

## **TIPIZACIJA MERILNIH MEST**

Maribor, 2020

# 1 Uvod

## 1.1 Splošno

Tipizacija merilnih mest je izdelana v smislu 145. člena Energetskega zakona (EZ-1, Uradni list RS, št. 60/19 – UPB in 65/20) in mora zagotavljati tehnično varno obratovanje in zanesljivost oskrbe z električno energijo in mora biti objektivna in nepristranska.

Tipizacija je izdelana v skladu z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi v skladu s 32. členom EZ-1. Uporabljeni pojmi in izrazi so opredeljeni v EZ-1, SONDO in omrežninskem aktu.

## 1.2 Namen in območje uporabe

Tipizacija merilnih mest ureja tehnične rešitve izvajanja meritev prejete ali proizvedene električne energije ob upoštevanju zadnjega stanja tehnike na področju merjenja električne energije za potrebe obračuna.

Predstavljene tipizirane rešitve zagotavljajo strategijo, nepristranskost, kakovost, varnost in zanesljivost vsem uporabnikom sistema.

## 1.3 Zakoni, uredbe, pravilniki in navodila

- Energetski zakon (EZ-1), Uradni list RS, št. 60/19 – UPB in 65/20,
- Zakon o meroslovju, Uradni list RS, št. 26/05,
- Zakon o splošni varnosti proizvodov, Uradni list RS, št. 101/03,
- Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 39/06 – UPB, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg in 84/18 – ZIURKOE,,
- Pravilnik o overitvah števecv električne energije, Uradni list RS, št. 18/13, 40/13-popr., 66/16
- Uredba o tehničnih zahtevah za okoljsko primerno zasnovo proizvodov, povezanih z energijo, Uradni list RS, št. 76/14,
- Akt o metodologiji za določitev regulativnega okvira in metodologiji za obračunavanje omrežnine za elektrooperaterje,
- Pravilnik o zahtevah za nizkonapetostne električne inštalacije v stavbah, Uradni list RS, št. 41/09, 2/12 in 61/17 – GZ,
- Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele, Uradni list RS, št. 28/09, 2/12 in 61/17 – GZ
- Pravilnik o elektromagnetni združljivosti (EMC), Uradni list RS, št. 39/16, 9/20
- Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev, Uradni list RS, št. 98/15
- Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej, Uradni list RS, št. 39/16,
- Tehnična smernica TSG-N-002:2013, Uradni list RS, št. 28/14,
- Tehnična smernica TSG-N-003:2013, Uradni list RS, št. 28/14,
- Navodilo za vzdrževanje distribucijskega elektroenergetskega omrežja, SODO

## 1.4 Standardi

- SIST HD 60364-4-41 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred električnim udarom,
- SIST HD 60364-4-43 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-43. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred nadtoki,
- SIST HD 60364-4-443 Nizkonapetostne električne inštalacije - 4-44. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred napetostnimi in elektromagnetnimi motnjami - 443. točka: Zaščita pred atmosferskimi in stikalnimi prenapetostmi

- SIST HD 60364-4-42 Nizkonapetostne električne inštalacije – 4-42. del: Zaščitni ukrepi - Zaščita pred toplotnimi učinki,
- SIST HD 60364-5-54 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-54. del: Izbira in namestitvev električne opreme - Ozemljitve in zaščitni vodniki,
- SIST HD 60364-5-52 Nizkonapetostne električne inštalacije – 5-52. del: Izbira in namestitvev električne opreme - Inštalacijski sistemi,
- SIST EN 60947-1 Nizkonapetostne stikalne naprave – 1. del: Splošna pravila,
- SIST EN 60947-7-1 Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave – 7-1. del: Pomožna oprema - Priključni bloki za bakrene vodnike,
- SIST EN 60947-7-2 Nizkonapetostne stikalne in krmilne naprave – 7-2. del: Pomožna oprema - Priključni bloki zaščitnih vodnikov za bakrene vodnike,
- SIST EN 60998-2-1 Povezovalne naprave v nizkonapetostnih tokokrogih za uporabo v gospodinjstvu in za podobne namene – 2-1. del: Posebne zahteve za samostojne povezovalne naprave z vijajnimi pritrdilnimi enotami,
- SIST EN 60998-1 Povezovalne naprave v nizkonapetostnih tokokrogih za uporabo v gospodinjstvu in za podobne namene – 1. del: Splošne zahteve,
- SIST EN 62305-4 Zaščita pred delovanjem strele – 4. del: Električni in elektronski sistemi v zgradbah,
- SIST EN 62305-3 Zaščita pred delovanjem strele – 3. del: Fizična škoda na zgradbah in nevarnost za živa bitja,
- SIST EN 60664-1 Uskladitev izolacije za opremo v okviru nizkonapetostnih sistemov – 1. del: Načela, zahteve in preskusi,
- SIST EN 61643-11 Nizkonapetostne naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari – 11. del: Naprave za zaščito pred prenapetostnimi udari za nizkonapetostne napajalne sisteme – Zahteve in preskusi,
- SIST HD 472: Nazivne napetosti za javna nizkonapetostna električna omrežja,
- SIST EN 61935-1 Preskušanje simetričnega komunikacijskega okabljenja v skladu z ISO/IEC 11801 – 1. del: Vgrajeno okabljenje,
- SIST EN 61935-2 Specifikacija za preskušanje simetričnega in koaksialnega okabljenja v informacijski tehnologiji – 2. del: Vrvce po specifikaciji iz ISO/IEC 11801 in sorodnih standardov,
- SIST EN 61935-2-20 Preskušanje simetričnega komunikacijskega okabljenja v skladu z ISO/IEC 11801 – 2-20. del: Prevezovalne vrvce in vrvce na delovnih območjih – Okvirna podrobna specifikacija za aplikacije razreda D.

## 1.5 Seznam tabel

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Izbira nazivne moči MTT v [VA] v odvisnosti od dolžine uporabljenih kablov .....   | 17 |
| Tabela 2: Izbira preseka vodnikov v kablu v odvisnosti od dolžine kabla.....   | 17 |
| Tabela 3: Minimalni prerezi Cu vodnikov za ožičenje in dopustne impedance okvarnih zank glede na naznačeno vrednost naprav za omejevanje toka in sistem TN, TT ..... | 56 |

## 1.6 Seznam risb

|  |    |
|--|----|
| Slika 1: Zaporedje namestitvev naprav na merilnem mestu.....   | 13 |
| Slika 2: Sestava merilno priključne letve .....  | 13 |
| Slika 3: Način priključitve merilnega mesta .....  | 14 |
| Slika 4: Vezalna shema primarno prevezljivih MTT .....   | 15 |
| Slika 5: Vezalna shema MNT za primer, ko zaščitno navitje 100/3 V ni uporabljeno za zaščitne namene..... | 16 |
| Slika 6: Izvedba 1, sistem TN, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka .....                  | 21 |
| Slika 7: Izvedba 1, sistem TT, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka.....                   | 23 |
| Slika 8: Izvedba 2, sistem TN, z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka .....                | 25 |
| Slika 9: Izvedba 2, sistem TT, z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka.....                 | 27 |
| Slika 10: Izvedba 3, sistem TN .....   | 29 |
| Slika 11: Izvedba 3, sistem TT.....  | 29 |
| Slika 12: Izvedba 4.....   | 30 |
| Slika 13: Izvedba 5.....   | 32 |

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Slika 14: Direktni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1 .....   | 34                                    |
| Slika 15: Direktni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2 .....   | 34                                    |
| Slika 16: Polindirektni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1 .....  | 35                                    |
| Slika 17: Polindirektni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2 .....  | 35                                    |
| Slika 18: Polindirektni način, izvedba 3, shema priključitve PS 2 .....  | 36                                    |
| Slika 19: Indirektni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1 .....   | 37                                    |
| Slika 20: Indirektni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2 .....   | 38                                    |
| Slika 21: Indirektni način, izvedba 3, shema priključitve PS 2 .....   | 39                                    |
| Slika 22: Indirektni način, izvedba 4, shema priključitve PS 2 .....   | 40                                    |
| Slika 23: Izvedba 1, sistem TN, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka .....  | 42                                    |
| Slika 24: Izvedba 1, sistem TT, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka .....  | 44                                    |
| Slika 25: Izvedba 2, sistem TN, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka .....  | 45                                    |
| Slika 26: Izvedba 2, sistem TT, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka .....  | 47                                    |
| Slika 27: Izvedba 3, sistem TN .....   | 49                                    |
| Slika 28: Izvedba 3, sistem TT .....   | 50                                    |
| Slika 29: Izvedba 4 .....  | 51                                    |
| Slika 30: Izvedba 5 .....  | 53                                    |
| Slika 31: Enopolna shema skupine merilnih mest, ki je sestavljena samo iz posameznih merilnih mest s priključno močjo do 43 kW (3 x 63A) ..... | <b>Napaka! Zaznamek ni definiran.</b> |
| Slika 32: Enopolna shema skupine merilnih mest, kjer je najmanj eno merilno mesto s priključno močjo nad 43 kW (3 x 63A) .....                 | <b>Napaka! Zaznamek ni definiran.</b> |

## 1.7 Seznam simbolov

|           |  |
|-----------|--|
| A+        | delovna energija prejem (iz omrežja k porabniku)   |
| A-        | delovna energija oddaja (od proizvajalca v omrežje)                                      |
| R+        | jalova energija prejem (iz omrežja k porabniku)  |
| R-        | jalova energija oddaja (od proizvajalca v omrežje)                                       |
| $P_{max}$ | povprečna 15 minutna maksimalna moč  |
| LP        | registracija obremenitvenega diagrama ( <i>»load profile«</i> )                          |
| $U_n$     | nazivna napetost števca električne energije  |
| $U_p$     | zaščitni napetostni nivo   |
| $U_w$     | napetostna trdnost najšibkejšega vgrajenega elementa na merilnem mestu                   |
| $I_n$     | nazivni tok števca električne energije   |
| $I_{ref}$ | referenčni tok števca električne energije  |
| $I_{max}$ | maksimalni tok števca električne energije, ki je usklajen z vrednostjo omejevalnika toka |
| $r$       | razred točnosti za števec električne energije  |
| =A        | priključna merilna omarica   |
| =B        | omarica za glavno izenačitev potenciala  |
| =C        | glavni razdelilnik (stikalni blok) za lastni odjem (LO)                                  |
| =D        | glavni razdelilnik (stikalni blok) za proizvodno napravo                                 |
| =E        | razdelilec za lastno rabo (LR) proizvodne naprave  |
| +A1       | merilni del omarice  |
| +A2       | priključni del omarice   |
| -F        | zaščitne naprave (varovalke, odvodniki prenapetosti)                                     |
| -GOS      | glavna ozemljitvena sponka   |
| -X        | priključne sponke  |
| -P1-5     | števec električne energije   |
| -P11      | komunikacijska enota   |
| -P12      | integracijska naprava (OSM) za povezavo I1 vmesnika na uporabnikovo HAN omrežje          |
| -Q        | odklopnik merilnega mesta proizvodnih naprav   |
| -Q2       | bistabilno stikalo   |
| -K        | Močnostni kontaktor  |
| -S1       | tipkalo za vklop stikalne naprave za omejevanje toka                                     |

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| -MTT          | merilni tokovni transformator    |
| -MNT          | merilni napetostni transformator |
| -T            | transformator                    |
| -TR           | distribucijski transformator     |
| -G            | proizvodni vir                   |
| L, N, PE, PEN | označbe vodnikov                 |
| MPL           | merilna priključna letev         |
| DIS           | javno distribucijsko omrežje     |
| DO            | distribucijski operater          |
| SZP           | soglasje za priključitev         |
| LR            | lastna raba                      |
| LO            | lastni odjem                     |

## 2 Merilno mesto

### 2.1 Splošno

Merilno mesto je mesto, kjer se meri prejeta ali oddana električna energija in je sestavljeno iz zaščitnih, merilno obračunskih naprav, komunikacijskih naprav in ožičenja.

Merilna oprema mora biti nameščena v merilnih omaricah, v zato projektiranih prostorih – razdelilnikih ali SN merilnih celicah. Podrobneje so opredeljene v Tipizaciji omrežnih priključkov in NN priključnih omaricah SODO in Tipizaciji transformatorskih postaj SODO.

Merilna oprema mora biti nameščena tako, da je omogočena hitra in varna menjava posameznih elementov in mora biti nameščena na taki višini, da je možno izvajati vsa dela na njih brez sklanjanja in brez uporabe lestve ali podobnih pripomočkov. Podrobnosti so navedene v Tipizaciji omrežnih priključkov in NN priključnih omaric.

Merilno mesto za polindirektno ali indirektno merjenje mora zagotoviti ustrezno varnost pri menjavi števecv električne energije, ter opreme za komunikacijo, tudi v primeru, ko so uporabnikove naprave pod napetostjo.

Vsako merilno mesto mora imeti svojo kratkostično zaščito in obračunski element – napravo za omejevanje toka. V primeru, ko je uporabljen za obračunski element števec s stikalno napravo za omejevanje toka, je v vrata omarice potrebno namestiti tipko, ki uporabniku sistema omogoča ponovno vzpostavitev normalnega napajanja po izklopu zaradi delovanja stikalne naprave.

Kratkostična zaščita in/ali obračunski elementi morajo biti nameščeni v merilni omarici, ki mora biti opremljena s ključavnico distribucijskega operaterja. V kolikor ima števec električne energije dodano ali integrirano stikalno napravo za omejevanje toka, se le-ta uporabi kot obračunski element za moč pod pogoji, ki so določeni v SONDSEE in v dokumentu »Navodilo za uporabo stikalne naprave za omejevanje toka v kombinaciji s števcem električne energije«, SODO.

Na vseh obračunskih elementih in elementih, ki lahko vplivajo na obračun porabe ali oddaje električne energije mora biti nameščena plomba. Vse merilne naprave morajo biti konstrukcijsko izdelane tako, da to omogočajo (npr. obračunske glavne varovalke ali varovalka za krmilni vod je varovalno podnožje opremljeno s pokrovom).

V primeru, da je na merilnem mestu vgrajena tudi druga oprema, ki je del uporabnikove električne instalacije (zaščitna stikala, instalacijski odklopniki,...), je potrebno zagotoviti ločeno vgradnjo merilne opreme za obračun električne energije. Prostor, kjer so nameščeni števcji električne energije in obračunski elementi, mora imeti vrata, v katera se vgradi ključavnica.

Merilna mesta morajo biti opremljena z vezalnim načrtom v obstojni obliki (plastificiran papir ali metalizirana nalepka) in nameščena na notranji strani merilne omarice (npr. vrata).

Merilna mesta morajo biti nameščena v zaprte in suhe prostore. Temperaturno območje okolja  $-25^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ .

## 2.2 Mesto kjer se meri konična moč

Na merilnem mestu nizke napetosti, kjer se moč meri, mora biti nameščen ustrezen števec, ki omogoča merjenje in registracijo delovne in jalove energije ter konične moči.

Na merilnem mestu, kjer se električna energija meri polindirektno ali indirektno, mora biti nameščen poleg ustreznega števca, ki omogoča merjenje in registracijo delovne in jalove energije ter konične moči, še ustrezni merilni transformatorji in merilna priključna letev v skladu s to tipizacijo.

Na merilnih mestih, kjer se meri električna energija indirektno in ima uporabnik dostop v srednje napetostni del stikališča, morajo biti merilne celice, pogoni ločilnih stikal merilnih napetostnih transformatorjev in merilna omarica zaklenjeni s ključavnico in opremljena z varnostnimi plombami.

### 3 Izvedbe merilnih mest

#### 3.1 Merilna mesta pri katerih se moč ne meri

**Izvedba 1:** Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, A+, A-, komunikacija

**Izvedba 2:** Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, A+, A-, komunikacija

| Izvedba  | Oprema merilnega mesta  |
|----------|---|
| <b>1</b> | <p><b>Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija</b></p> <p>Oprema:</p> <p>1 kos Enofazni števec delovne energije;<br/>A +, A - ; r = A</p> <p>Napetost: <math>U_n = 230 \text{ V}</math><br/>Merilno območje: <math>I_{ref} = 5 \text{ A}</math>, <math>I_{max} = 80 \text{ A} \leq I \leq 100 \text{ A}</math></p> <p>1 kos Glavna varovalka 16 A do 35 A<br/>1 kos *Stikalna naprava za omejevanje toka krmiljena s strani števca</p> <p><b>Opombe:</b><br/>* Velja samo za enofazne števce brez integrirane stik. naprave za omejevanje toka</p>                |
| <b>2</b> | <p><b>Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija</b></p> <p>Oprema:</p> <p>1 kos Trifazni števec delovne energije;<br/>A +, A - ; r = A</p> <p>Napetost: <math>U_n = 3 \times 230/400 \text{ V}</math><br/>Merilno območje: <math>I_{ref} = 5 \text{ A}</math>, <math>I_{max} = 80 \text{ A} \leq I \leq 100 \text{ A}</math></p> <p>3 kosi Glavna varovalka 16 A do 63 A<br/>1 kos * Stikalna naprava za omejevanje toka krmiljena s strani števca</p> <p><b>Opombe:</b><br/>* Velja samo za trifazne števce brez integrirane stik. naprave za omejevanje toka</p> |



### 3.2 Merilna mesta pri katerih se moč meri in priključna moč ne presega 55 kW

**Izvedba 3:** Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, A+, A-, R+, R-, P<sub>max</sub>, LP, komunikacija

| Izvedba  | Oprema merilnega mesta  |
|----------|---|
| <b>3</b> | <p><b>Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, delovna in jalova energija, P<sub>max</sub>, LP, komunikacija</b></p> <p>Oprema:</p> <p>1 kos Večtarifni trifazni števec delovne in jalove energije (multifunkcijski statični števec); A+, A-; <math>r = B (MID)</math>; R+ R-; <math>r = 2 (IEC)</math></p> <p>Napetost: <math>U_n = 3 \times 230/400 \text{ V}</math><br/> Merilno območje: <math>I_n = 10 \text{ A}</math>, <math>I_{max} = 80 \text{ A} \leq I \leq 100 \text{ A}</math></p> <p>3 kos Glavna varovalka 63 ali 80 A;</p> <p>1 kos Komunikacijska enota za prenos merilnih podatkov do SODO;</p> <p>1 komplet Prenapetostna zaščita merilne opreme;</p> |

### 3.3 Merilna mesta uporabnikov omrežja s priključno močjo od 56 kW do 1MW

**Izvedba 4:** Polindirektno, nizkonapetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, A+, A- R+, R-,  $P_{max}$ , LP, komunikacija

| Izvedba  | Oprema merilnega mesta  |
|----------|---|
| <b>4</b> | <p><b>Polindirektno, nizkonapetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, delovna in jalova energija, <math>P_{max}</math>, LP, komunikacija</b></p> <p>Oprema:</p> <p>1 kos Večtarifni trifazni števec delovne in jalove energije (multifunkcijski statični števec); A+, A- ; <math>r = B (MID)</math>; R+ R- ; <math>r = 2(IEC)</math></p> <p>Napetost: 3 x 57,7/100 V....3 x240/415 V<br/>Merilno območje: <math>I_n = 0,015</math> A, <math>I_n = 1</math> A, <math>I_{max} = 6</math> A,</p> <p>3 kos Merilni tokovni transformator (X/5A, xx VA, <math>F_s</math>);</p> <p>1 kos Komunikacijska enota za prenos merilnih podatkov do SODO;</p> <p>1 kos Merilna priključna letev;</p> <p>1 komplet Prenapetostna zaščita merilne opreme;</p> |

*Opomba: Izvedba 4 se lahko izjemoma uporabi na merilnih mestih uporabnikov omrežja s priključno močjo od 56 kW do največ 660kW!*

**Izvedba 5:** Indirektno, srednje napetostno, 3 fazno, 3 sistemsko, več tarifno merjenje, A+, A-, R+, R-,  $P_{\max}$ , LP, komunikacija

| Izvedba  | Oprema merilnega mesta  |
|----------|---|
| <b>5</b> | <p><b>Indirektno, srednje napetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, delovna in jalova energija, <math>P_{\max}</math>, LP, komunikacija</b></p> <p>Oprema:</p> <p>1 kos Večtarifni trifazni števec delovne in jalove energije (multifunkcijski statični števec)<br/> <math>A+, A-; r = B(MID); R+, R-; r = 2(IEC)</math> (pod 1 MW priključne moči)<br/> <math>A+, A-; r = C(MID); R+, R-; r = 1</math> ali <math>2(IEC)</math> (nad 1 MW priključne moči)</p> <p>Napetost: 3 x 57,7/100 V....3 x240/415 V</p> <p>Merilno območje: <math>I_{tr} = 0,015</math> A, <math>I_n = 1</math> A, <math>I_{\max} = 6</math> A,</p> <p>3 kos Merilni tokovni transformator (xxx/5 A, xx VA, <math>F_s</math>)</p> <p>3 kos Merilni napetostni transformator (<math>x \text{ kV}/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3} \text{ V}</math>, xx VA)</p> <p>1 kos Komunikacijska enota za prenos merilnih podatkov do SODO</p> <p>1 kos Merilna priključna letev</p> <p>1 komplet Prenapetostna zaščita merilne opreme;</p> |

*Opomba:* Izvedba 5 se praviloma uporabi na merilnih mestih uporabnikov omrežja s priključno močjo večjo od 330 kW (na 10 kV nivoju) ali 660 kW (na 20 kV nivoju)

### 3.4 Merilna mesta uporabnikov omrežja s priključno močjo več kot 1MW

**Izvedba 4:** Polindirektno, nizkonapetostno, 3 fazno, več tarifno merjenje, A+, A- R+, R-,  $P_{\max}$ , LP, komunikacija (to je posebnost, ni tipska izvedba)

*Opomba:* Izjemoma se ta izvedba lahko uporabi na merilnih mestih s priključno močjo do 1150 kW, če je transformatorska postaja napajana iz 35 kV srednje napetostnega omrežja.

**Izvedba 5:** Indirektno, srednje napetostno, 3 fazno, 3 sistemsko, več tarifno merjenje, A+, A-, R+, R-,  $P_{\max}$ , LP, komunikacija

*Opomba:* Izvedba 5 se uporabi tudi na merilnih mestih uporabnikov omrežja s priključno močjo večjo od 1 MW.

## 4 Merilna oprema

Merilna oprema so števeci električne energije, merilni tokovni transformatorji in merilni napetostni transformatorji.

Merilna oprema, ki se vgrajuje na merilna mesta distribucijskega omrežja in jo določa distribucijski operater v soglasju za priključitev, je natančneje opredeljena v » Tehnične zahteve za merilno in komunikacijsko opremo«. V nabor se uvršča oprema v skladu z omenjenim dokumentom SODO, ki se lahko uporabi pri izgradnji enotnega naprednega merilnega sistema v Republiki Sloveniji.

Naprava za omejevanje toka je naprava, ki omejuje odjem ali oddajo električne energije in služi kot obračunski element za uporabo omrežja pri uporabnikih sistema, pri katerih se konična moč ne meri. Izvedena je lahko kot glavna varovalka ali nastavljeni omejevalnik toka.

Stikalna naprava za omejevanje toka v kombinaciji s števcem, kjer števec izvaja meritve veličin in v primeru prekoračitve naprej določenih mejnih vrednosti sproži stikalno napravo - izklop. Ponovni vklop izvede uporabnik sistema s pomočjo tipke na števcu ali tipke nameščene na uporabniku dostopnem mestu. Pri uporabnikih z merjeno močjo ponovni vklop izvede distribucijski operater. Ponovni vklop se lahko izvede tudi iz merilnega centra. Vsak izklop in ponovni vklop stikalne naprave mora biti v števcu ustrezno zabeležen s časovno značko. Pri uporabnikih, kjer se moč meri, se vklop stikalne naprave lahko evidentira tudi v števcu.

Stikalna naprava v kombinaciji s števcem je naprava, ki loči uporabnikove naprave od distribucijskega omrežja, če so presežene naprej določene mejne vrednosti parametrov. Mejne vrednosti so določene v »Navodilo za uporabo stikalne naprave za omejevanje toka v kombinaciji s števcem električne energije«, SODO, ki ga distribucijski operater objavi na svojih spletnih straneh.

Stikalna naprava v kombinaciji s števcem ni predviden za izklop kratkostičnih tokov, to nalogo opravlja glavna varovalka. Ni dovoljena vgradnja števca s stikalno napravo za omejevanja toka brez vgradnje glavne varovalke. Nazivni tok glavne varovalke, ki ima v tem primeru zaščitno funkcijo, mora biti izbran v področju med vrednostjo, ki ustreza obračunski moči, in vrednostjo, ki še zagotavlja selektivno kratkostično zaščito z inštalacijskimi varovalkami uporabnikovih naprav.

Stikalna naprava za omejevanje toka v kombinaciji s števcem se lahko uporabi kot obračunski element le za odjemni skupini:

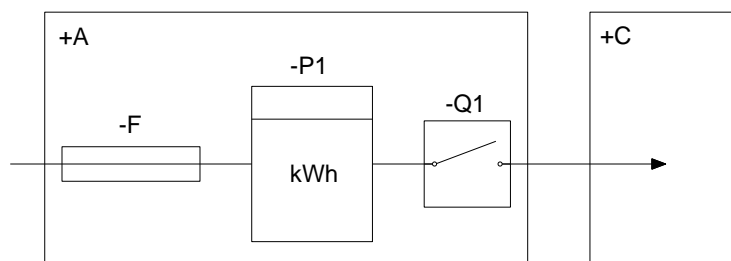
- gospodinjski odjem in
- ostali odjem na 0,4 kV brez merjene moči.

Pri uporabnikih omrežja s priključno močjo večjo od 43kW naprava za omejevanje toka ni obračunski element, temveč le omejuje priključno moč.

Zaporedje priključitve naprav na merilnem mestu, gledano s strani napajanja, mora biti naslednje:

- glavne varovalke;
- števec električne energije;
- stikalna naprava za omejevanja toka krmiljena s strani števca.

Ob priključevanju novih uporabnikov ali ob rekonstrukciji obstoječih merilnih mest je potrebno upoštevati predpisano postavitev elementov na merilnem mestu, kot je prikazano na sliki 1.



Slika 1: Zaporedje namestitev naprav na merilnem mestu

Legenda:

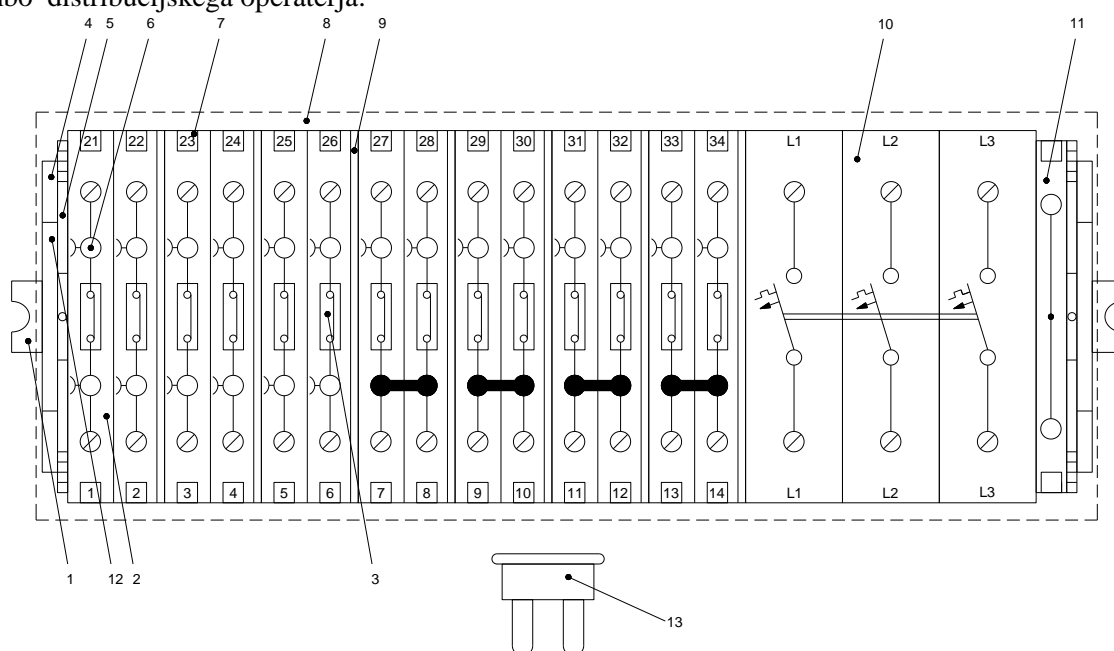
- +A priključno merilna omara
- F glavna varovalka
- P1 števec električne energije
- Q1 stikalna naprava za omejevanje toka
- +C glavni razdelilnik uporabnika sistema

## 4.1 Merilna priključna letev (MPL)

Merilna priključna letev je sestavljena iz štirinajstih merilnih sponk na 35mm letvi. Merilne priključne sponke morajo ustrezati standardom SIST EN 60947-1, SIST EN 60947-7-1, SIST EN 60947-7-2, SIST EN 60998-2-1 in SIST EN 60998-1. Sponke so razdeljene na tokovni del, kjer so  $3 \times$  po dve sponki na fazo in napetostni del s  $3 \times$  po dve sponki na fazo in dve za N vodnik.

Vsaka merilna priključna sponka mora biti izvedena tako, da je omogočena prekinitev tokovne ali napetostne veje merilne naprave. Vse priključne sponke morajo biti opremljene z merilnimi pušami ( $\phi 4$  mm) za potrebe testiranja in kontrole. Priključne sponke se med seboj vežejo s fiksnimi (napetostni del) ali premičnimi mostički (tokovni del – za kratkostično sklenitev sekundarnih vej merilnega tokovnega transformatorja »S<sub>1</sub>« in »S<sub>2</sub>«).

Zaščita pred nepooblaščenimi posegi se izvede z ustreznim prosojnim pokrovom, ki se ga zaščiti s plombo distribucijskega operaterja.



Slika 2: Sestava merilno priključne letve

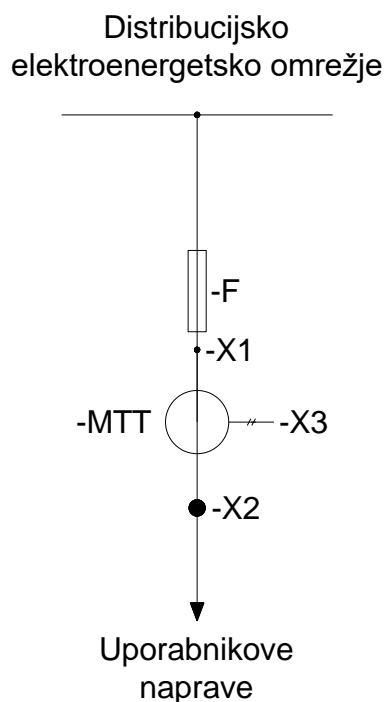
- Poz. 1 - Merilna ločilna sponka  
 2 - Montažna letev TS 35  
 3 - Drsno stikalo  
 4 - Nosilec oznake merilne priključne letve  
 5 - Nosilec pokrova  
 6 - Merilna puša  $\phi$  4mm  
 7 - Oznaka sponke  
 8 - Prosojni pokrov z možnostjo plombiranja  
 9 - Ločilna plošča  
 10 - Inštalacijski tripolni odklopnik B6 A  
 11 - Ozemljitvena sponka  
 12 - Oznaka merilne priključne letve z zaščitno folijo  
 13 - Mostiček za kratkostično sklenitev sekundarnih tokokrogov merilnega tokovnega transformatorja-3 kos

## 5 Priključitev in namestitev merilnih transformatorjev

### 5.1 Splošno

Merilni tokovni transformator na merilnem mestu se namesti tako, da se na priključno sponko X1 priključi priključek iz distribucijskega omrežja električne energije (pred MTT morajo biti nameščene še zaščitne naprave F), na sponko X2 pa uporabnikove naprave. Takšen način priključitve velja za uporabnika sistema, ki je lahko odjemalec, proizvajalec ali oboje hkrati, ne glede na napetostni nivo priključitve. Tako določena priključitev enoumno določa smer pretoka energije:

- iz distribucijskega omrežja k uporabniku sistema določa smer A+, R+,
- od uporabnika sistema v distribucijsko omrežje določa smer A-, R-.



Slika 3: Način priključitve merilnega mesta

#### LEGENDA:

- F – zaščitna naprava
- X1 – priključitev na distribucijsko omrežje
- MTT – merilni tokovni transformator
- X2 – priključitev na naprave uporabnika sistema
- X3 – priključitev merilnih naprav električne energije

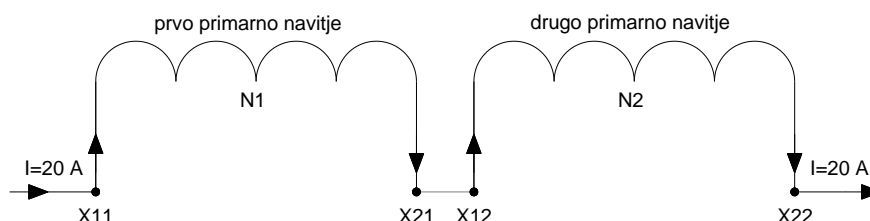
## 5.2 Priključitev SN merilnih tokovnih transformatorjev

Na merilnem mestu na srednji napetosti se lahko uporabi le MTT z dvema primarnima navitjema (primarno prevezljivi MTT). Navitji se lahko povežeta zaporedno ali vzporedno. Način vezave je določen v soglasju za priključitev.

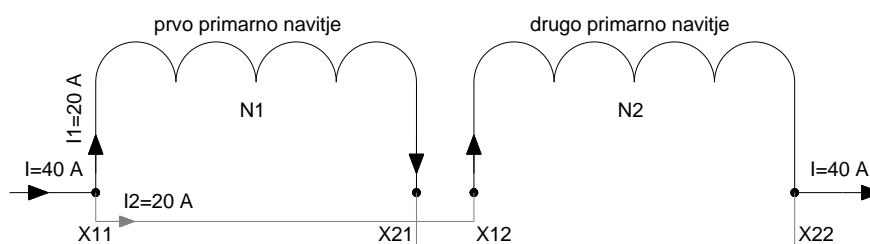
Zaporedna vezava primarnih navitij se uporabi za nižjo prestavno razmerje, vzporedna vezava pa za višjo prestavno razmerje.

Vezalna shema primarno prevezljivih MTT je prikazana na sliki 4.

A: zaporedna vezava za nižjo prestavno razmerje (**vezava 20/5 A**)



B: vzporedna vezava za višjo prestavno razmerje (**vezava 40/5 A**)



Slika 4: Vezalna shema primarno prevezljivih MTT

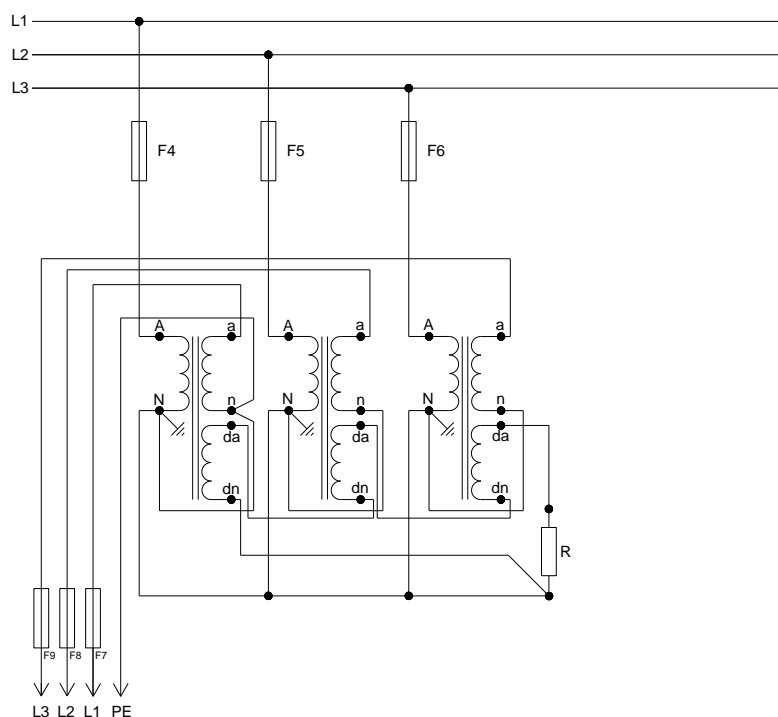
### LEGENDA:

- X11 – začetek prvega primarnega navitja
- X21 – konec prvega primarnega navitja
- X12 – začetek drugega primarnega navitja
- X22 – konec drugega primarnega navitja

## 5.3 Priključitev SN merilnih napetostnih transformatorjev

Na merilnem mestu se lahko uporabi samo enopolno izolirani MNT. MNT mora biti na primarni strani zaščiten z ustrezno zaščitno napravo (varovalko), ki mora biti tako izbrana, da v primeru okvare MNT loči okvarjeni tokokrog pred ostalimi zaščitnimi napravami. MNT mora biti zaščiten z ustrezno varovalko tudi na sekundarni strani, ki mora biti plombirana. Upoštevati je potrebno selektivnost delovanja med posameznimi zaščitnimi napravami.

V primeru uporabe MNT z več sekundarnimi navitji je potrebno zaščitno navitje 100/3 V, ki ni uporabljeno za zaščitne namene, vezati v odprti trikotnik in ga zaključiti z uporom ustrezne upornosti  $R$  ( $\Omega$ ) in moči  $P(W)$ . Pri izbiri upora je potrebno upoštevati navodila proizvajalca MNT. Vezalna shema vezave upora v odprti trikotnik je prikazana na sliki 5.



Slika 5: Vežalna shema MNT za primer, ko zaščitno navitje 100/3 V ni uporabljeno za zaščitne namene

## 6 Ožičenje naprav merilnega mesta

Minimalni prerezi bakrenih vodnikov za ožičenje in dopustne impedance okvarnih zank tokokrogov merilnega mesta morajo ustrezati vrednostim v tabeli 3. Te vrednosti so skladne z uporabljenimi standardi SIST HD 60364-4-4, SIST HD 60364-4-43, SIST HD 60364-4-42, SIST HD 60364-5-54, SIST HD 60364-5-52 in delovnimi karakteristikami za taljive varovalke tipa z oznako gL/gG. Ožičenje je potrebno izvesti z bakrenimi vodniki tipa H07V-U (masivni vodnik) ali H07V-K (fino žični vodnik). V kolikor je izbran vodnik tipa H07V-K, morajo biti na koncih nameščeni ustrezni priključni tulci. Lahko se uporabi tudi kabel z opletom in masivnimi ali finožičnimi vodniki.

### 6.1 Ožičenje opreme merilnega mesta pri polindirektnem in indirektnem načinu merjenja

#### 6.1.1 Ožičenje med merilnimi tokovnimi transformatorji in merilno priključno letvijo

Za ožičenje med merilnimi tokovnimi transformatorji (v nadaljevanju MTT) in merilno priključno letvijo (v nadaljevanju MPL) nameščeno v merilni omarici se uporabi tipiziran kabel z opletom in masivnimi ali finožičnimi vodniki.

Tipizirane zahteve za kabel za tokovne merilne vode:

- kabel z opletom in masivnimi ali finožičnimi vodniki,
- minimalno število vodnikov v kablu 7,
- presek vodnikov v kablu  $2,5 \text{ mm}^2$ ,
- oštevilčenje vodnikov po celotni dolžini kabla.

Oplet kabla mora biti na eni strani ozemljen (praviloma na stani MTT).

V primeru uporabe kabla s finožičnimi vodniki je potrebno konce vodnikov na strani priključitve MPL opremiti z ustreznimi tulci dolžine 12 mm. Glede na tip priključnih sponk MTT je potrebno namestiti kabelske čevlje z ustrezno luknjo ali ustrezne tulce dolžine 12 mm.

Kabel mora biti položen v ustreznem instalacijskem kanalu ali cevi, v enem kosu in **ni dovoljena** uporaba vmesnih sponk.



Na osnovi potrebne dolžine kabla med MTT in MPL se v tabeli 1 izbere ustrezna nazivna moč MTT. Ostali podatki o MTT so predpisani v soglasju za priključitev in Naboru merilne opreme SODO. MTT morajo biti nameščeni tako, da je na sponko X1 priključen dovod iz distribucijskega omrežja, na sponko X2 pa odvod, ki je priključen na uporabnikovo (odjemalčevo ali proizvajalčevo) instalacijo.

Tabela 1: Izbira nazivne moči MTT v [VA] v odvisnosti od dolžine uporabljenih kablov

| Zap.št. | Skupna dolžina kabla v [m] | Nazivna moč MTT za 0,4 kV [VA] | Nazivna moč MTT za 10, 20 in 35 kV [VA] |
|---------|----------------------------|--------------------------------|---|
| 1       | do 5                       | 2,0 – 2,5                      | 5                                       |
| 2       | od 6 do 15                 | 5,0 – 10,0                     | 5-10                                    |
| 3       | od 15 do 30                | 11,0 – 15,0                    | 15                                      |

### 6.1.2 Ožičenje med merilnimi napetostnimi transformatorji in merilno priključno letvijo

Za ožičenje med merilnimi napetostnimi transformatorji (v nadaljevanju MNT) in zaščitnimi nad tokovnimi elementi v merilni celici (obvezna uporaba talilnih vložkov 10 A karakteristike gL/gG ali inštalacijske odklopnike B10) ter MPL v merilni omarici se uporabi tipiziran kabel z opletom in masivnimi ali finožičnimi vodniki.

Določilo velja tudi za polindirekten način priključitve večfunkcijskega števca.

Tipizirane zahteve za kable za napetostne merilne vode:

- kabel z opletom in masivnimi ali finožičnimi vodniki,
- minimalno število vodnikov v kablu je 4,
- presek vodnikov v kablu se določi na osnovi tabele 2,
- oštevilčenje vodnikov po celotni dolžini kabla.

Oplet kabla mora biti na eni strani ozemljen (praviloma na stani MNT).

V primeru uporabe finožičnega kabla je potrebno konce vodnikov pred montažo na MPL opremiti z ustreznimi tulci priključne dolžine 12 mm. Na strani MNT je potrebno namestiti kabske čevlje ali ustrezne tulce dolžine 12 mm (odvisno od tipa priključnice).

Kabel mora biti položen v ustreznem instalacijskem kanalu ali cevi, v enem kosu in ni dovoljena uporaba vmesnih sponk.

Glede na potrebno dolžino kabla med MNT in MPL se v tabeli 2 izbere ustrezen presek vodnikov. Ostali podatki o MNT so predpisani v soglasju za priključitev.

Tabela 2: Izbira preseka vodnikov v kablu v odvisnosti od dolžine kabla

| Zap.št. | Skupna dolžina kabla [m] | Presek vodnikov v kablu [mm <sup>2</sup> ] |
|---------|--------------------------|--|
| 1       | do 20                    | 2,5  |
| 2       | od 21 do 35              | 4  |
| 3       | nad 36                   | 6  |

### 6.1.3 Ožičenje med MPL in števcem na merilnem mestu

Za ožičenje med MPL in večfunkcijskim števcem se uporabi tipiziran kabel z opletom in finožičnimi vodniki.

Tipizirane zahteve za kabel za merilne vode so:

- kabel z opletom in finožičnimi vodniki,
- minimalno število vodnikov v kablu 12,
- presek vodnikov v kablu 2,5 mm<sup>2</sup>,

- oštevilčenje vodnikov po celotni dolžini kabla.

Na koncih vodnikov morajo biti nameščeni ustrezni bakreni tulci priključne dolžine:

- 12 mm na strani priključitve na MPL,
- 18 mm na strani priključitve na števec.

Kabel mora biti položen v instalacijskem kanalu.

## 7 Merilni tokokrogi in ozemljitve

### 7.1 Merilni tokokrogi

Primarni in sekundarni tokokrogi napetostnih transformatorjev morajo biti varovani pred kratkimi stiki. Zaščitne naprave je treba izbrati in namestiti tako, da je mogoče opaziti njihovo stanje. Zaščitne naprave sekundarnih tokokrogov je potrebno namestiti čim bližje merilnim napetostnim transformatorjem. Določilo za primarne tokokroge napetostnih transformatorjev iz prvega odstavka tega člena ni obvezujoče v SN stikališčih kjer so nameščene s plinom izolirane stikalne naprave.

Prerez vodnikov merilnih tokokrogov mora biti izbran tako, da padec napetosti med sekundarnimi sponkami merilnega napetostnega transformatorja in priključnimi sponkami električnega števca, ni višji od:

- 0,1 % merilne napetosti pri razredu točnosti 0,5,
- 0,05 % merilne napetosti pri razredu točnosti 0,2.

### 7.2 Ozemljitve

Sekundarne tokokroge merilnih tokovnih transformatorjev je potrebno ozemljiti, praviloma sponke "s<sub>1</sub>". Vodnik za ozemljitev mora imeti najmanjši prerez Cu 4 mm<sup>2</sup> ali odgovarjajoči prerez drugega materiala.

Za indirektno merjenje se uporabljajo enopolno izolirani merilni napetostni transformatorji, kjer je potrebno ozemljiti sponki »N« in »n«. Vodnik za ozemljitev mora imeti najmanjši prerez Cu 4 mm<sup>2</sup> ali odgovarjajoči prerez drugega materiala.

Kovinske dele merilnih transformatorjev, ki normalno niso pod napetostjo, je potrebno ozemljiti. Ozemljilni vodnik mora imeti prerez najmanj 16 mm<sup>2</sup> Cu ali odgovarjajoči prerez drugega materiala.

## 8 Prenapetostna zaščita merilnih in komunikacijskih naprav

### 8.1 Namen vgradnje prenapetostnih zaščitnih naprav

Namen vgradnje prenapetostnih zaščitnih naprav je zaščititi električno inštalacijo in merilno opremo pred udarnim razelektritvenim tokom strele.

Indukcijski in elektronski števeci ter stikalne ure morajo ustrezati napetostnemu razredu IV in vzdržati udarne napetosti (oblika napetostnega vala 1,2/50 μs) med 6 in 8 kV. Eksterne komunikacijske naprave morajo ustrezati napetostnemu razredu III in vzdržati udarne napetosti do 4 kV (oblika napetostnega vala 1,2/50 μs).

Prilagoditev zaščitnega napetostnega nivoja najšibkejšemu elementu je zagotovljeno, če je izpolnjen pogoj:

$$U_p < 0,8 \times U_w$$

kjer pomeni:

- $U_p$  - zaščitni napetostni nivo oziroma najvišja napetost, ki se pojavi na sponkah odvodnika prenapetosti v primeru prenapetostnega impulza točno določene oblike in amplitude, sočasno pa opisuje sposobnost omejevanja napetosti udarnega vala na nivo preostale vrednosti;

- $U_w$  - izolacijska trdnost najšibkejšega vgrajenega elementa na mer. mestu (SIST EN 60664-1).

## 8.2 Nad tokovna zaščita prenapetostnih zaščitnih naprav

### 8.2.1 Vgradnja varovalk

Prenapetostne zaščitne naprave morajo biti varovane z nad tokovno zaščito zaradi možne preobremenitve naprav zaradi toka strele, ali pojava prenapetosti in s tem odvodnega toka zaradi enopolnega zemeljskega stika blizu transformatorja. Drugi razlog varovanja je možnost previsokega sledilnega toka, ki ga sam zaščitni element ne more prekiniti.

Kot nad tokovna zaščita zaščitnih naprav lahko služi obračunska glavna varovalka v primeru, ko njena nazivna vrednost ne presega kratkostične trdnosti zaščitne naprave. V nasprotnem primeru se vgradi dodatna varovalka.

Dodatne varovalke za prenapetostne zaščitne naprave morajo vzdržati najvišjo možno energijo udarnega toka strele proti zemlji tako, da ne prekinajo odvodne poti, zato je potrebno vgrajevati varovalke z najvišjim nazivnim tokom, ki ga predpiše proizvajalec prenapetostne zaščitne naprave.

Pri izbiri varovalk je potrebno upoštevati selektivnost. Da dosežemo selektivnost delovanja nad tokovne zaščite pri pojavu kratkega stika preko prenapetostne zaščitne naprave, je potrebno upoštevati razmerje **1,6:1**. Glavne varovalke morajo biti vsaj za dve stopnji višje od varovalk za prenapetostno zaščito.

## 8.3 Zahteve za prenapetostne zaščitne naprave

Prenapetostne zaščitne naprave za zaščito merilne opreme pred direktnimi in delnimi direktnimi udari strele tipa 1, 2 (SIST EN 61643-11) morajo ustrezati standardom SIST EN 62305-3, SIST EN 62305-4, SIST EN 60664-1, SIST EN 61643-11. Konstrukcija odvodnika mora omogočati montažo na klobučno letev širine 35 mm (SIST EN 60715). Razred po SIST EN 61643-11 T1 in T2.

Izpolnjevati pa morajo še naslednje zahteve:

### 8.3.1 Prenapetostne zaščitne naprave za priključitev na fazne vodnike v sistemu TN in TT

- zaščitni element:
  - varistor brez sledilnega toka  $I_F$ ,
  - ali plinski odvodnik (iskrišče) s samo ugasljivim sledilnim tokom  $I_F$  brez izpuha;
- maksimalna delovna napetost  $U_c$ :
  - največja trajna obratovalna napetost  $U_c$ ;
    - $\geq 320$  V AC za priključitev na nazivno napetost 230 V,
    - $\geq 150$  V AC za priključitev na nazivno napetost 58 V,
- nazivni odvodni tok  $I_n(8/20\mu s)$ :  $\geq 12,5$  kA;
- maksimalni odvodni tok  $I_{max}(8/20\mu s)$ :  $\geq 60$  kA;
- maksimalni odvodni tok  $I_{imp}(10/350\mu s)$ :  $\geq 12,5 (25)^*$  kA;
- odzivni čas  $t_A$ :
  - $\leq 25$  ns za varistorje in
  - $\leq 100$  ns za plinske odvodnike;
- zaščitni nivo  $U_p$ :  $< 1500$  V (12,5 kA); 1800 V (25 kA)\*
- temperaturno območje delovanja:  $-25^\circ\text{C}$  do  $+60^\circ\text{C}$ .

Opomba ( )\*: velja za območje z visoko intenziteto udarov strel.

### 8.3.2 Za galvansko ločitev med vodnikoma N in PE v sistemu TT

- zaščitni element: plinski odvodnik (iskrišče) brez izpuha;
- maksimalna delovna napetost  $U_c$ : 230 V AC;
- nazivni odvodni tok  $I_n(8/20\mu s)$ :  $\geq 20$  kA;
- maksimalni odvodni tok  $I_{max}(8/20\mu s)$ :  $\geq 80$  kA;
- maksimalni odvodni tok  $I_{imp}(10/350\mu s)$ :  $\geq 50/100$  kA
- sledilni tok: samougasljiv;
- odzivni čas  $t_A$ :  $< 100$  ns;
- zaščitni napetostni nivo  $U_p$ :  $< 1500$ V (12,5 kA); 1800V (25 kA)\*.

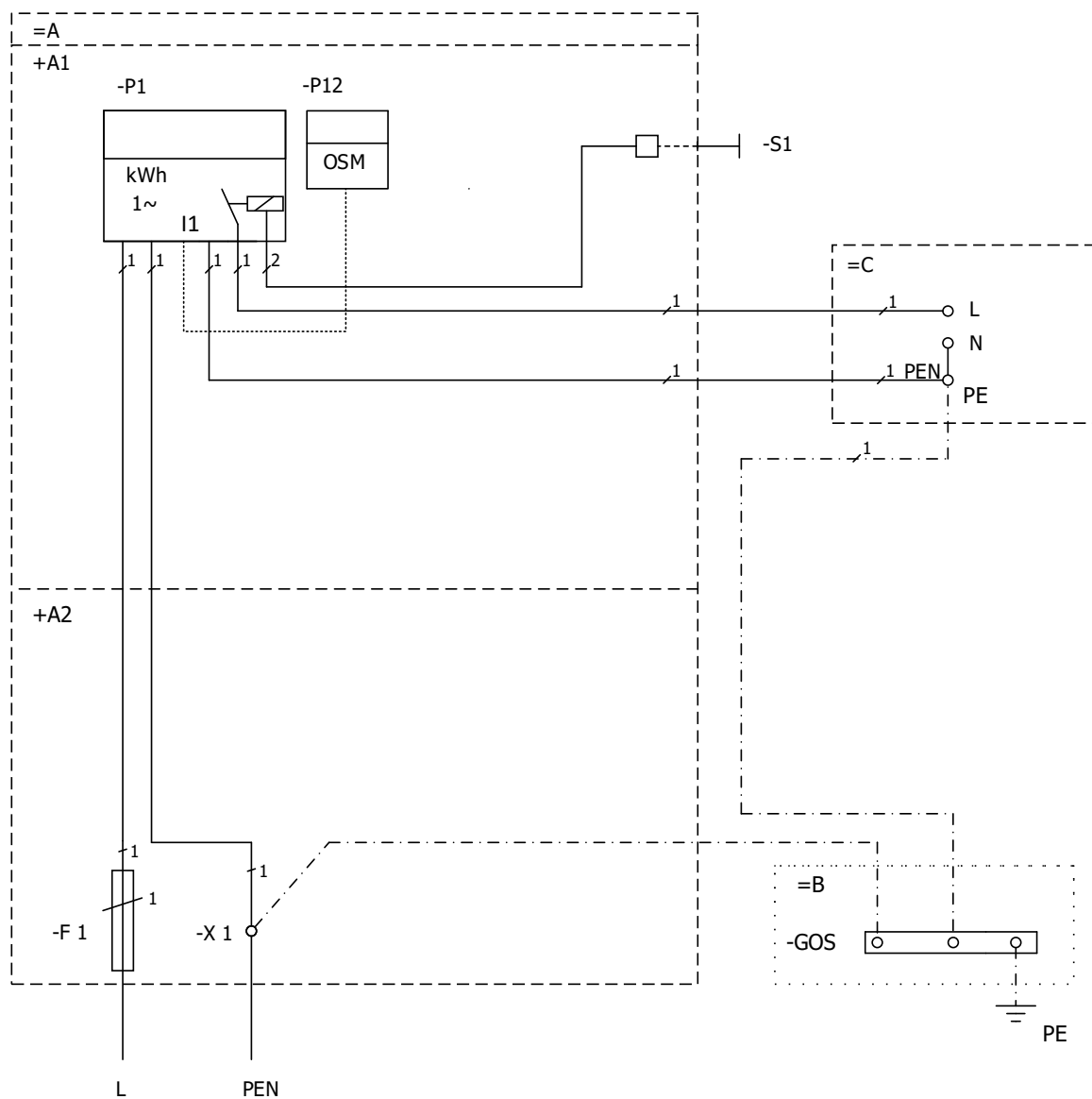
Zaščitni elementi morajo biti izvedeni z možnostjo menjave prenapetostnega modula tako, da ostane ohišje na pritrdilni letvi (modularna izvedba).

Opomba ( )\*: velja za območje z visoko intenziteto udarov strel.

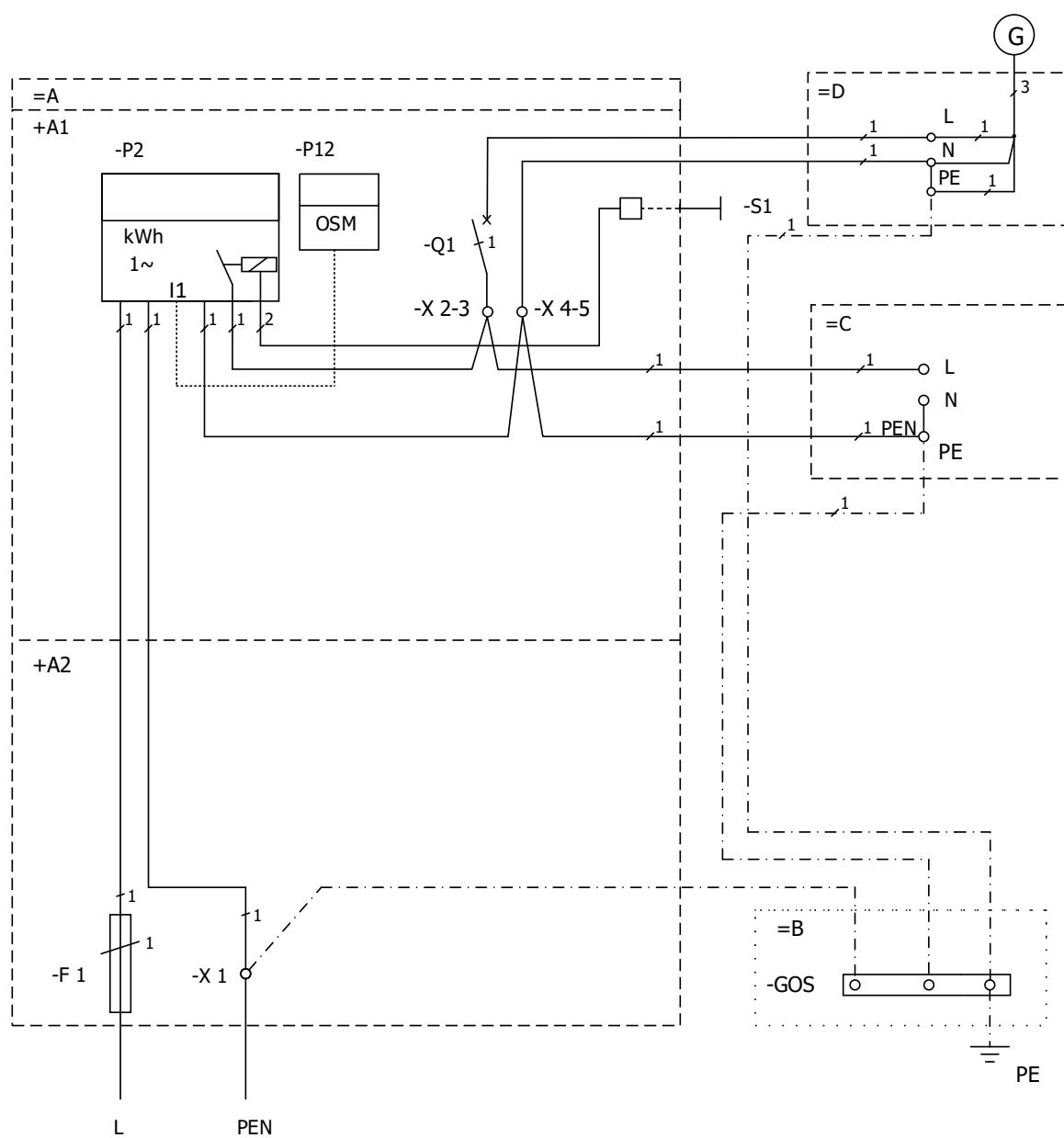
## 9 Enopolne sheme izvedb merilnih mest uporabnikov omrežja

### 9.1 Izvedba 1: Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TN

1. Izvedba z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka:



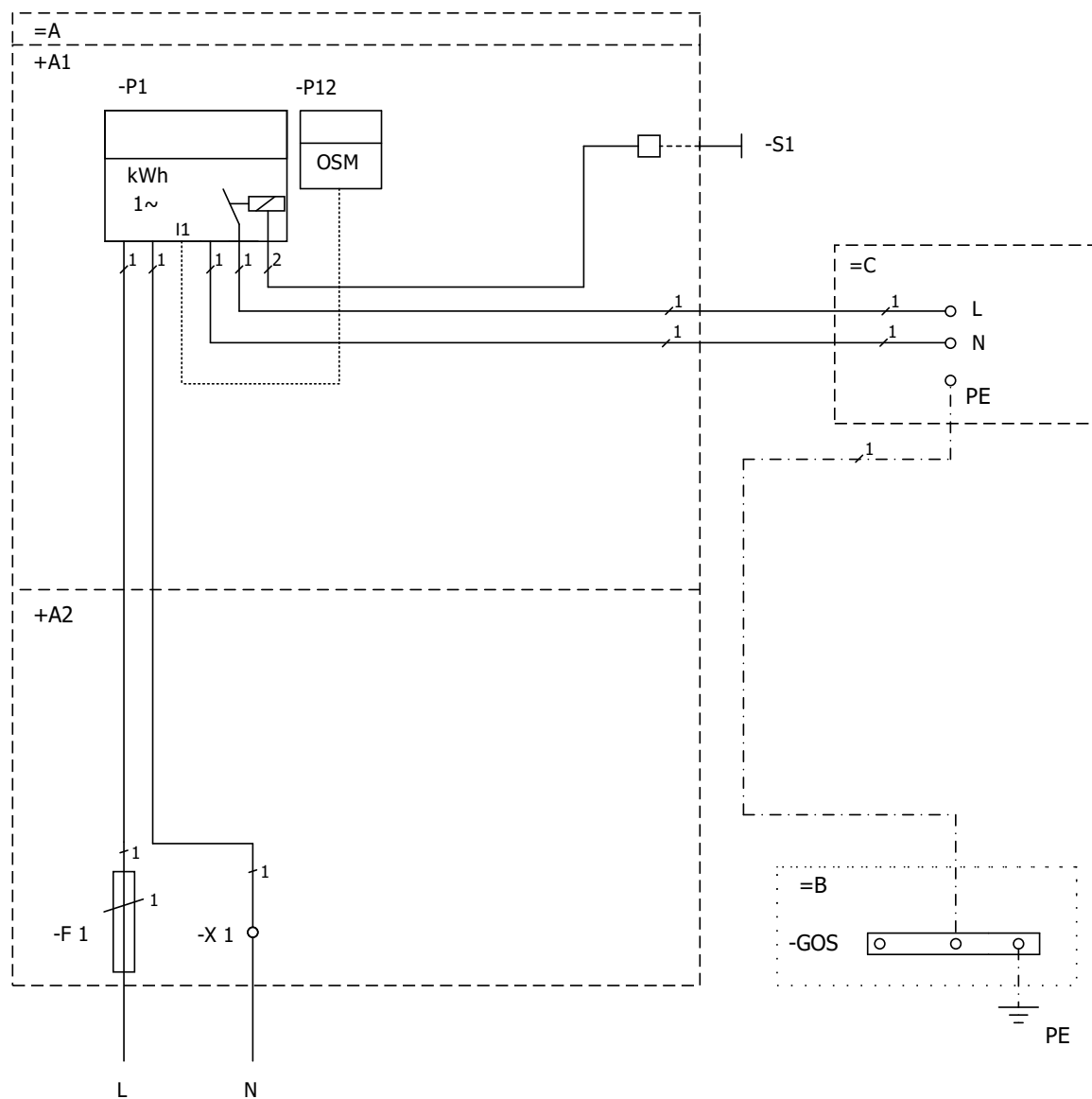
Slika 6: Izvedba 1, sistem TN, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



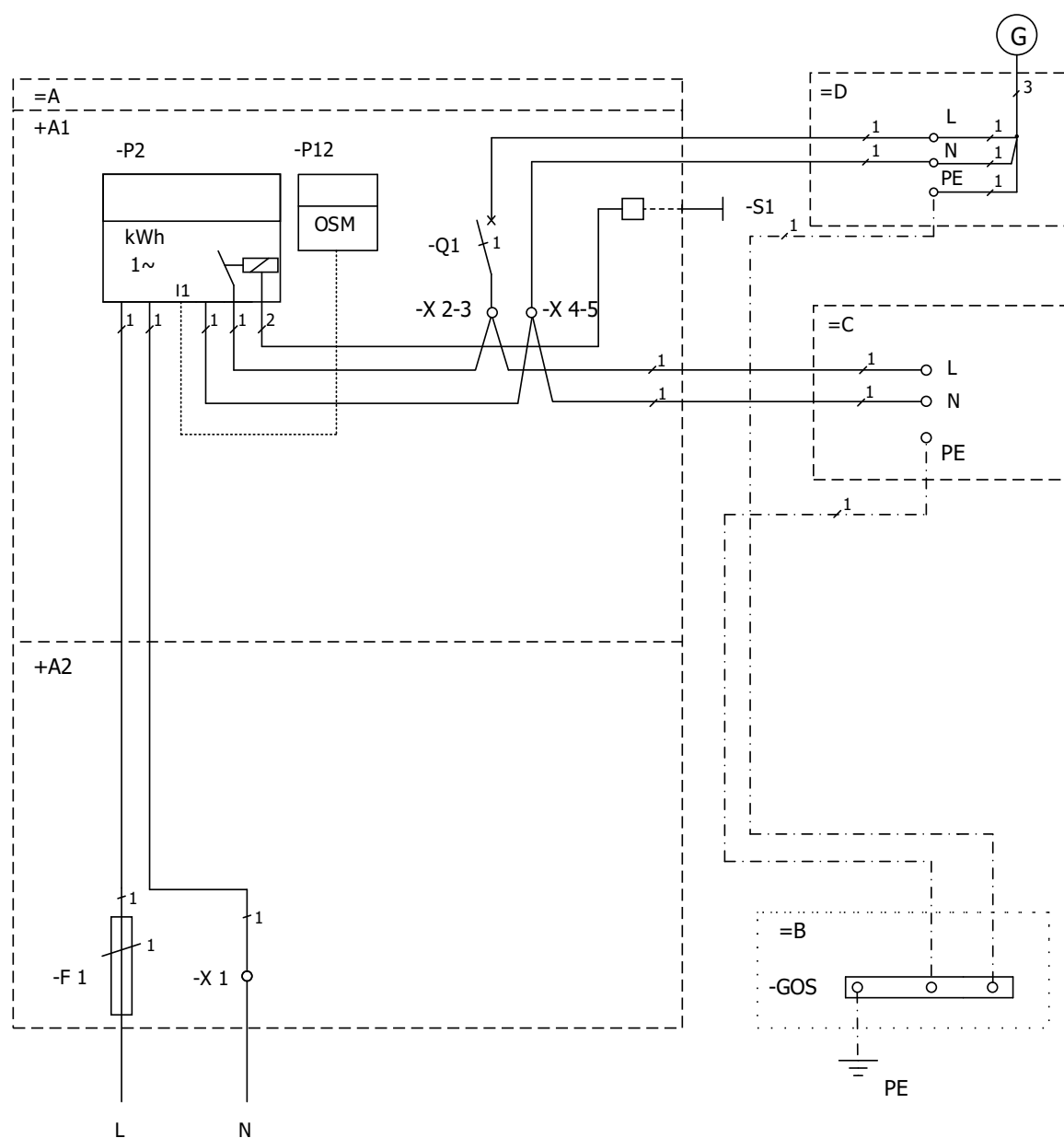
Slika 7b: Izvedba 1, sistem TN, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka za samooskrbo priključeno v priključno merilni omarici

## 9.2 Izvedba 1: Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TT

### 1. Izvedba z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



Slika 8: Izvedba 1, sistem TT, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka

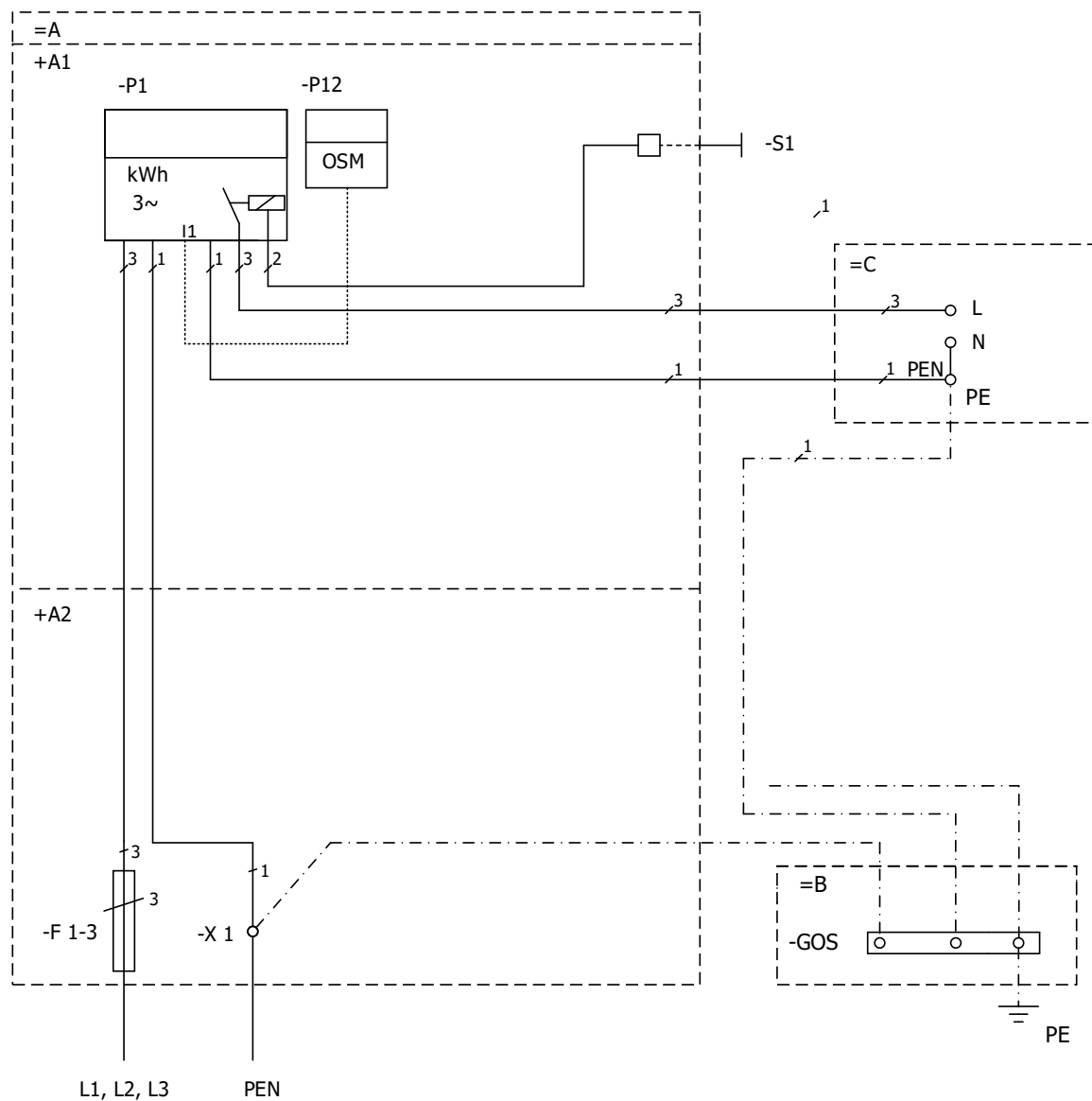


Slika 9b: Izvedba 1, sistem TT, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka za samooskrbo priključeno v priključno merilni omaric



### 9.3 Izvedba 2: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TN

#### 1. Izvedba z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka

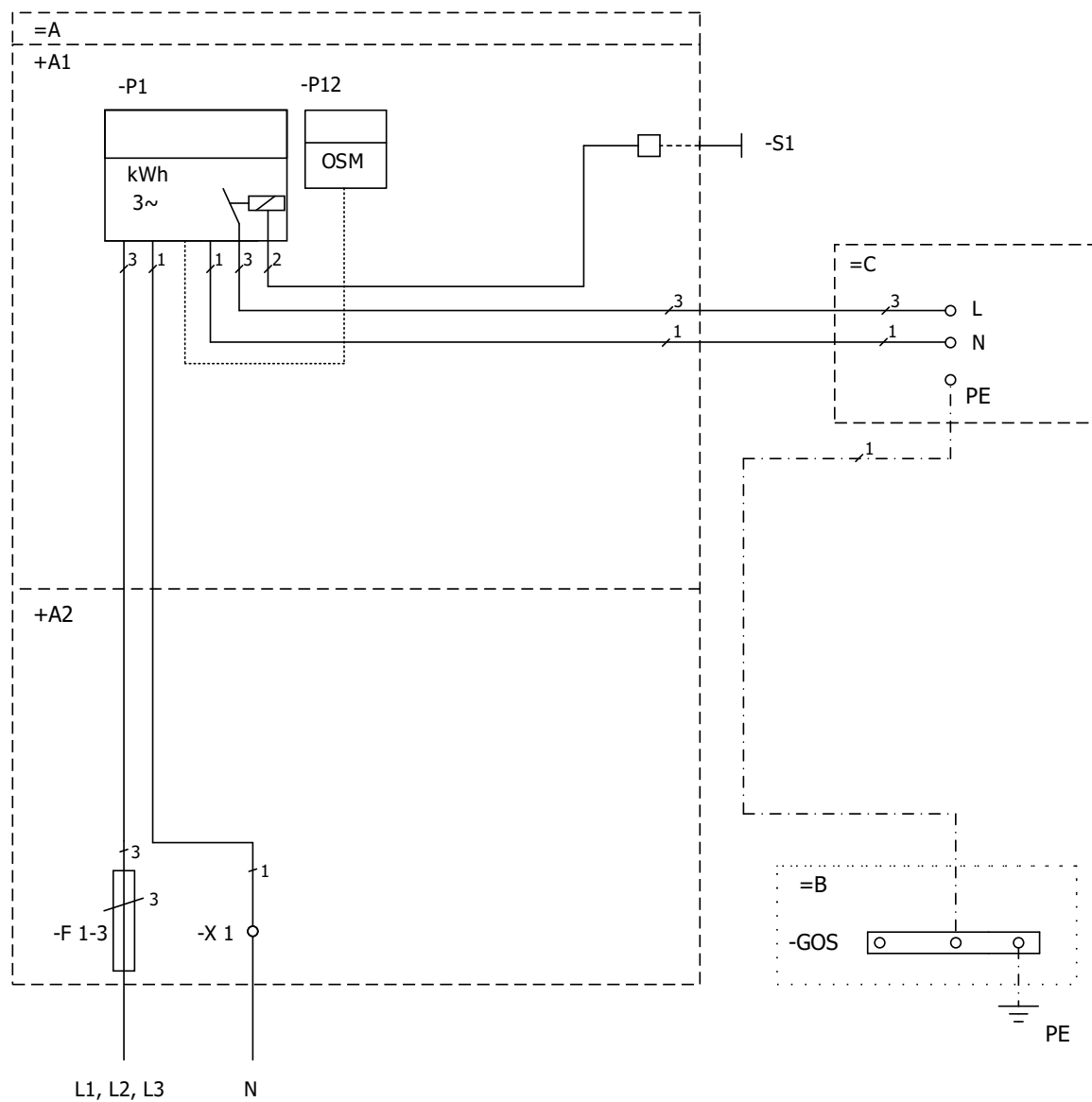


Slika 10: Izvedba 2, sistem TN, z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka

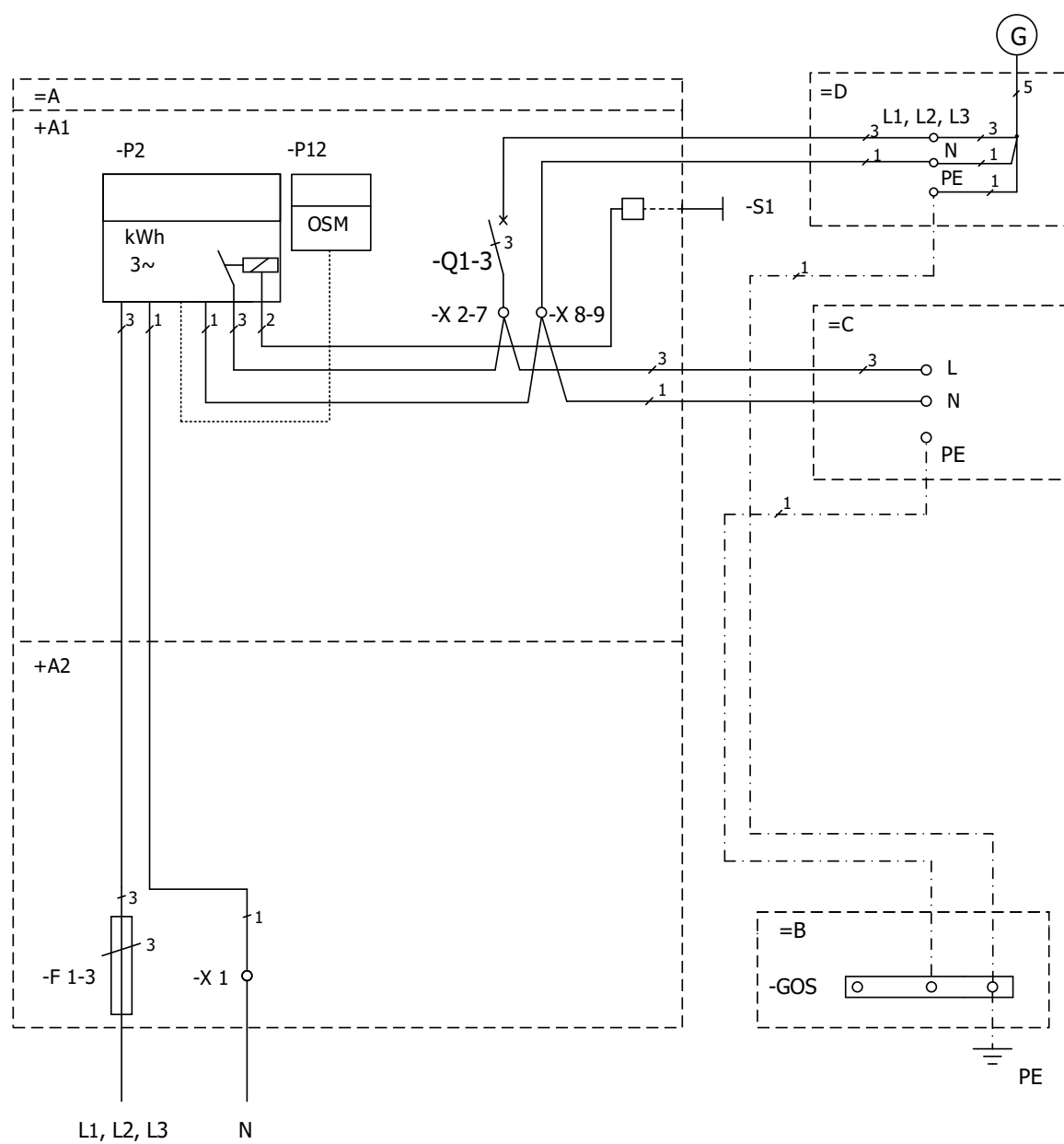


## 9.4 Izvedba 2: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TT

1. Izvedba z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka

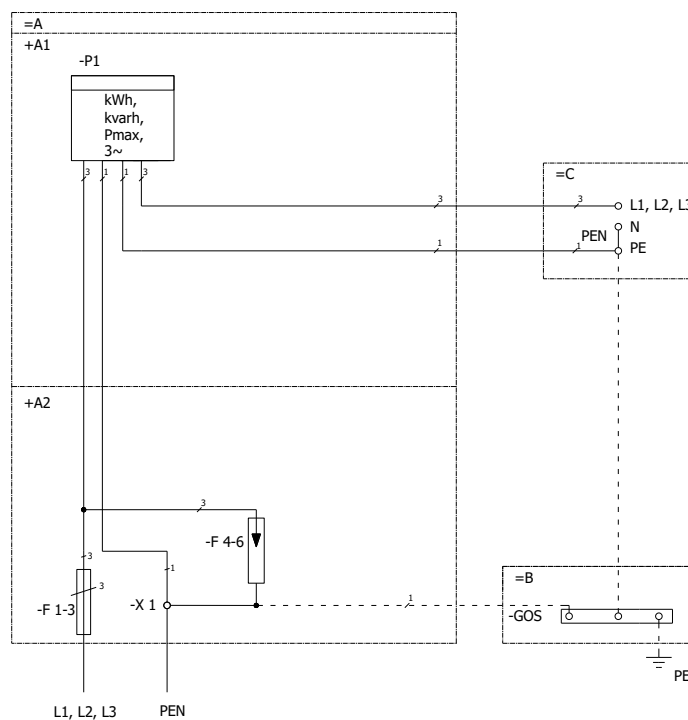


Slika 12: Izvedba 2, sistem TT, z varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka



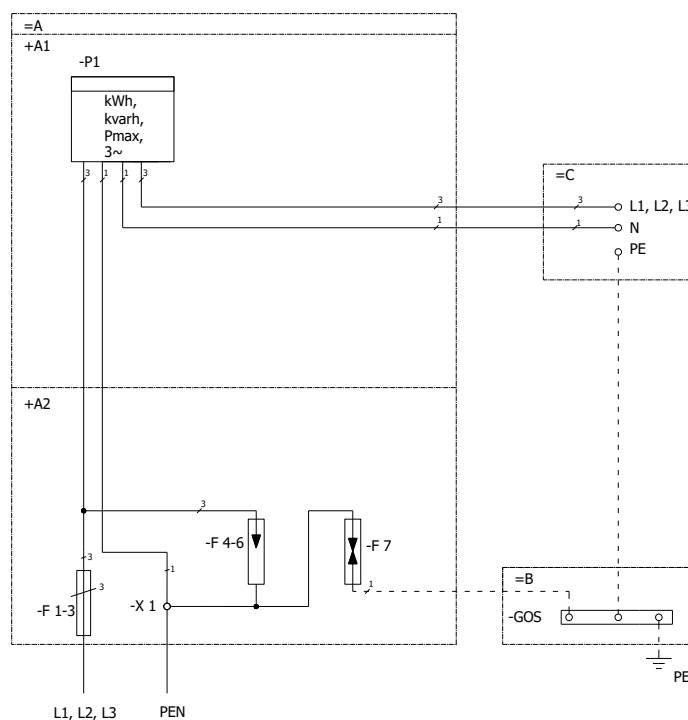
Slika 13b: Izvedba 2, sistem TT, z varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka za samooskrbo priključeno v priključno merilni omarici

### 9.5 Izvedba 3: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 2 (več) tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija, sistem TN



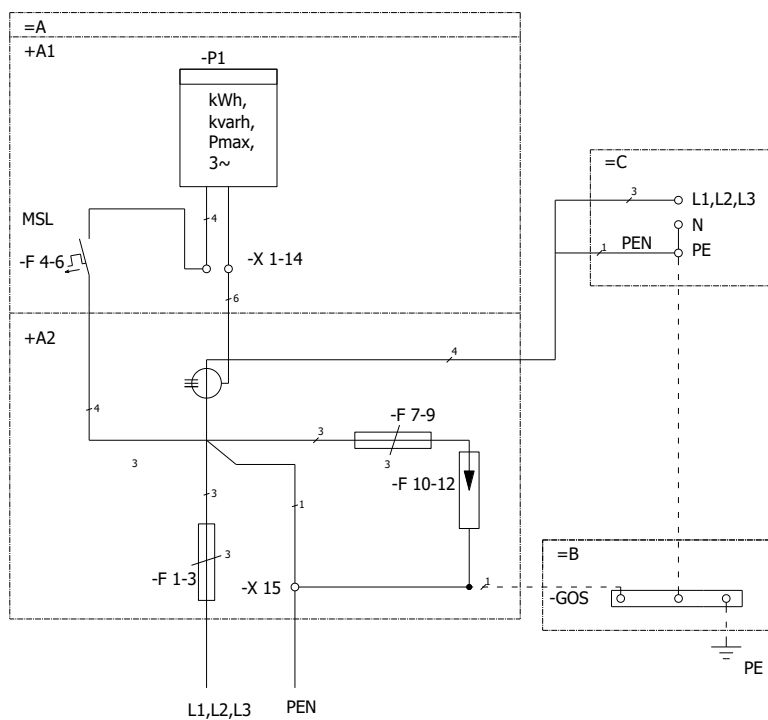
Slika 14: Izvedba 3, sistem TN

### 9.6 Izvedba 3: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 2 (več) tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija, sistem TT

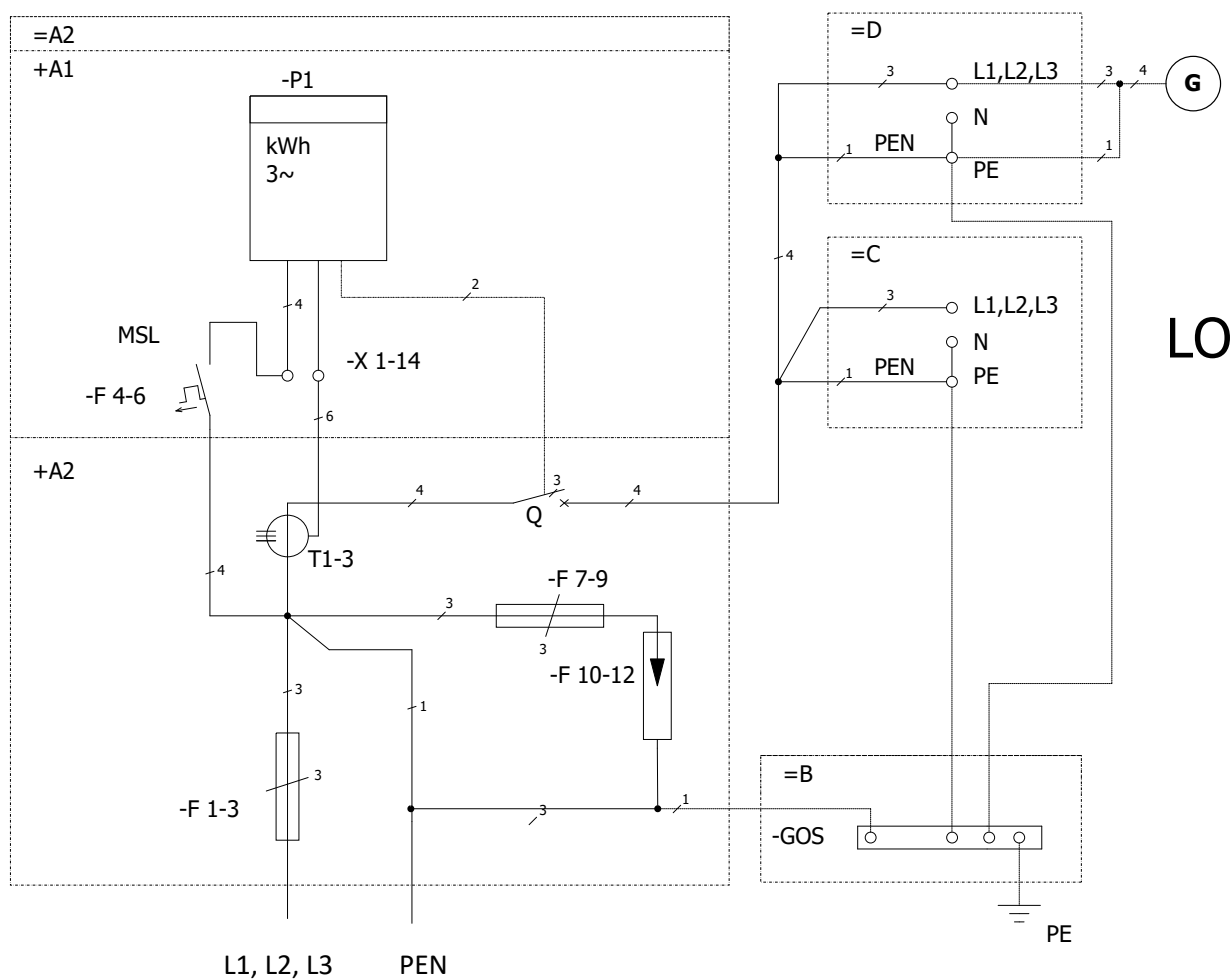


Slika 15: Izvedba 3, sistem TT

## 9.7 Izvedba 4: Polindirektno, nizkonapetostno, 3 fazno, 2 (več) tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija

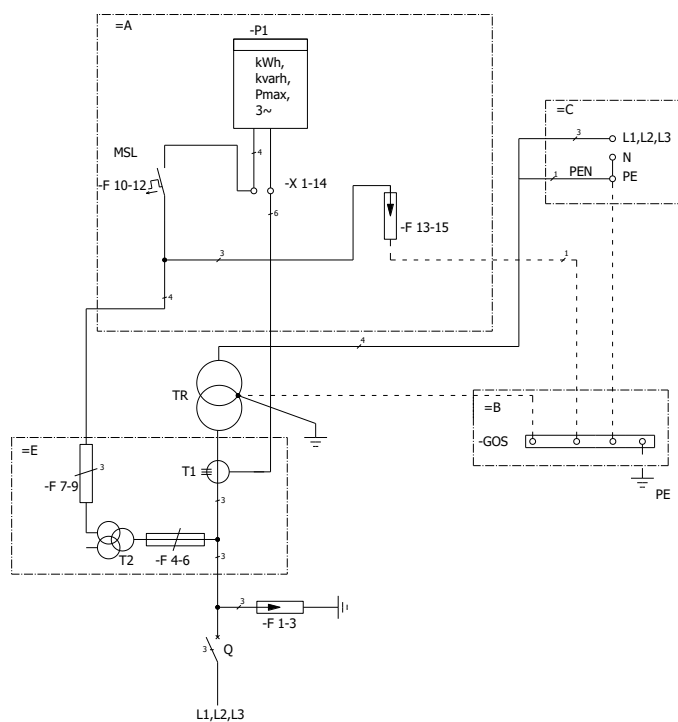


Slika 16: Izvedba 4



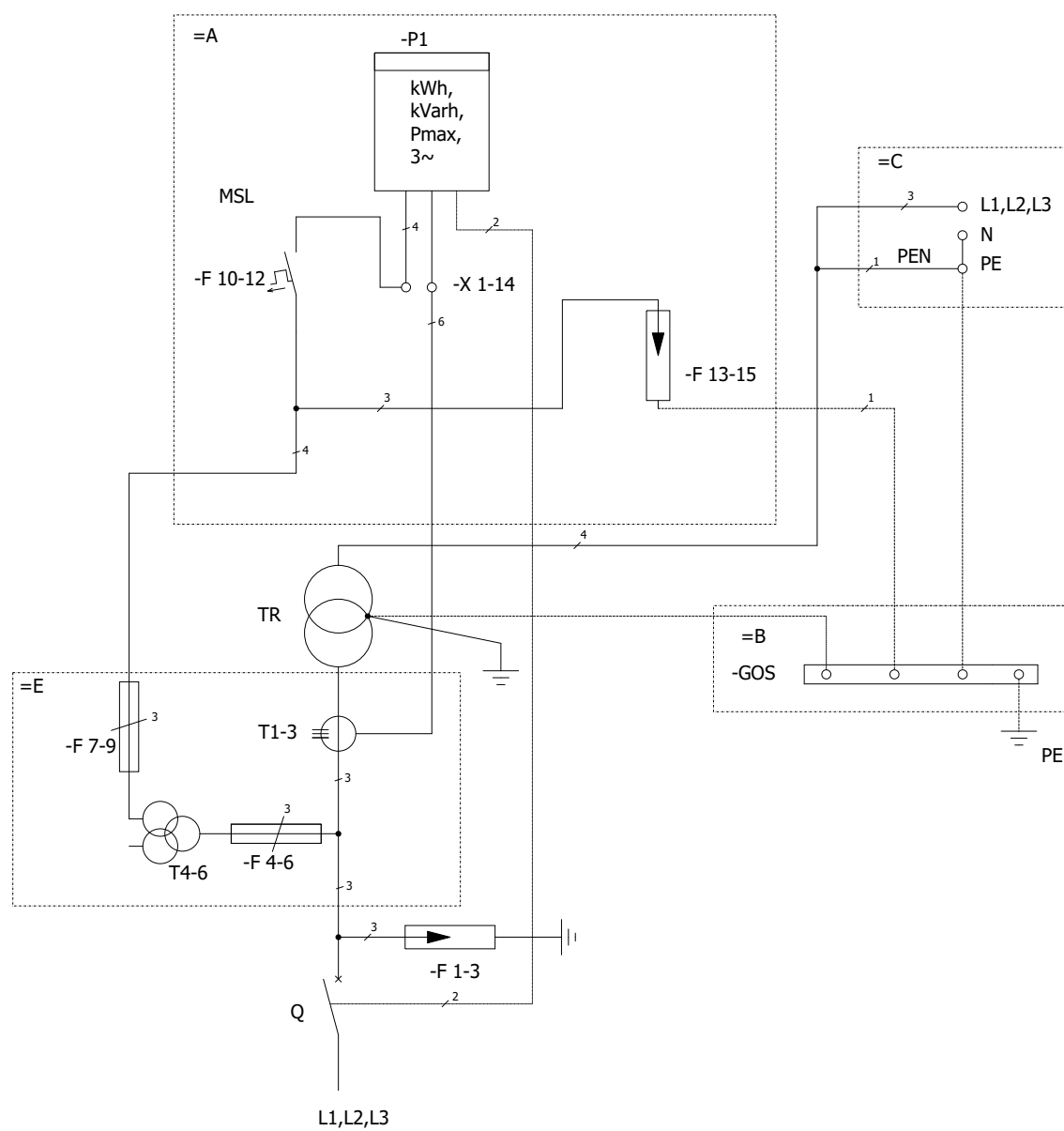
Slika 17a: Izvedba 4a Skupinska samooskrba večje večstanovanjske stavbe, skupnosti OVE ali odjemalci z omejevanjem priključne moči

## 9.8 Izvedba 5: Indirektno, srednje napetostno, 3 fazno, 3 sistemsko, več tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija



Slika 18: Izvedba 5



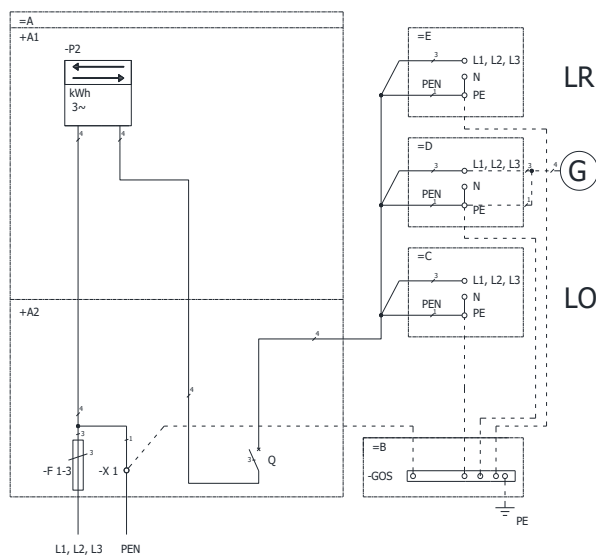


Slika 19b: Izvedba 5b Omejevanje priključne moči

## 10 Enopolne sheme izvedb merilnih mest proizvodnih naprav

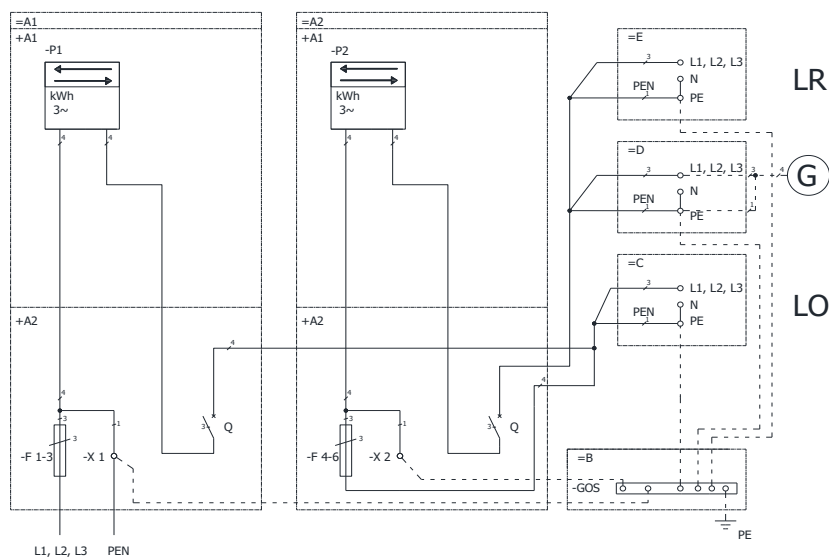
### 10.1 Merilna mesta proizvodnih naprav z direktnim načinom merjenja (do vključno 55 kW)

1. Izvedba 1 (SONDO – shema priključitve: PS 1):



Slika 20: Direktni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1

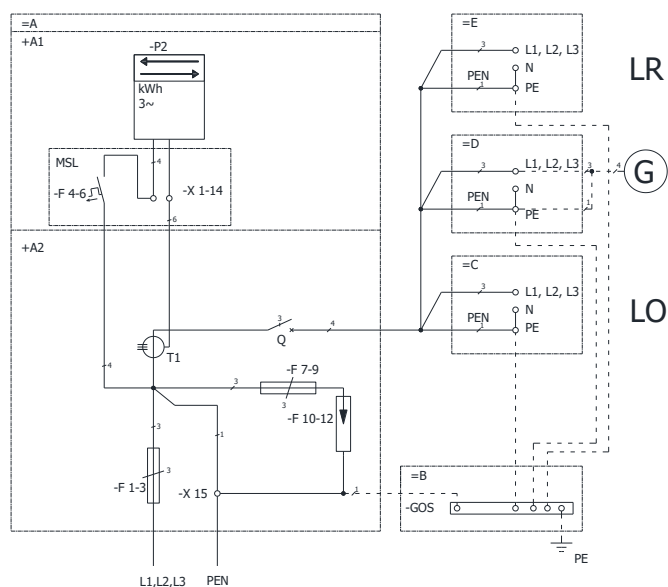
2. Izvedba 2 (SONDO – shema priključitve: PS 2):



Slika 21: Direktni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2

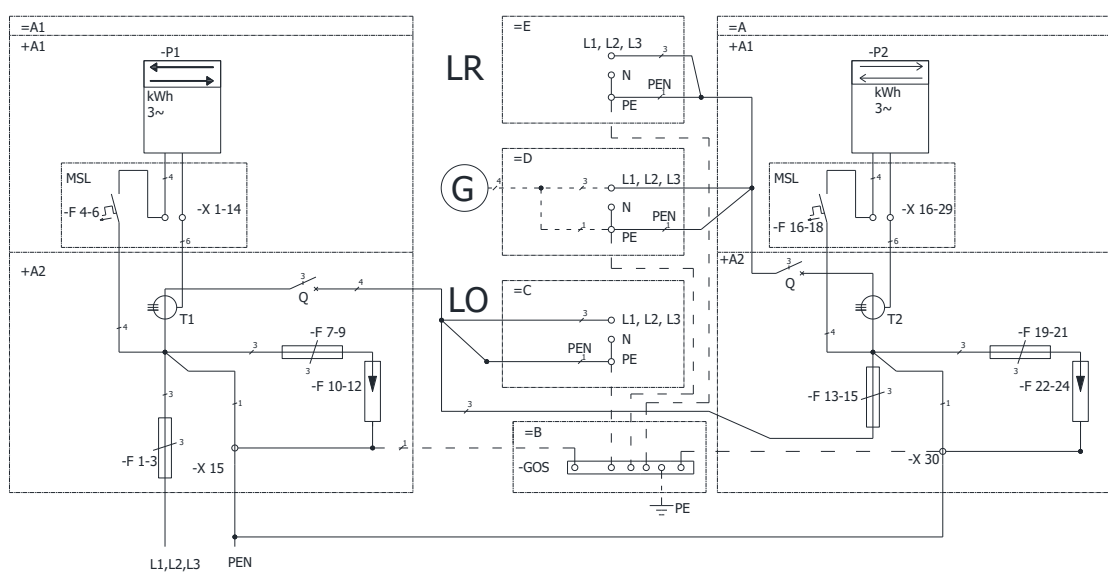
## 10.2 Merilna mesta proizvodnih naprav s polindirektnim načinom merjenja

### 1. Izvedba 1 (SONDO – shema priključitve: PS 1)



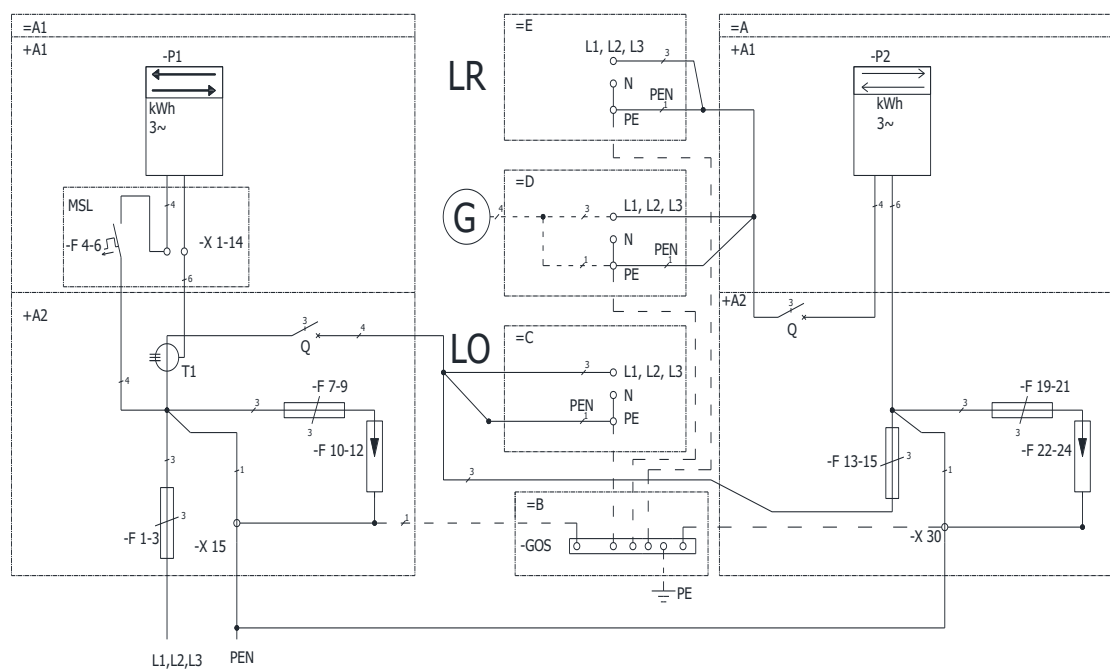
Slika 22: Polindirektni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1

### 2. Izvedba 2 (SONDO – shema priključitve: PS 2)



Slika 23: Polindirektni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2

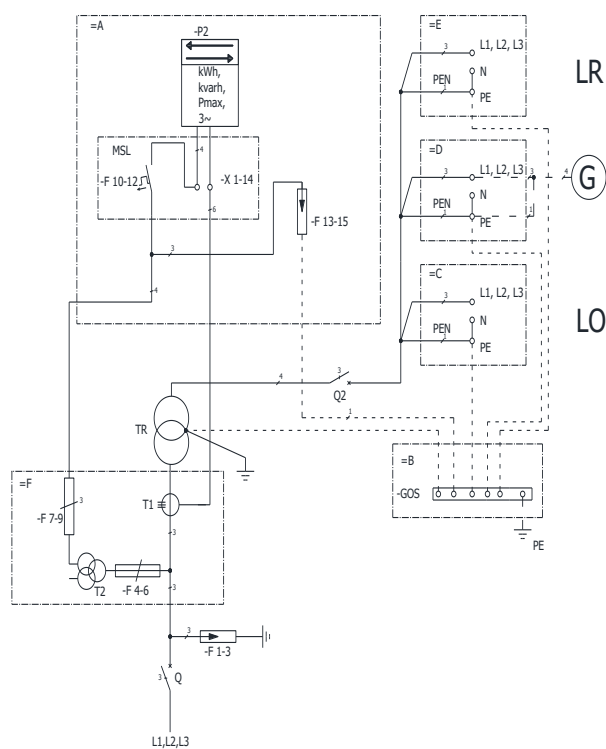
## 3. Izvedba 3 (SONDO – shema priključitve: PS 2)



Slika 24: Polindirektni način, izvedba 3, shema priključitve PS 2

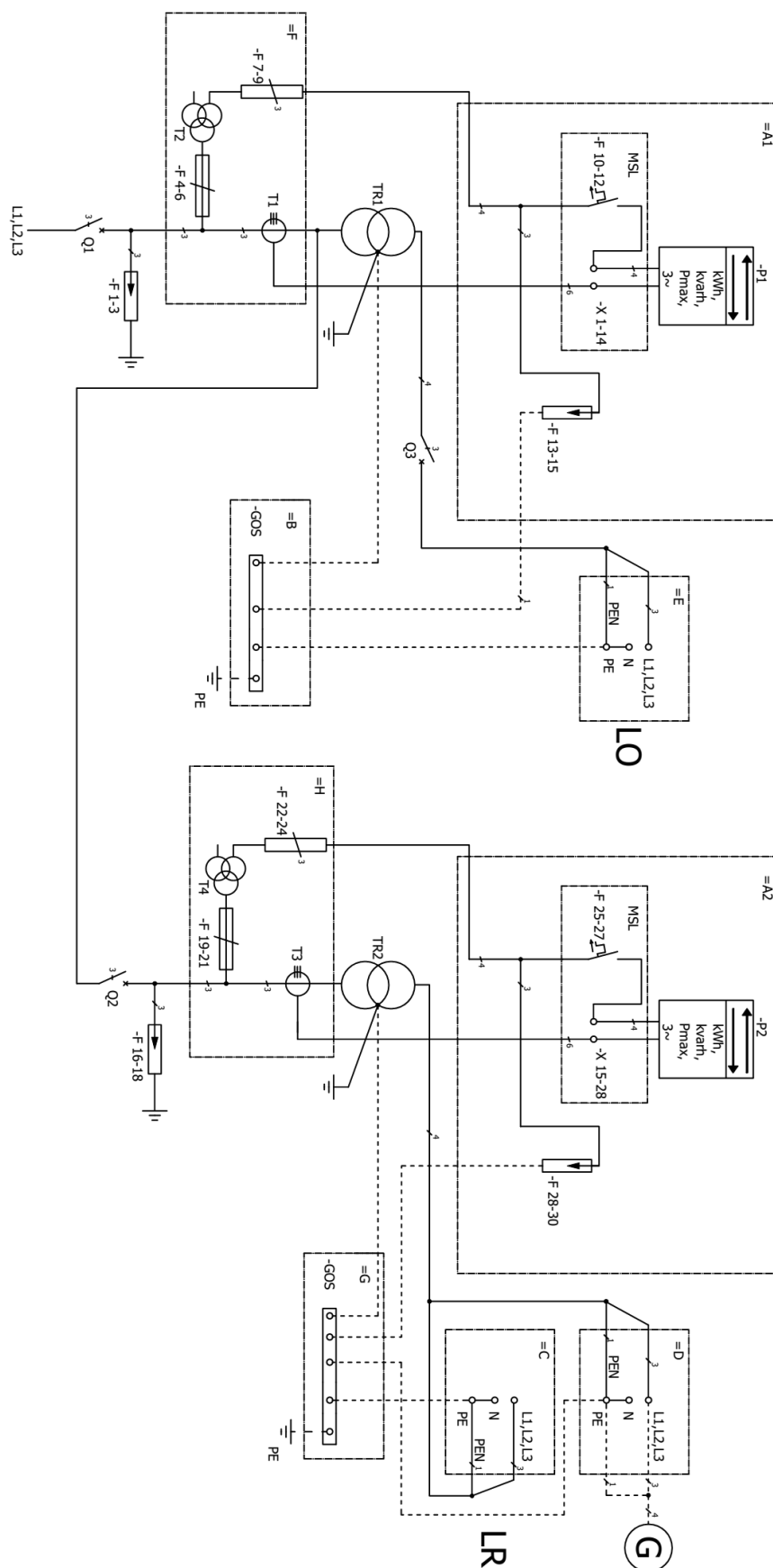
### 10.3 Merilna mesta proizvodnih naprav z indirektnim načinom merjenja

1. Izvedba 1 (SONDO – shema priključitve PS 1)



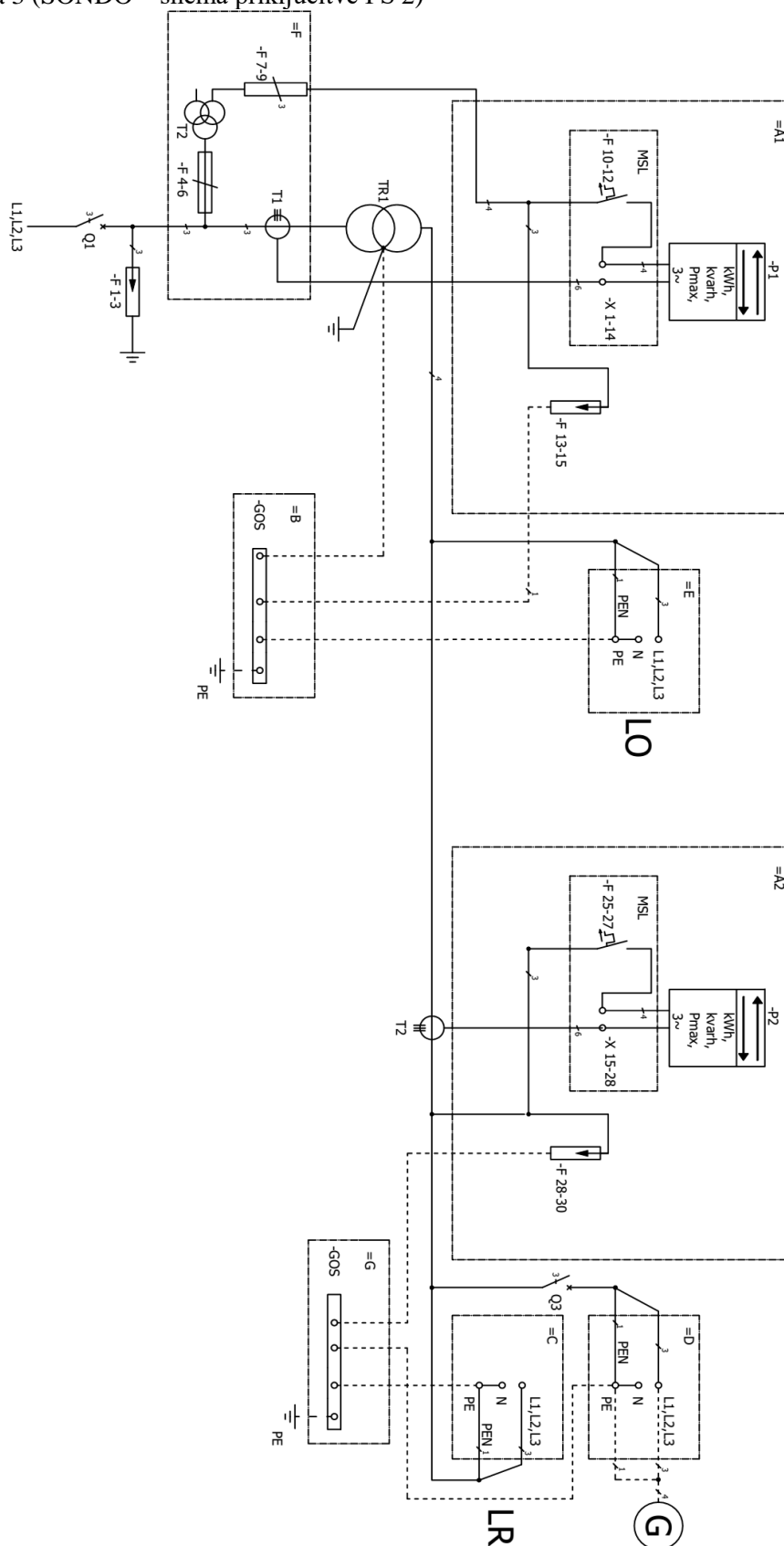
Slika 25: Indirektni način, izvedba 1, shema priključitve PS 1

## 2. Izvedba 2 (SONDO – shema priključitve PS 2)



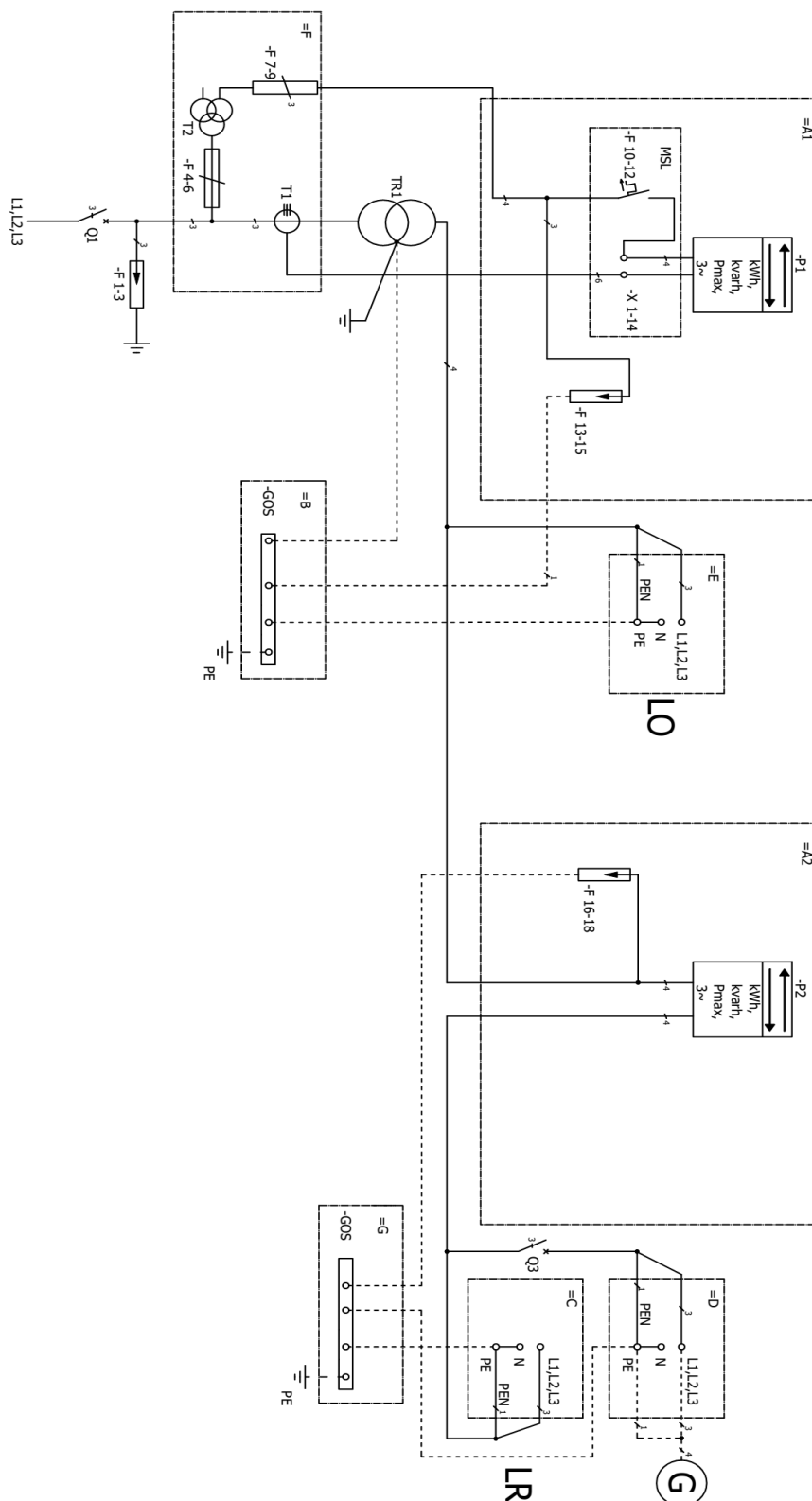
Slika 26: Indirektni način, izvedba 2, shema priključitve PS 2

## 3. Izvedba 3 (SONDO – shema priključitve PS 2)



Slika 27: Indirektni način, izvedba 3, shema priključitve PS 2

#### 4. Izvedba 4 (SONDO – shema priključitve PS 2)



*Slika 28: Indirektni način, izvedba 4, shema priključitve PS 2*

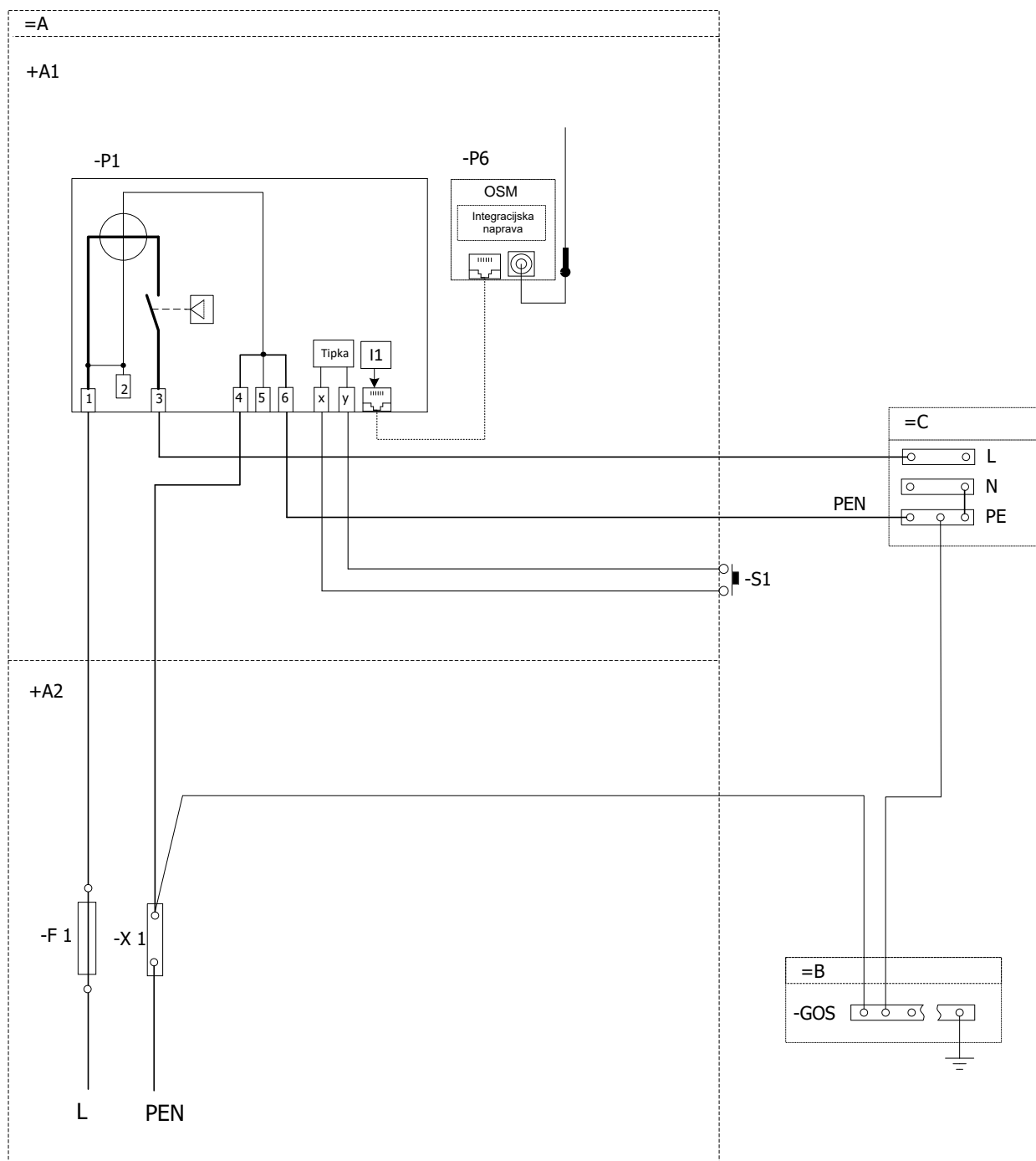
**Opomba:** Dejanske izvedbe merilnih mest proizvodnih naprav se lahko razlikujejo od predstavljenih v tem poglavju v določenih podrobnostih v odvisnosti od moči elektrarne, moči lastne rabe, vrste (enofazni – trifazni) in sistema TT ali TN.



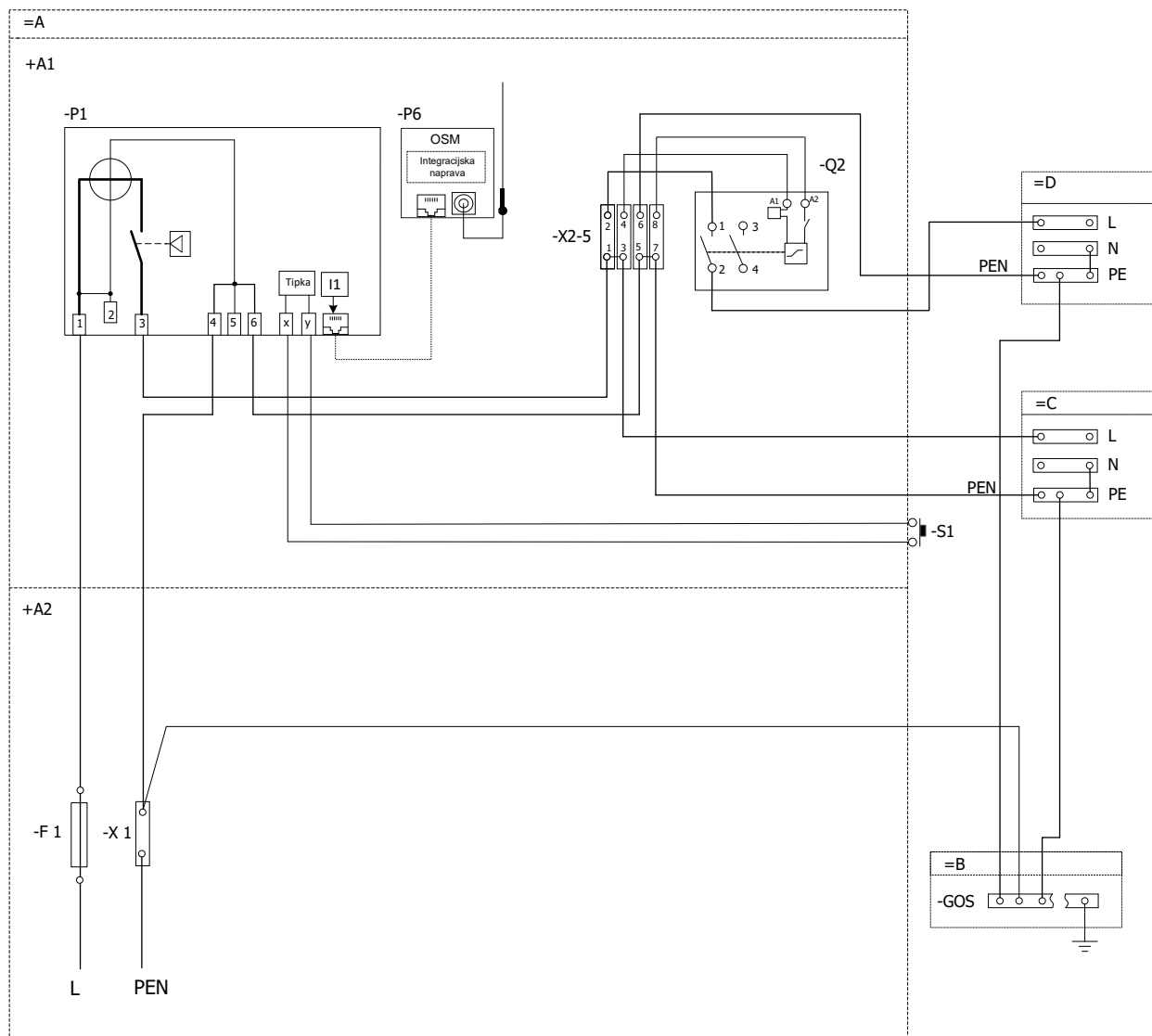
## 11 Vežalne sheme merilnih mest

### 11.1 Izvedba 1: Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TN

1. Izvedba z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



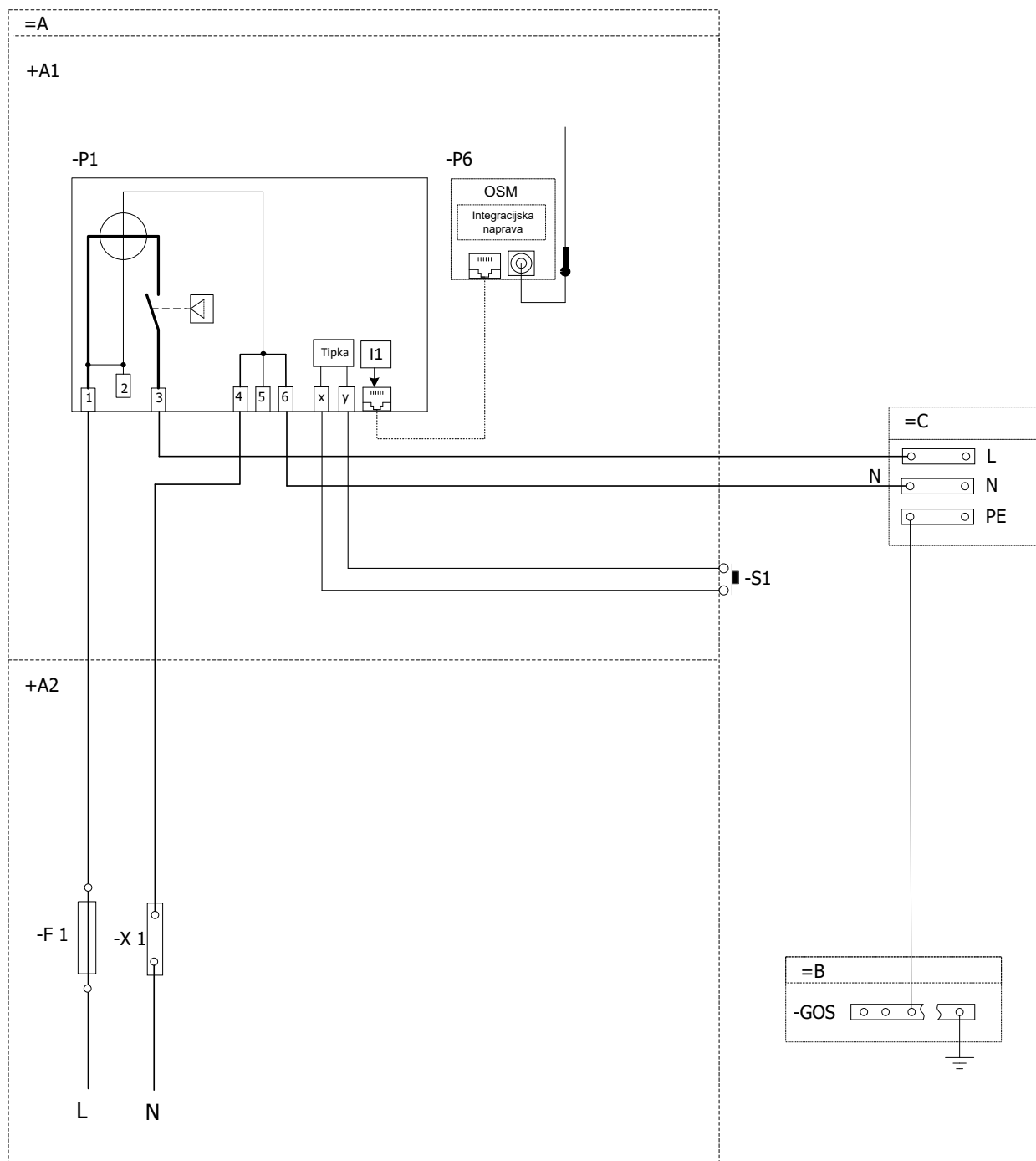
Slika 29: Izvedba 1, sistem TN, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



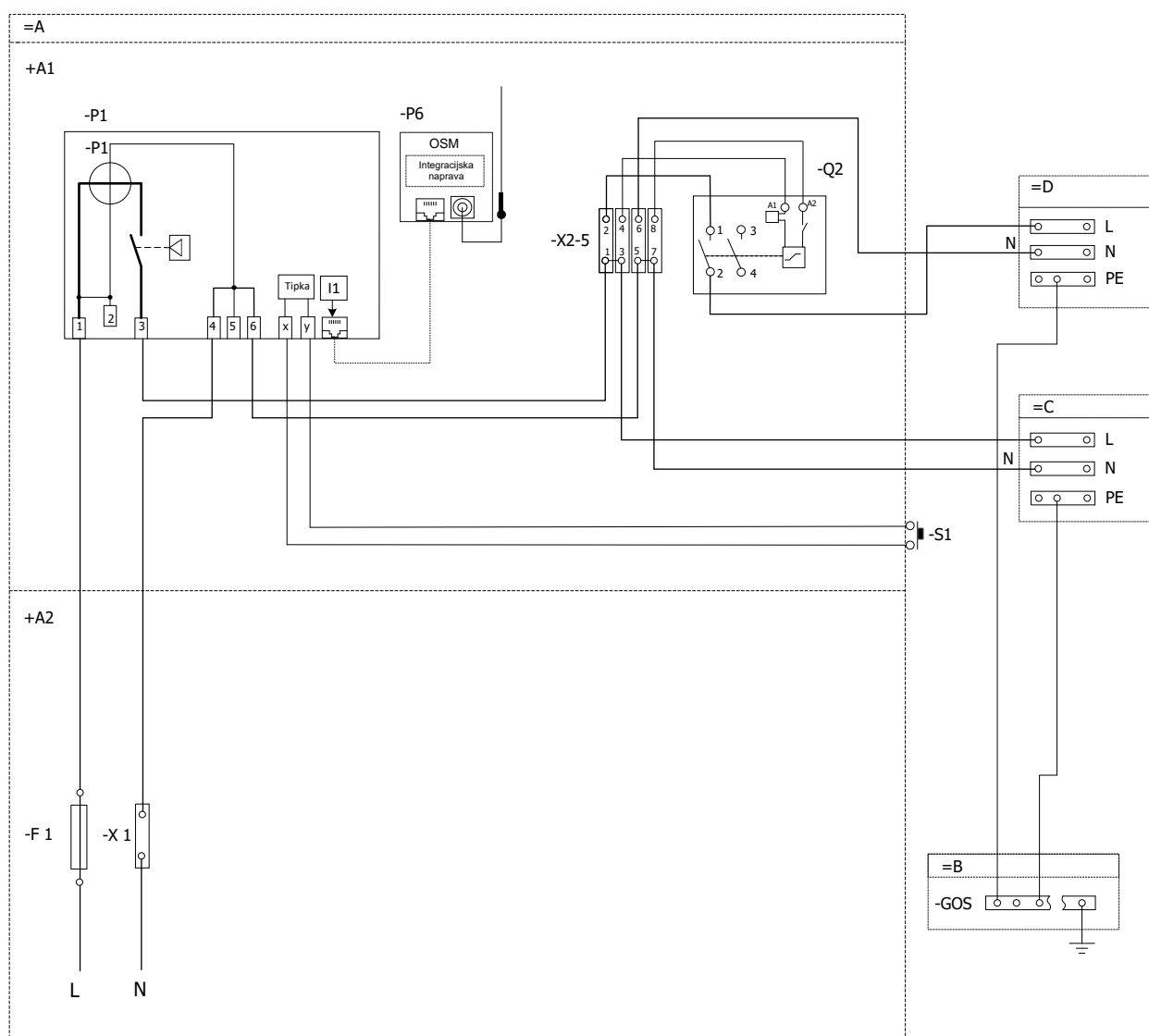
Slika 30a: Izvedba 1, sistem TN, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka in priključeno napravo za samooskrbo v priključno-merilni omarici

## 11.2 Izvedba 1: Direktno, nizkonapetostno, 1 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TT

### 1. Izvedba z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



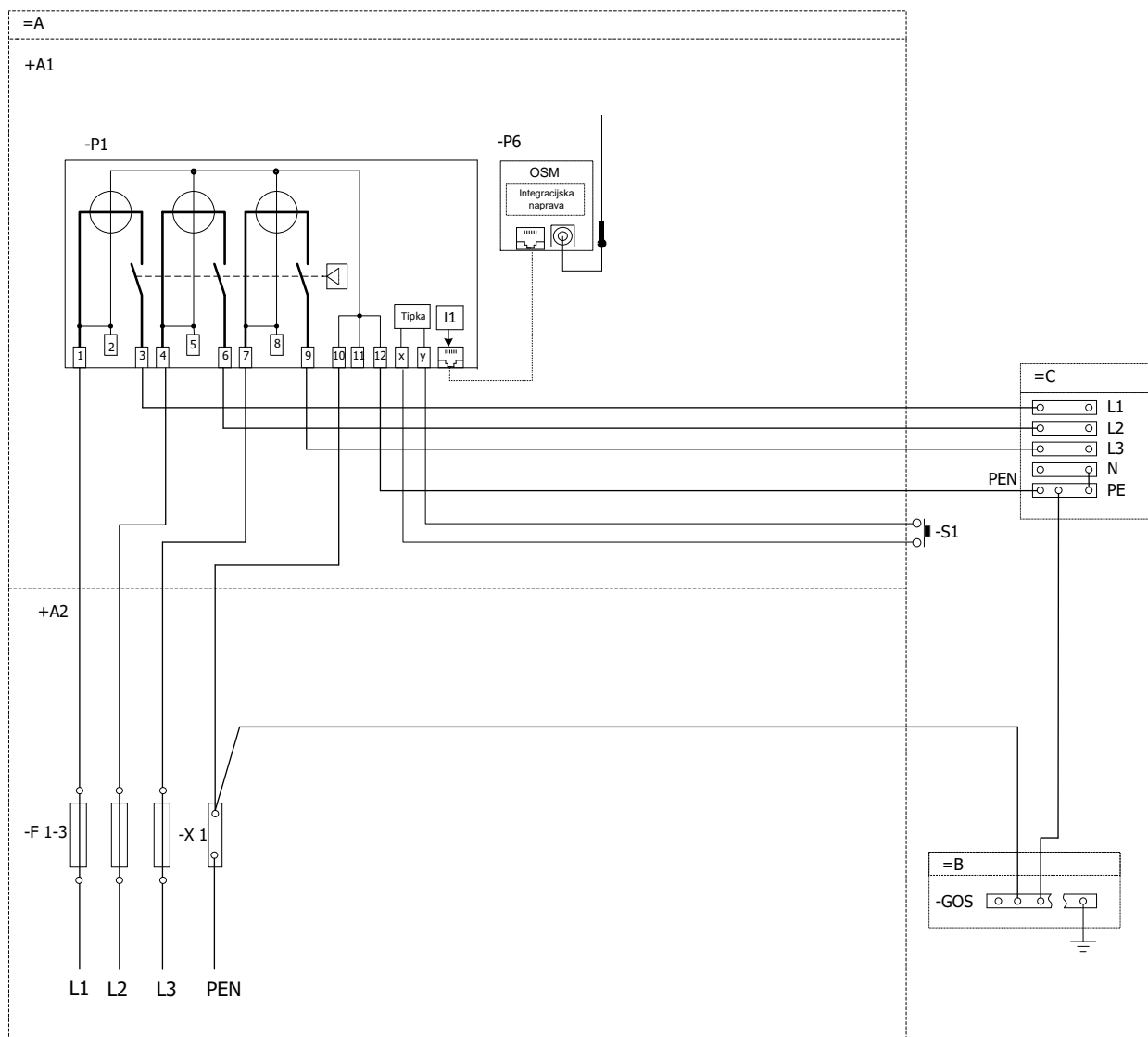
Slika 31: Izvedba 1, sistem TT, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka



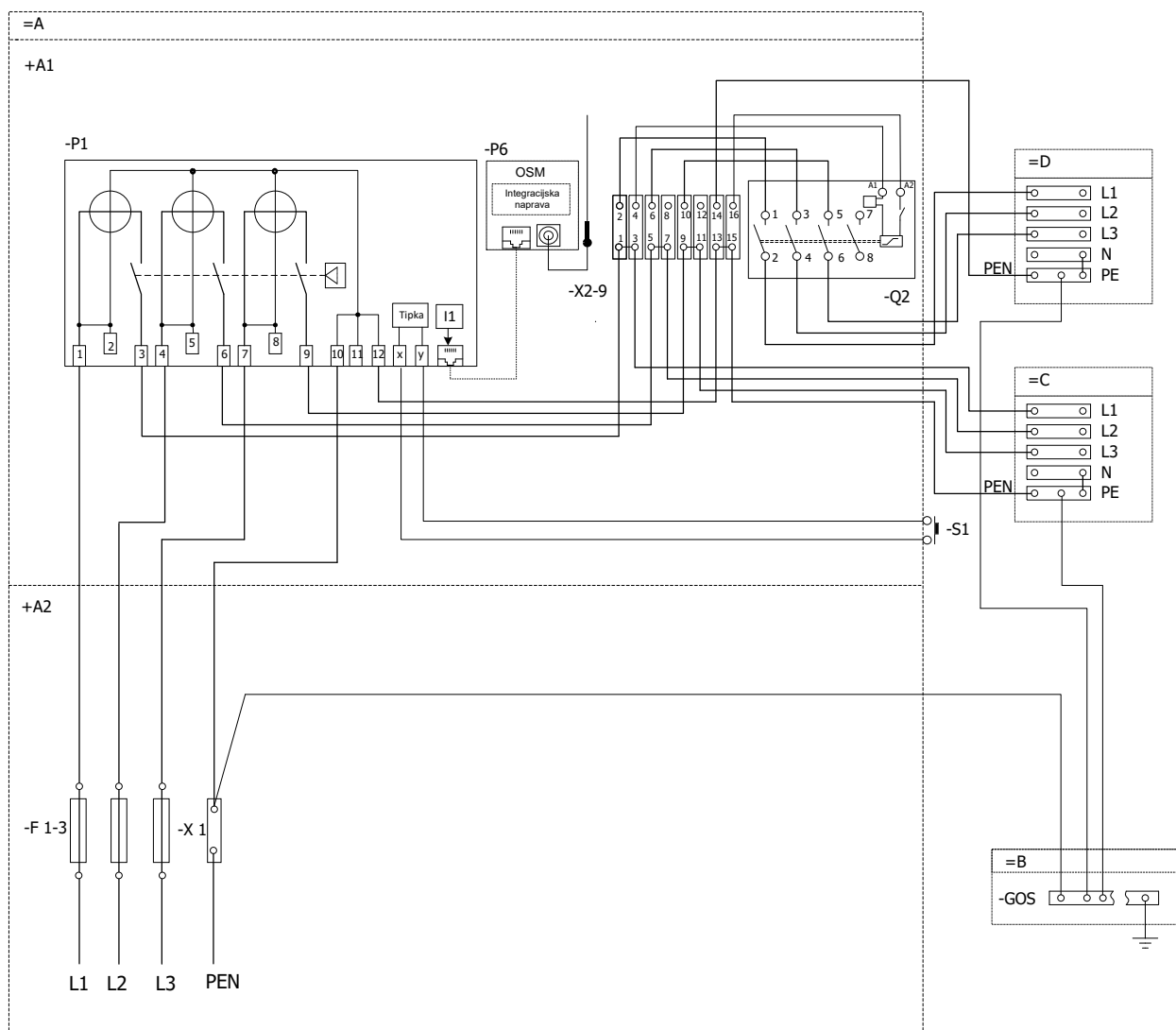
Slika 32: Izvedba 1, sistem TT, z glavno varovalko in stikalno napravo za omejevanje toka in priključeno napravo za samooskrbo v priključno-merilni omarici

### 11.3 Izvedba 2: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TN

#### 1. Izvedba z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka



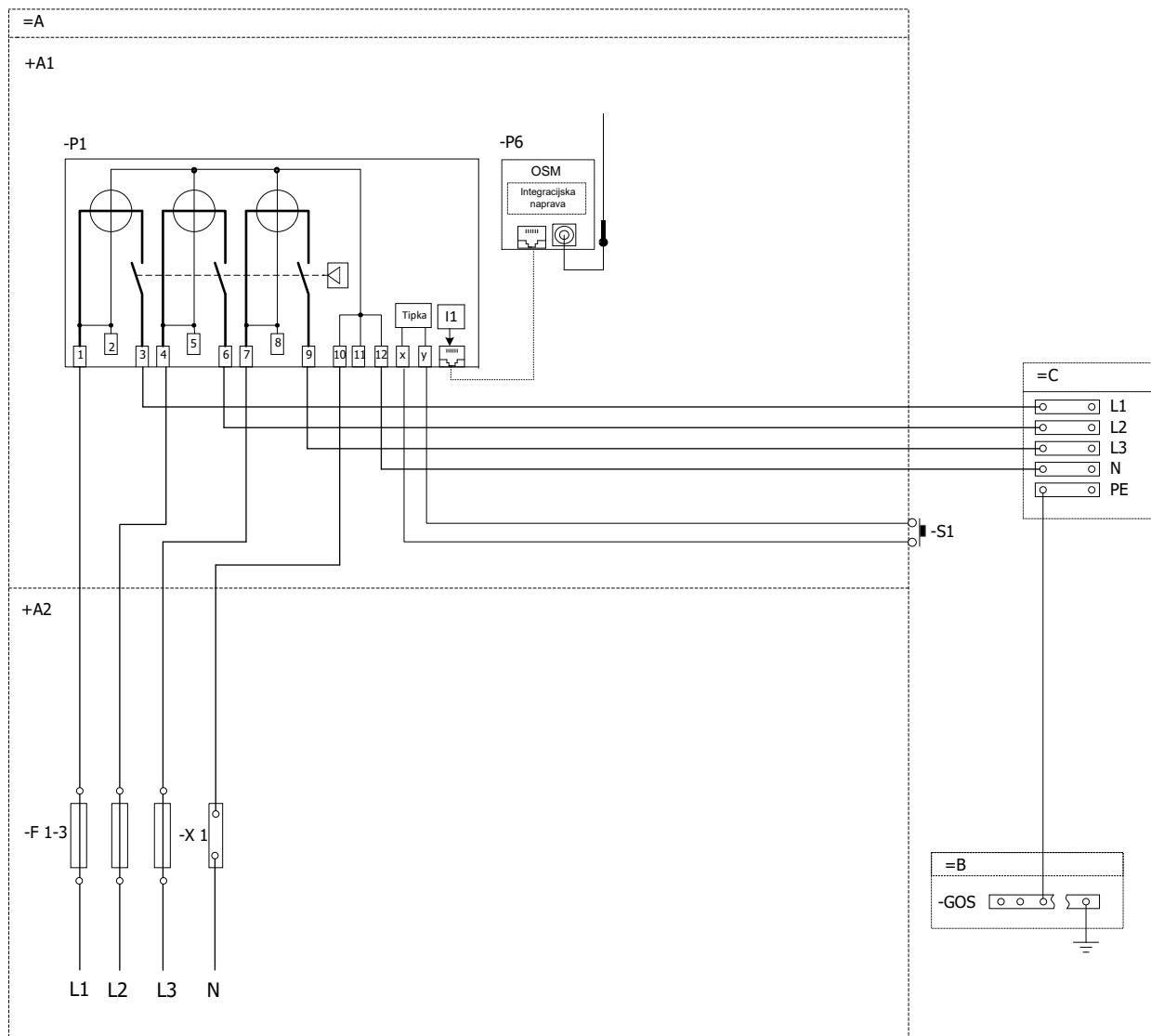
Slika 33: Izvedba 2, sistem TN, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka



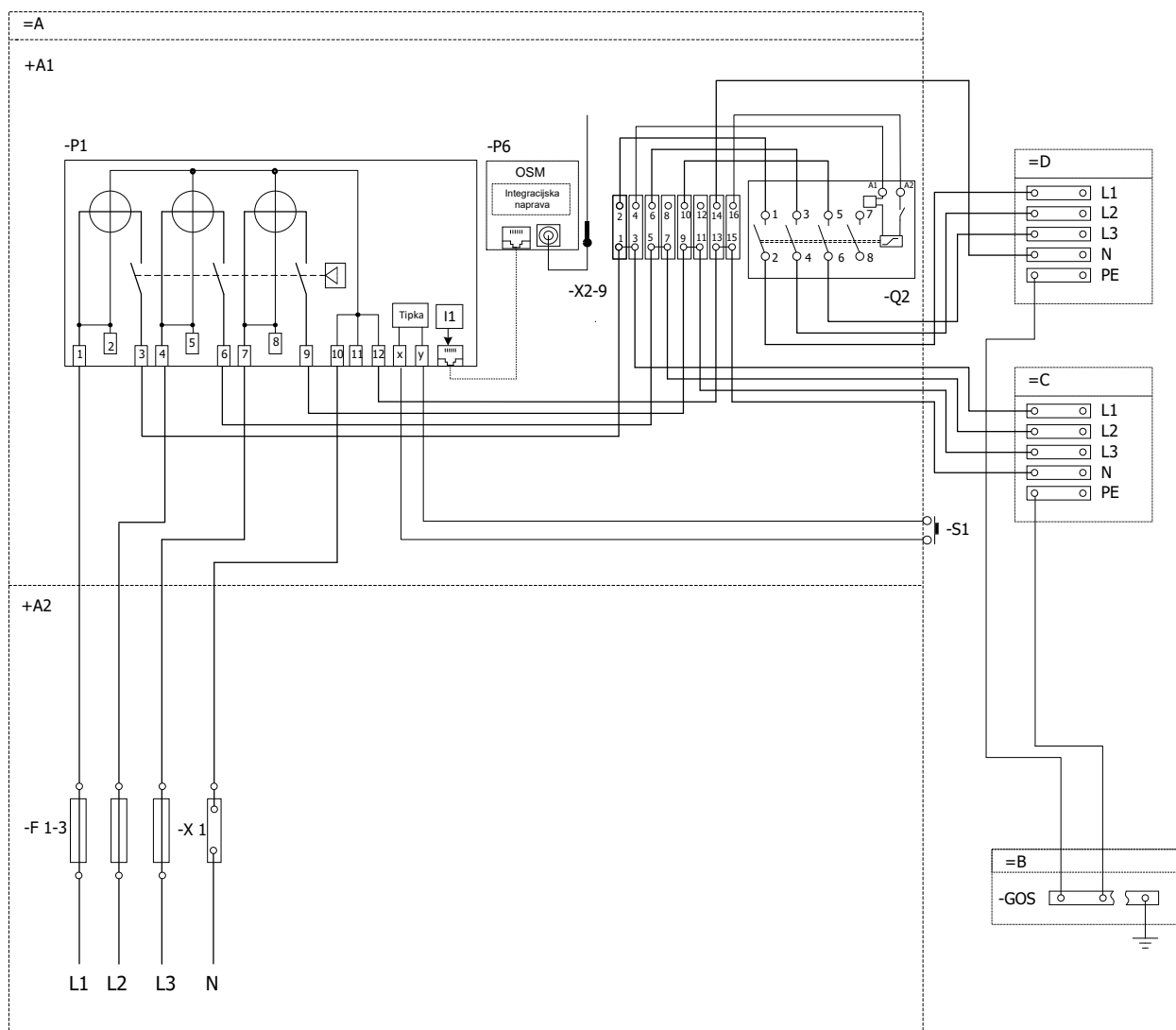
Slika 34a: Izvedba 2, sistem TN, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka in priključeno napravo za samooskrbo v priključno-merilni omarici

## 11.4 Izvedba 2: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 1 ali 2 tarifno merjenje, delovna energija, sistem TT

### 1. Izvedba z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka



Slika 35: Izvedba 2, sistem TT, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka

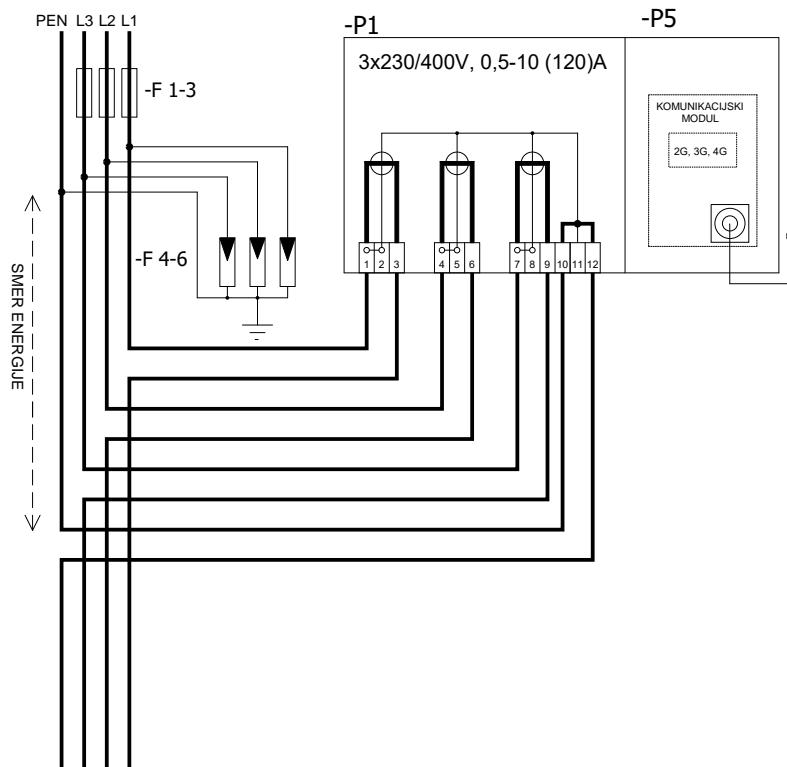


Slika 36a: Izvedba 2, sistem TT, z glavnimi varovalkami in stikalno napravo za omejevanje toka in priključeno napravo za samooskrbo v priključno-merilni omarici



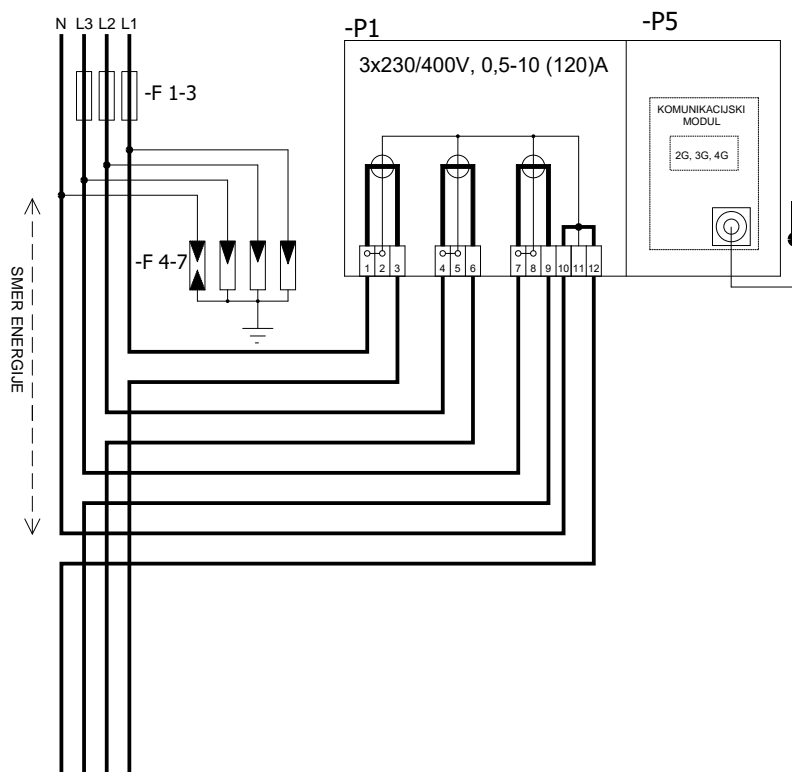
## 11.5 Izvedba 3: Direktno, nizkonapetostno, 3 fazno, 2 tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija

### 1. Sistem TN



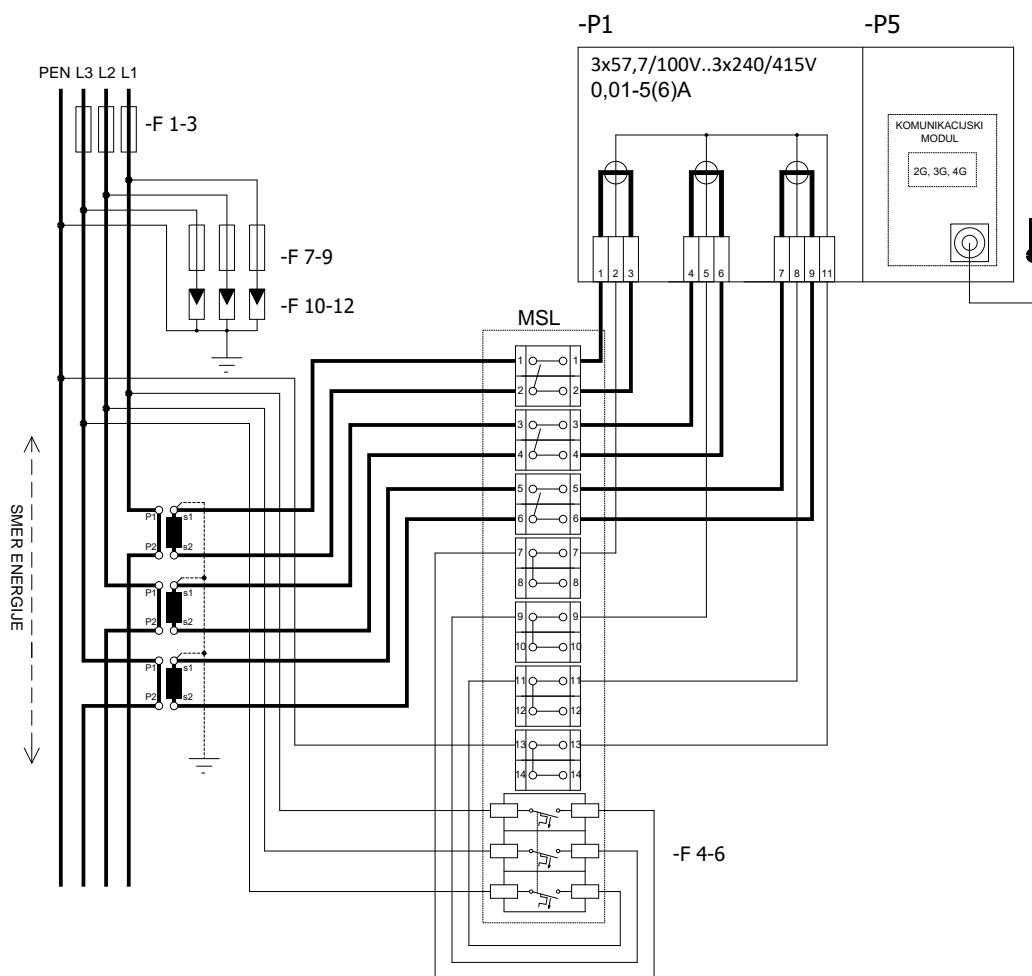
Slika 37: Izvedba 3, sistem TN

### 2. Sistem TT

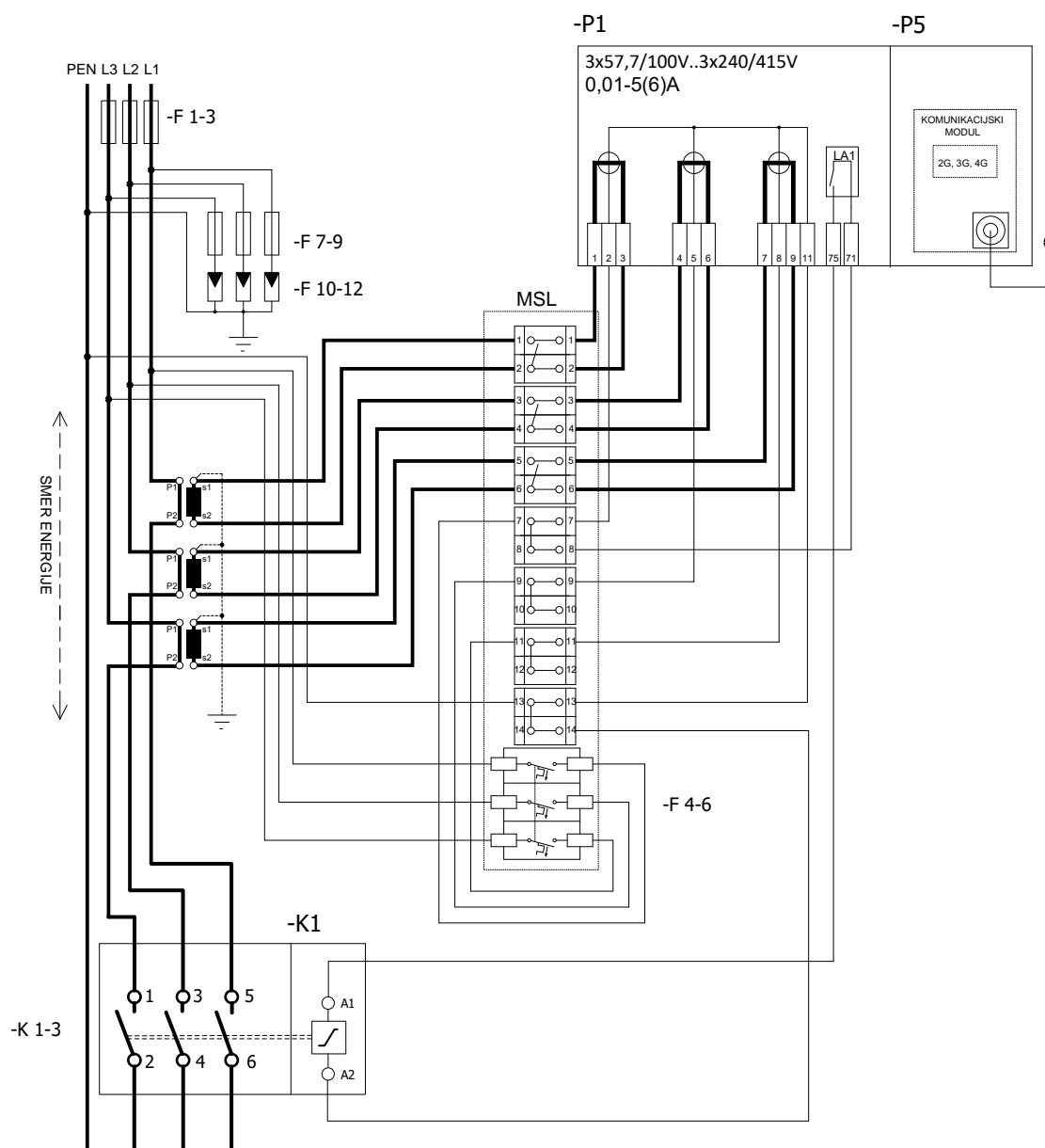


*Slika 38: Izvedba 3, sistem TT*

## 11.6 Izvedba 4: Polindirektno, niskonapetostno, 3 fazno, 2 (več) tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija



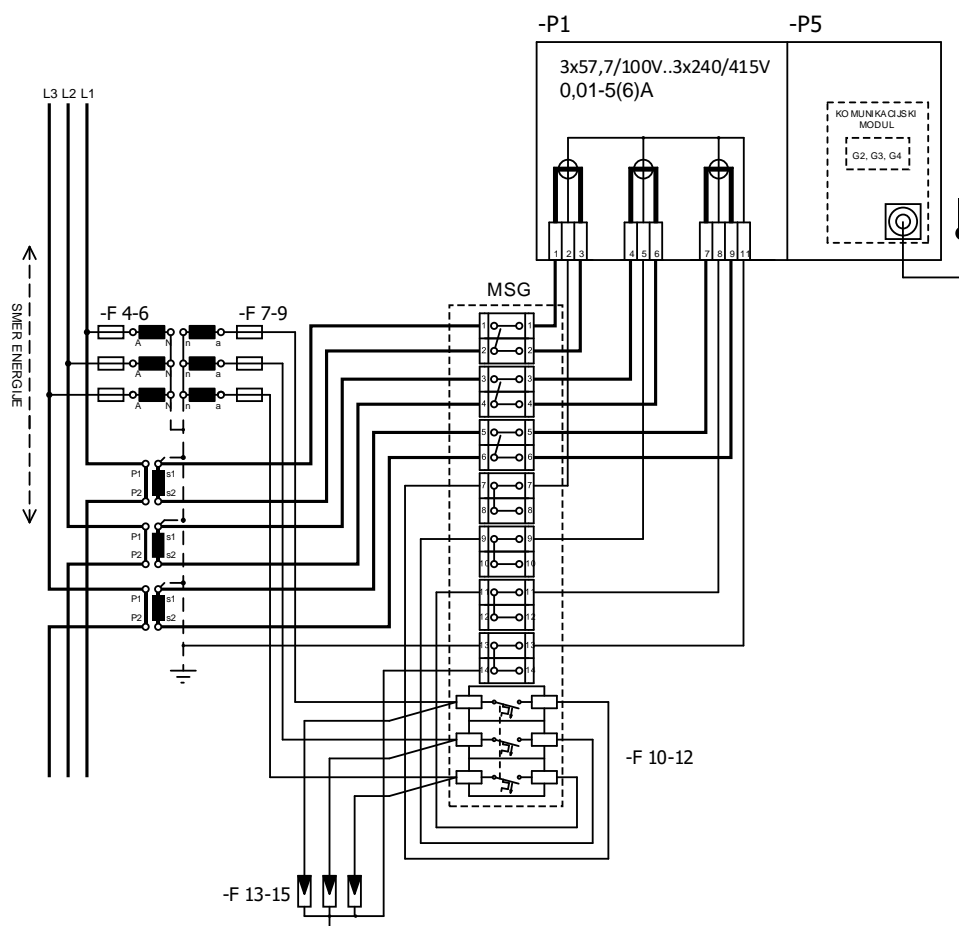
Slika 39: Izvedba 4



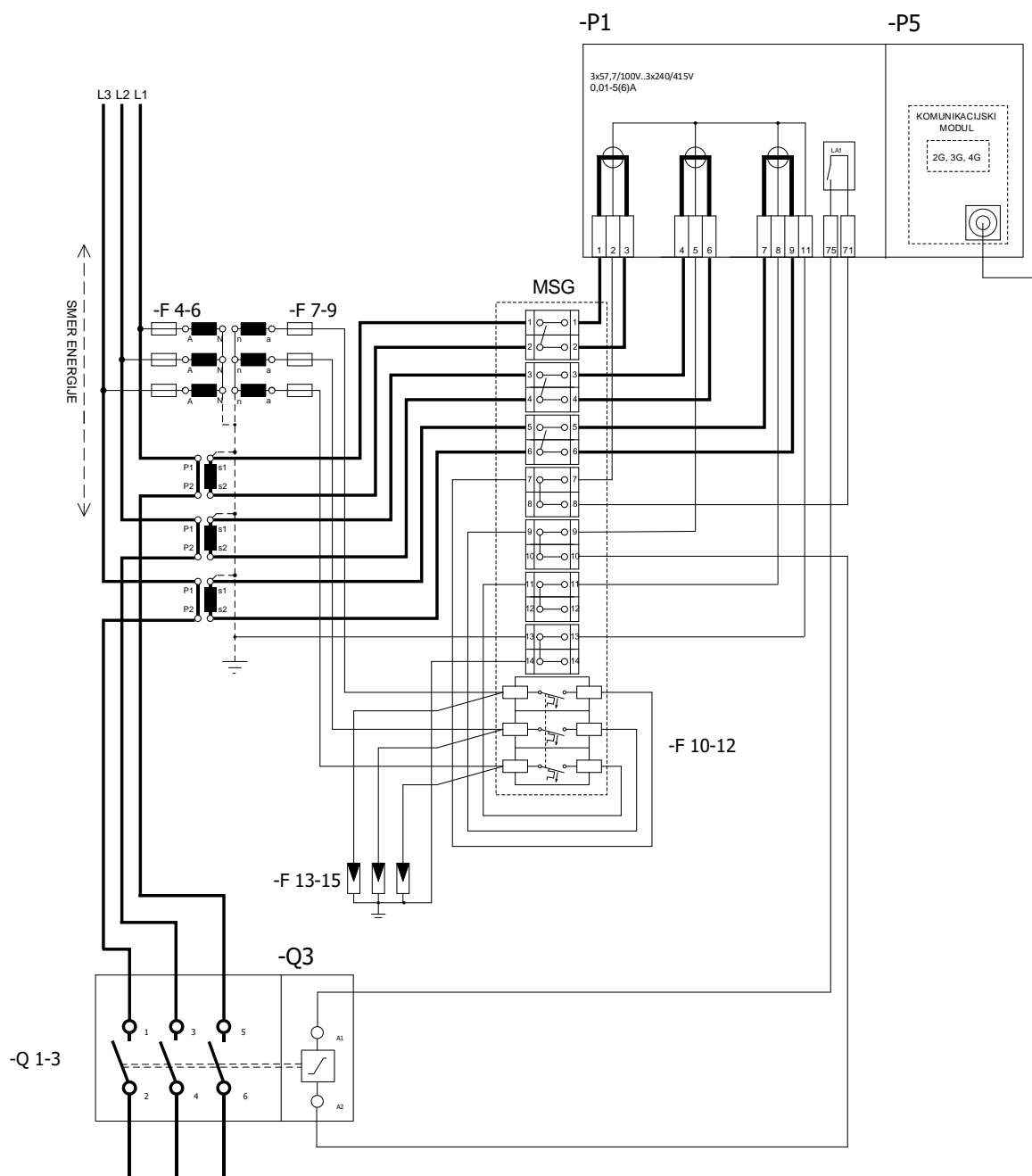
Slika 40: Izvedba 4 Omejevanje moči

## 11.7 Izvedba 5: Indirektno, srednje napetostno, 3 fazno, 3 sistemsko, več tarifno merjenje, delovna in jalova energija, $P_{\max}$ , LP, komunikacija

Slika 41: Izvedba 5



Slika 42: Izvedba 5 Omejevanje moči



## 12 Vplivi na okolje

Vsa uporabljena oprema in naprave mora biti opremljena z znakom CE, kar pomeni, da naprave in oprema merilnega mesta ne vplivajo na uporabnike sistema in okolje.

To opredeljujejo Zakon o splošni varnosti proizvodov, Pravilnik o elektromagnetni združljivosti, Pravilnik o omogočanju dostopnosti električne opreme na trgu, ki je načrtovana za uporabo znotraj določenih napetostnih mej.

### 12.1 Odpadki

Na merilnem mestu lahko pride do odpadka opreme, v primerih okvare ali neizpolnjevanja zahtev merilne opreme v skladu z Zakonom o meroslovju in pravilnika o vzdrževalnih delih.

Sestavi merilnega mesta ne predstavljajo nevarnih odpadkov, lahko pa so posamezni sestavni deli naprav posebni odpadki, npr.: elektronska oprema, prikazovalnik, baterija, izolacijska olja merilnih transformatorjev in niso prisotni v velikih količinah.

Ravnanje z odpadki mora biti v skladu z veljavno zakonodajo in pomeni zbiranje, prevoz, predelava in odstranjevanje odpadkov, vključno z nadzorom nad takimi postopki. Predelava je vsak postopek predelave odpadka v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje za posamezno vrsto odpadka.

Odpadna merilna oprema se zbira in skladišči pred razgradnjo tako, da ne pride do mehanskih poškodb ali drugače uniči, onesnaži ali ogroža okolje in omogoča njeno predelavo.

## 13 Vzdrževanje

Vzdrževanje merilnih mest se izvaja v skladu z Pravilnikom o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev in Navodili za vzdrževanje distribucijskega elektroenergetskega omrežja, SODO.

Kontrola števecv električne energije in merilnih transformatorjev se izvaja v skladu z zahtevami Zakona o meroslovju, Pravilnika o overitvah števecv električne energije, Navodila za izvedbo statističnega vzorčenja števecv električne energije, Sistemskih obratovalnih navodil SONDSEE.

Pooblaščen izvajalec nalog SODO mora letno po metodi naključnega izbora merilnih mest izvesti kontrolo merilnega mesta in opraviti vzdrževanje merilnega mesta na najmanj 3 % merilnih mest.

Menjava števecv električne energije se lahko izvaja tudi pod napetostjo. Uporabiti se morajo potrjeni in odobreni postopki dela za »delo pod napetostjo«.

Skladiščenje merilne opreme pri temp. - 40°C do + 85°C.

***Uporaba tipizacije je obvezna z dnem objave na spletni strani distribucijskega operaterja.  
Distribucijski operater si pridržuje pravico do sprememb.***

## 14 Priloga

Tabela 3: Minimalni prerezi Cu vodnikov za ožičenje in dopustne impedance okvarnih zank glede na naznačeno vrednost naprav za omejevanje toka in sistem TN, TT

| Obračunski element<br>(glavne taljive varovalke) | Dopustne impedance okvarnih zank pri uporabi taljivih<br>varovalk tipa gL/gG za t<5s |  |                      | Minimalni prerezi Cu vodnikov za ožičenje [mm²]  |      |    |      |    |    |
|--|--|--|----------------------|--|------|----|------|----|----|
| Naznačen tok obračunskega<br>elementa [A]        | Minimalni tok K. S.<br>[A]   | Maksimalna impedanca<br>okvarne zanke Z <sub>s</sub> [Ω] | Čas odklopa<br>K. S. | L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> | TN-S |    | TN-C | TT |    |
|  |  |  |                      |  | N    | PE | PEN  | N  | PE |
| 16   | 72   | 3,1  | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 20   | 88   | 2,5  | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 25   | 120  | 1,8  | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 35   | 173  | 1,3  | <5s                  | 10   | 10   | 10 | 10   | 10 | 10 |
| 50   | 260  | 0,8  | <5s                  | 16   | 16   | 16 | 16   | 16 | 16 |
| 63   | 351  | 0.6  | <5s                  | 25   | 25   | 16 | 25   | 25 | 16 |

| Obračunski element<br>(nastavljiv omejevalnik toka) | Dopustne impedance okvarnih zank pri uporabi<br>TARIFNEGA ODKLOPNIKA za t<5s |  |                      | Minimalni prerezi Cu vodnikov za ožičenje [mm²]  |      |    |      |    |    |
|---|--|--|----------------------|--|------|----|------|----|----|
| Naznačen tok obračunskega<br>elementa [A]           | Minimalni tok K. S.<br>[A]   | Maksimalna impedanca<br>okvarne zanke Z <sub>s</sub> [Ω] | Čas odklopa<br>K. S. | L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> | TN-S |    | TN-C | TT |    |
|   |  |  |                      |  | N    | PE | PEN  | N  | PE |
| 16  | 64   | 3,95   | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 20  | 80   | 2,87   | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 25  | 100  | 2,3  | <5s                  | 6  | 6    | 6  | 10   | 6  | 6  |
| 32  | 128  | 1,79   | <5s                  | 10   | 10   | 10 | 10   | 10 | 10 |
| 40  | 160  | 1,43   | <5s                  | 10   | 10   | 10 | 10   | 10 | 10 |
| 50  | 200  | 1,15   | <5s                  | 16   | 16   | 16 | 16   | 16 | 16 |