

الف- نقشه‌ها و شماتیک‌های تولید شده باید به صورت نسخه اصلی و چاپی ارائه شوند.

ب- داده برگ درخواستی تکمیل و به روز آمد شده.

پ- نقشه‌های تک خطی نهایی.

- ت- نقشه‌های سیم‌کشی و شماتیک مدار کنترل هر یک از کلیدهای قدرت و راه‌انداز.
- ث- نقشه‌های آرایش عمومی که نشان دهنده ابعاد اصلی، نمایش تابلوها، تابلوهای روی زمین و قسمت‌های حمل و نقل باشد.
- ج- نقشه‌هایی که نشان دهنده ترمینال خروجی و اتصال کابل‌های قدرت باشد.
- چ- اطلاعات مربوط به توالی سامانه قفل همبند^۱ و کلیه دیاگرام‌های منطقی، حسب مورد.
- ح- فهرست قطعات اصلی و کمکی که نشان دهنده اطلاعات ثبت شده برای کلیه قطعات پیشنهادی قابل جایگزینی باشد.
- خ- فهرست قطعات یدکی دوساله پیشنهادی.
- د- گزارش آزمون‌های عمومی نهایی و منحنی عملکرد.
- ذ- مشخصات فنی رنگ‌آمیزی و نتایج آزمون‌ها.
- ر- گواهی‌های آزمون‌های مرتبط مطابق با استاندارد IEC 61439-2 و پیوست D استاندارد IEC 61439-1
- ز- دستورالعمل‌های نصب، بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات.
- ژ- کتابچه‌های عیب‌یابی و رفع اشکال.
- س- نوع رله‌های حفاظتی، منحنی‌ها و محدوده تنظیمات.
- ش- مشخصات فیوزهای قطع‌کننده جریان
- ص- وزن کل مجموعه دستگاه و وزن هر کدام از اجزاء قابل حمل
- ض- فهرست لوازم جانبی و /یا هر ابزار مخصوصی که جهت نصب، بهره‌برداری و تعمیرات لازم است.

۱۳ حمل و نقل

۱-۱۳ فروشنده دستگاه اشاره شده در این استاندارد، به تنهایی مسئولیت بسته‌بندی و آماده نمودن جهت حمل و نقل دستگاه را خواهد داشت.

1- Interlock System

۱۳-۲ بسته‌بندی و آماده‌سازی جهت حمل و نقل باید طوری باشد که در موقع حمل و نقل، جابجایی و روی‌هم‌قرار دادن از خسارت مکانیکی جلوگیری شود.

۱۳-۳ به هر یک از قسمت‌های بسته‌بندی شده باید برچسب دائمی شامل اطلاعات لازم همراه با شماره شناسایی تابلوی قدرت که در داده برگ پیوست الف ذکر شده است، نصب شود.

۱۳-۴ مدارک حمل و نقل با شرح کامل و دقیق دستگاه باید جهت ترخیص از گمرک، همراه دستگاه داده شود.

۱۴ گارانتی

۱۴-۱ فروشنده دستگاه بر اساس این استاندارد باید دستگاه‌ها را گارانتی نموده و باید خرابی تجهیزاتی را که در اثر ساخت ضعیف و/یا اشکالات طراحی ایجاد شود با قطعات مناسب جایگزین کند.

۱۴-۲ فروشنده باید در موارد زیر دستگاه معیوب را که در شرایط زیر کارائی نداشته باشد، جایگزین کند:

- کار نکردن دستگاه در موقع شروع و آزمون‌های راه اندازی براساس توصیه‌های IEC .

- خرابی دستگاه در شرایط استفاده عادی در یک دوره ۱۲ ماهه، مشروط بر آنکه بیش از ۱۸ ماه از زمان تحویل به کارفرما نگذشته باشد.

پیوست الف
(الزامی)

داده برگ تابلوی قطع و وصل و فرمان ولتاژ ضعیف

فروشنده این داده برگ را تکمیل کرده و همراه پیشنهاد فنی خود برای خریدار ارسال خواهد نمود.

جدول ۱- داده برگ تابلوی قطع و وصل و فرمان ولتاژ ضعیف

No.	Subject		موضوع	ردیف
1	Name of project or plant	*	نام پروژه یا واحد	۱
2	Switchgear identification No	*	شماره شناسایی تابلوی قدرت	۲
3	Single line diagram number	*	شماره نقشه تک خطی	۳
4	Site elevation above sea level (m)	*	ارتفاع محل قرار گرفتن دستگاه از سطح دریا (متر)	۴
5	Maximum indoor temperature	*	حداکثر درجه حرارت محیط داخلی	۵
6	Minimum indoor temperature	*	حداقل درجه حرارت محیط داخلی	۶
7	24 hr. average indoor temperature	*	متوسط دمای ۲۴ ساعته داخلی	۷
8	Maximum outdoor ambient temperature	*	حداکثر درجه حرارت محیط بیرونی	۸
9	Minimum outdoor ambient temperature	*	حداقل درجه حرارت محیط بیرونی	۹
10	Relative humidity	*	رطوبت نسبی	۱۰
11	Pollution Degree	*	درجه آلودگی	۱۱
12	Installation (indoor/ outdoor)	*	محل نصب (داخلی / بیرونی)	۱۲
13	Area classification zones,(in case of outdoor installation)	*	نواحی درجه بندی شده منطقه خطرناک (در صورت نصب در محوطه بیرون ساختمان)	۱۳
14	Nominal system voltage, 3phase and neutral	*	ولتاژ نامی سیستم، سه فاز و نول	۱۴
15	System voltage variation	*	سیستم تغییرات ولتاژ	۱۵
16	Nominal frequency and frequency variation	*	فرکانس نامی و تغییرات فرکانس	۱۶
17	Neutral earthing system (solidly earthed)	*	سیستم اتصال زمین نول (مستقیماً زمین شده)	۱۷
18	Incomers to the switchgear by duct or cable	*	ورودی های تابلوی قدرت از طریق کانال یا کابل	۱۸
19	Enclosure degree of protection (IP code)	*	درجه حفاظت محفظه (IP کد)	۱۹
20	External Mechanical Impact (IK code)	*	تحمل ضربه مکانیکی خارجی (کد IK)	۲۰
21	Ics, Icu, Icw, Icm		(مطابق تعاریف IEC 60947-1) Ics, Icu, Icw, Icm	۲۱
22	Form of internal separation of the enclosure		شکل جداسازی داخل محفظه تابلو	۲۲
23	Degree of protection of separation partitions or barriers (IP code)		درجه حفاظت جداسازی های داخلی یا موانع (IP کد)	۲۳
24	Plate thickness of the enclosure		ضخامت ورقه محفظه	۲۴
25	Color of the enclosure		رنگ محفظه	۲۵
26	Power busbars cross section		شینه های برق سطح مقطع	۲۶
27	Busbars rated current		جریان نامی شینه ها	۲۷

جدول ۱- داده برگ تابلوی قطع و وصل و فرمان ولتاژ ضعیف (ادامه)

No.	Subject	موضوع	ردیف
28	Busbars short circuit withstand current rms symmetrical	تحمل مقدار موثر (rms) جریان اتصال کوتاه شینه‌ها	۲۸
29	Busbars short circuit withstand time	زمان تحمل جریان اتصال کوتاه شینه‌ها	۲۹
30	Busbars insulation	عایق شینه‌ها	۳۰
31	Busbars colors, phases and neutral	رنگ شینه‌ها، فازها و نول	۳۱
32	Busbars joints silver plated or not	* محل اتصال شینه‌ها نقره اندود یا بدون آن	۳۲
33	Total length of the switchgear	طول کل تابلو قدرت	۳۳
34	Height of the switchgear	ارتفاع تابلو قدرت	۳۴
35	Depth of the switchgear	عمق تابلو قدرت	۳۵
36	Shipping weight of the switchgear/individual shipping sections	وزن کل تابلو قدرت برای حمل و نقل / وزن قسمت‌های مجزای تابلو قدرت	۳۶
37	Numbers of incomer circuit breaker/s	تعداد کلید های قدرت ورودی	۳۷
38	Numbers of bus tie circuit breaker/s	تعداد کلید های قدرت ارتباط شینه	۳۸
39	Tie breaker/s mode of operation OPEN/CLOSE	* وضعیت کلیدهای قدرت ارتباط شینه‌ها، باز/بسته	۳۹
40	Numbers of poles and current rating of incomer and tie breakers	تعداد پل‌ها و جریان نامی کلیدهای ورودی و ارتباطی شینه‌ها	۴۰
41	Circuit breakers interrupting medium (if different than air)	محیط قطع کلیدهای قدرت (اگر غیر از هوا است)	۴۱
42	Circuit breakers closing mechanism (direct manual/motor driven)	سازوکار وصل کلیدهای قدرت (دستی / موتوری)	۴۲
43	Circuit breakers breaking capacity rms symmetrical at 1sec and 3sec.	قدرت قطع موثر متقارن کلید قدرت برای یک ثانیه و سه ثانیه	۴۳
44	Circuit breakers breaking capacity (kA) rms asymmetrical	قدرت قطع موثر نامتقارن کلید قدرت (کیلو آمپر)	۴۴
45	Circuit breakers making capacity (kA) asymmetrical	ظرفیت وصل نامتقارن کلیدهای قدرت (کیلو آمپر)	۴۵
46	Opening time of circuit breakers	زمان قطع شدن کلید قدرت	۴۶
47	Closing time of circuit breakers	زمان وصل شدن کلید قدرت	۴۷
48	The voltage of the spring charging motor of circuit breakers	ولتاژ شارژ فنر کلید قدرت	۴۸
49	Circuit breakers closing and tripping voltage	ولتاژ وصل و Trip کلید قدرت	۴۹
50	Control of circuit breakers (local/remote)	نحوه کنترل کلیدهای قدرت (محلی / از راه دور)	۵۰
51	Circuit breakers protective relays	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود	رله‌های حفاظتی کلیدهای قدرت ۵۱
52	Circuit breakers indicating instruments	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود	نشان دهنده‌های کلیدهای قدرت ۵۲
53	Watt-hour meter for incomers (supplied or not)	* کنتور ورودی‌ها (بله / خیر)	۵۳

جدول ۱- داده برگ تابلوی قطع و وصل و فرمان ولتاژ ضعیف (ادامه)

No.	Subject		موضوع	ردیف
54	Additional auxiliary contacts for circuit breakers (paragraph 8.1.20)		کنتاکت‌های کمکی اضافی برای کلیدهای قدرت (زیربند ۸-۱-۲۰)	۵۴
55	Numbers and sizes of outgoing feeders	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود.	تعداد و اندازه فیدرهای خروجی	۵۵
56	Type of outgoing feeders (ACB/MCCB/switch fuse)		نوع فیدرهای خروجی (MCCB / ACB / کلید فیوز)	۵۶
57	Numbers and motor rating	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود.	تعداد و مشخصات موتور	۵۷
58	Motor starters isolating means (fused isolator/MCCB)		قطع کننده راه‌اندازهای موتور (کلید فیوز / MCCB)	۵۸
59	Motor starters control voltage		ولتاژ کنترل راه‌اندازهای موتور	۵۹
60	Motor starters protection relays	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود	رله های حفاظتی راه‌اندازهای موتور	۶۰
61	Motor starters indicating instruments	Attach list or diagram/s فهرست یا نقشه پیوست شود	نشان دهنده های راه‌اندازهای موتور	۶۱
62	Motor control stations (to be included or not)	*	ایستگاه محلی کنترل موتور (بله / خیر)	۶۲
63	CT type and ratio for protection and indication metering		نوع و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان برای حفاظت و اندازه‌گیری	۶۳
64	CT type and ratio for remote ammeter (on control station)		نوع و نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان برای آمپرمترهای از راه دور (در ایستگاه کنترل محلی)	۶۴
65	Numbers and wattage of anti-condensation heaters (if any)		تعداد و مقدار وات مصرفی گرم‌کن ضد رطوبت (در صورت وجود)	۶۵
66	4-20 mA output transducers		ترانسدوسر (مبدل) خروجی ۴ mA - ۲۰ mA	۶۶
67	Manufacturer of circuit breakers		سازنده کلیدهای قدرت	۶۷
68	Manufacturer of contactors		سازنده کنتاکتورها	۶۸
69	Manufacturer of switch fuses and MCCB's		MCCB سازنده کلید فیوز و کلید	۶۹
70	Manufacturer of protective relays		سازنده رله‌های حفاظتی	۷۰
71	Manufacturer of indicating instruments		سازنده دستگاه‌های اندازه گیر و نشان دهنده‌ها	۷۱
72	Type test certificates for complete switchgear and components.	To be attached پیوست شود	گواهی‌نامه آزمون نوعی تابلو قدرت و اجزاء آن	۷۲
73	Accessories	Attach list فهرست پیوست شود	لوازم جانبی	۷۳
74	Deviation from this specification if any	Attach list فهرست پیوست شود	انحراف از این استاندارد در صورت وجود	۷۴

* Items marked with asterisk will be specified by purchaser.

* این اقلام را خریدار اعلام میکند.

پیوست ب (الزامی)

الزامات تکمیلی برای تابلوی قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف محیط بیرونی

این استاندارد شرایط نصب تابلو در محیط‌های داخلی را معین می‌کند. وقتی که این استاندارد جهت ساخت تجهیزات در بیرون ساختمان مورد استفاده قرار گیرد، موارد زیر باید در نظر گرفته شوند.

ب-۱ شرایط عملیاتی

- درجه حرارت محیط بیرون در پیوست الف در داده برگ نشان داده شده است. تابلوی قدرت فشار ضعیف از نوع نصب در بیرون ساختمان، باید جهت عملیات در شرایط اعلام شده مناسب باشد.
- تابلوی فشار ضعیف نوع بیرونی باید در محیط ایمن مطابق با الزامات استانداردهای IEC 60079-10 و API RP 505 نصب شوند.
- این استاندارد نصب تابلوی فشار ضعیف مناسب در محوطه‌های خطرناک (منطقه ۱ و منطقه ۲) را پوشش نمی‌دهد.
- تجهیزاتی که قرار است در دمای محیط بالای 40°C (به عبارت دیگر در آهنگری، اتاق‌های دیگ بخار، مناطق استوایی) یا کمتر از 5°C (به عنوان مثال 25°C - که در الزامات سری استانداردهای IEC 61439 برای نصب تابلوهای قدرت و فرمان فشار ضعیف در محیط بیرون ذکر شده است) استفاده شوند، باید حسب مورد مطابق استاندارد محصولات مرتبط یا مطابق توافق میان سازنده و کارفرما طراحی و استفاده شوند. اطلاعاتی که در کاتالوگ سازنده ارائه می‌شوند، می‌توانند جایگزین این توافق باشند.
- دما(های) محیطی برای انواع خاصی از تجهیزات، به عنوان مثال کلیدهای قطع قدرت یا رله‌های اضافه بار راه‌اندازها، در استانداردهای محصولات مرتبط مشخص شده‌اند.

ب-۲ الزامات عمومی

ب-۲-۱ محفظه

- محفظه تابلوی قدرت فشار ضعیف از نوع نصب در محیط بیرونی باید دارای درجه حفاظت IP 55W بر اساس استاندارد IEC 60529 باشد یا اینکه تابلوی قدرت در یک کابینت بدون امکان تردد با درجه حفاظت IP 55W نصب شده باشد. هر قسمت از بدنه باید به در لولا دار از جلو با قابلیت قفل شدن مجهز باشد.
- هر قسمت محفظه از نوع نصب در محیط بیرونی باید شامل گرم‌کننده ضد رطوبت براساس زیربند ۹-۶ این استاندارد باشد.

- در داخل هر قسمت محفظه از نوع نصب در محیط بیرونی باید یک لامپ و پریز با کلید خاموش / روشن جهت روشنایی داخلی و یک پریز $V 230$ با حفاظت اتصال زمین جهت ابزارهای الکتریکی تعبیه شود.
- تابلوی قدرت از نوع نصب در محیط بیرونی باید همواره دارای سایبان مناسب باران و آفتاب باشد.

ب-۲-۲ شینه‌ها

شینه‌های تابلوی قدرت نصب در محیط بیرونی باید نقره اندود و بر اساس زیربند ۷-۲ این استاندارد باشد.

ب-۳ قطعات اصلی

ب-۳-۱ کلید قدرت

کلید قدرت از نوع هوایی در تابلوی قدرت نصب شده در محیط بیرونی، باید از نوع انرژی ذخیره شده فتری بوده و باید به سازوکار عملکرد دستی مجهز باشد. همچنین باید سازوکار عملکرد دستی جهت وصل و قطع^۱ این نوع کلید قدرت تعبیه شود.

1- Tripping