

NEO 3000 SYSTEM

FPC 680

Uporabniška navodila
december 2014



Projekt	NEO3000
Družina naprav	FPC 680
Koda dokumenta	421.454.501.025
Verzija dokumenta	1.6
Datum izdaje	4.12.2014
Odobril	Janez Šmid
Število strani	229
Naslov dokumenta	FPC680 Uporabniška navodila
Izvorni dokument	SVN\NEO3000_releases\Documentation
Referenčni dokumenti	
Avtor	Igor Gruden, Tomaž Bastar, Jaka Žvan, Gregor Požun, Gregor Flander, Aleš Štrukelj, Drago Končnik, Peter Kastelic, Silvano Maljavac
Konzultanti	Razvoj PRR-DEN, DEN

Zgodovina dokumenta

1.0	Prva izdaja
1.1	Zamenjava poglavij o uporabniškem vmesniku na PSM, komunikacija IEC61850, posodobitev poglavij
1.2	Posodobitev poglavij Delo z napravo in Komunikacija – splošno
1.3	Posodobitev slik, korekcija vsebine delo z napravo, dodana poglavja
1.4	Posodobitev poglavij: PSM uporabniški vmesnik, Modbus, LDU panel, zaščitne funkcije
1.5	Posodobitev poglavij: Diagnostika, Umerjanje, Varnostna navodila, Pogoji obratovanja, Naročanje, Komunikacijski vmesniki, Tehnični podatki, Električne sheme, PSM, ACQ, LDU panel
1.6	Dodano poglavje: FLOC

Kazalo

1	Varnostna navodila	7
1.1	Funkcija naprave	7
1.2	Razlaga varnostnih simbolov	7
1.3	Varnostna opozorila	7
1.4	Odgovornost	8
1.5	Kontakti naslov	8
1.6	Avtorske pravice	8
2	Uvod	9
2.1	Splošno o napravi	9
2.2	Opis strojne in programske opreme	10
3	Splošne funkcije na napravi	12
3.1	Lokalni upravljalni panel LDU	12
3.2	Podatki energetskega sistema (Power System Settings)	22
3.3	Detektor stanja izvoda (Line state detection)	25
3.4	Permanentni registri (Retentive registers)	28
4	Funkcije zajema in izračunov	30
4.1	Zajem iz periferije	30
4.2	Moč in energija (Power and energy)	43
4.3	Simetrične komponente (Symmetrical components)	50
4.4	Oscilografija (Disturbance recorder)	52
4.5	Posnetek dogodka (Dataset event)	55
4.6	Lokator okvare (Fault locator)	56
5	Zaščitne funkcije	60
5.1	Nadtokovna zaščita ($I>$)	60
5.2	Zemeljskostična nadtokovna zaščita ($IE>$)	71
5.3	Zaščita z negativnim zaporedjem ($I2>$)	82
5.4	Termična zaščita (TOP)	89
5.5	Prenapetostna zaščita ($U>$)	94
5.6	Podnapetostna zaščita ($U<$)	99
5.7	Zemeljskostična prenapetostna zaščita ($UE>$)	108
5.8	Frekvenčna zaščita ($f>$, $f<$)	113
5.9	Zunanja zaščita (ExtP)	121
5.10	Kontrola izklopnih tokokrogov (TCS)	126
6	Funkcije vodenja	128
6.1	Nadzor odklopnika (Switch)	128
6.2	Nadzor ločilnika (Disconnecter)	140
6.3	Avtomatski ponovni vklop (ARC)	146
6.4	Preverjanje sinhronizma (Synchro check)	152
6.5	Funkcijski bloki (Function blocks)	159

7	Komunikacija	170
7.1	Splošno o komunikaciji.....	170
7.2	Komunikacijska strojna oprema	174
7.3	Modbus protokol.....	178
7.4	IEC 61850	185
8	Montaža in spuščanje v pogon	194
8.1	Varnostna opozorila	194
8.2	Odstranitev embalaže	194
8.3	Montaža.....	195
8.4	Ožičenje naprave	198
8.5	Povezava z napravo.....	199
8.6	Spuščanje v pogon.....	202
9	Tehnični podatki.....	210
9.1	Mehanske lastnosti.....	210
9.2	Vhodi in izhodi	210
9.3	Komunikacija.....	212
9.4	Funkcije vodenja	214
9.5	Funkcije izračunov.....	215
9.6	Zaščitne funkcije (samo naprava FPC).....	215
9.7	Dimenzije naprav.....	217
9.8	Shranjevanje in vzdrževanje	218
Dodatek A:	FPC 680 naročniška koda	219
Dodatek B:	Tipi programske opreme	222
Dodatek C:	Direktive, standardi in izvedeni testi.....	224
Dodatek D:	Električne sheme FPC 680.....	226
D.1	FPC 680-xxx / x1(4) / DxxN / Ex/Ex / NN/5x / 3 / Bx.....	226
D.2	FPC 680- xxx / x1(4) / DxxN / Fx/Fx / NN/NN / x / Bx.....	227
D.3	FPC 680-xxx / x1(4) / KxxN / Ex/Ex / NN/5x / x / Bx	228
D.4	FPC 680-xxx / x1(4) / MxxN / Ex/Ex / 5x/NN / x / Bx	229

1 Varnostna navodila

1.1 Funkcija naprave

Naprava je namenjena obratovanju v elektroenergetskem distribucijskem omrežju na nivoju celice, kjer lahko prihaja do znatnih prenapetosti. Ustreza vsem normam predpisanim za naprave za zaščito, merjenje ali regulacijo v razdelilnih in transformatorskih postajah. Izdelana in testirana je po produktih standardih IEC 60255-26 (Electrical relays: Electromagnetic compatibility requirements for measuring relays and protection equipment) and IEC 60255-27 (Measuring relays and protection equipment Part 27: Product safety requirements).

1.2 Razlaga varnostnih simbolov

Glede na izvedbo naprave se na njenih delih ali v pripadajoči dokumentaciji nahajajo naslednji varnostni simboli:

	NEVARNOST! Nevarnost električnega šoka!
	OPOZORILO! Poglej v tehnično dokumentacijo naprave!
	Ozemljitvena sponka.
	Glede na direktivo o elektronskih in električnih odpadkih (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive 2002/96/EC), naprave s to oznako ne smemo zavržiti med običajne hišne odpadke.

1.3 Varnostna opozorila

Varnostna navodila in opozorila je treba upoštevati pred začetkom kakršnega koli dela na napravi. Namenjena so pravilni namestitvi, rokovanju in vzdrževanju naprave ter njeni varni uporabi. Uporabnik je odgovoren za korektno namestitev naprave, ter da se uporablja za predvideno funkcijo in na način, kot je določeno v tem priročniku. Neupoštevanje navodil tega priročnika neposredno vpliva na varnost obratovanja in dela z napravo.



NEVARNOST!

Na izpostavljenih električnih delih je prisotna smrtno nevarna napetost. Neupoštevanje varnostnih predpisov med montažo, spuščanjem v pogon, obratovanjem in vzdrževanjem povzroči hude telesne poškodbe in/ali poškodovanje opreme.

**NEVARNOST!**

Ohišje naprave mora biti pravilno ozemljeno, preden se priključi na napetost. Ozemljitev se izvede s ploščato pletenico, ki se jo na napravo privijači z namenskim vijakom s podložko. Naprave v obratovanju, ki niso ozemljene, so človeku nevarne.

**NEVARNOST!**

Nikoli ne prekini sekundarnih tokokrogov tokovnih transformatorjih (CT), ko so ti primarno priključeni v elektroenergetski sistem. Pred izklopom kratko skleni sekundarne tokokroge. Neupoštevanje tega navodila povzroči smrtni udar visoke napetosti in poškoduje izolacijo naprave.

**NEVARNOST!**

Odpiranje naprave in menjava sestavnih delov ali elektronskih komponent med delovanjem naprave je strogo prepovedano. Možen je udar visoke napetosti človeka ali poškodovanje opreme.

**OPOZORILO!**

Z napravo sme ravnati le usposobljeno osebje, potem ko se je seznanilo z opozorili in varnostnimi obvestili, zapisanimi v tem dokumentu, in z drugimi varnostnimi predpisi.

**OPOZORILO!**

Pri rokovanju z napravo, opremljeno z optično komunikacijo, uporabnik ne sme pogledati neposredno v optično glavo, saj lahko pride do poškodbe vida.

1.4 Odgovornost

Vsebina tega priročnika je preverjena s strani proizvajalca in opisuje strojno in programsko opremo naprave kolikor je mogoče natančno. Kljub temu lahko pride do odstopanj pri izvedbi, zato proizvajalec ne more prevzeti odgovornosti za kakršne koli napake ali pomanjkljivosti podanih informacij.

Vsebina tega priročnika bo periodično pregledovana in posodobljena v kasnejših izdajah. Pridržujemo si pravico do tehničnih izboljšav priročnika brez obvestil uporabnikom.

1.5 Kontaktni naslov

V primeru kakršnih koli vprašanj ali komentarjev v zvezi s proizvodom se obrnite na:

Iskra Sistemi d.d.
Stegne 21,
1000 Ljubljana
Slovenija – EU
Tel: +386 1 513 1000
www.iskrasistemi.si

1.6 Avtorske pravice

Copyright © 2007-2012 Iskra SISTEMI d.d. Ljubljana – Vse pravice pridržane.

2 Uvod

2.1 Splošno o napravi

Napravi NEO3000 FPC and CAU sta sestavni del sistema NEO 3000, ki je namenjen zaščiti, vodenju in komunikaciji v distribucijskih in industrijskih elektroenergetskih omrežjih.

Naprave NEO3000 se v celoti nastavlja in upravlja s uporabniškim vmesnikom *NEO 3000 Power System Manager (PSM)* na osebnem računalniku. Do nje se dostopa preko računalniškega omrežja ali neposredno preko namenskega mrežnega priključka na prednji ali zadnji strani naprave.

Naprava komunicirata po različnih standardnih komunikacijskih protokolih, kot so IEC 61850 MMS in GOOSE, IEC 60870-5-101..104, DNP3 ali Modbus. Ti protokoli se običajno uporabljajo v elektroenergetskih omrežjih. Priključitev v nadrejeni sistem je glede na protokol lahko mrežna ali serijska preko optičnega ST vmesnika, RJ45 oz. DB9 serijskega priključka.

Naprave beležijo dogodke s časovno resolucijo 1 ms. Omogoča sinhronizacijo ure tako preko lokalnega kot univerzalnega (UTC) časa, po standardnih komunikacijskih protokolih, SNTP ali NTP. Funkcije samotestiranja so standardno vgrajene in omogočajo visoko stopnjo razpoložljivosti naprave.

Potrebe posameznih projektov definirajo različne izvedbe naprave s stališča tipa vgradnje, števila vhodov in izhodov, komunikacij itd.

Naprava FPC 680 je namenjena ščitenju srednje-napetostnih vodov, uporablja pa se lahko tudi kot rezervna zaščita pri transformatorjih ali visokonapetostnih vodih. Obsega celoten nabor zaščitnih funkcij, funkcij vodenja in lokalne avtomatike.

Osnova naprave FPC 680 so zaščitne funkcije, katerim so dodane funkcije vodenja in lokalne avtomatike. Ker se na različnih tipih elektroenergetskih omrežij uporabljajo različne vrste zaščitnih funkcij, je naprava zasnovana tako, da pokrije večino teh primerov.

FPC 680 se lahko uporablja v:

- direktno ozemljenih omrežjih
- preko upora ozemljenih omrežjih
- preko Petersenove tuljave ozemljenih omrežjih
- izoliranih omrežjih.



Slika 2.1: Naprava FPC 680

Naprava FPC 680 je namenjena:

- ščitenju nadzemnih vodov v radialnih omrežjih, ki so ozemljena preko upora in kjer nastopa možnost visokohmskega zemeljskega stika
- ščitenju vodov v radialnih omrežjih, ki so ozemljena direktno predvsem kot rezervna zaščita
- ščitenju kabelskih vodov v večjih radialnih omrežjih, ki so ozemljena preko upora in kjer so kapacitivni tokovi primerljivi s tokom zemeljskega stika
- ščitenju vodov v radialnih izoliranih omrežjih ali v omrežjih, ki so ozemljena preko Petersenove tuljave in kjer je kapacitivni tok v ščitenem vodu bistveno manjši od kapacitivnega toka celotnega sistema
- ščitenju vodov v radialnih izoliranih omrežjih ali v omrežjih, ki so ozemljena preko Petersenove tuljave in kjer je kapacitivni tok v ščitenem vodu primerljiv s kapacitivnim tokom celotnega sistema
- ščitenju dvosmerno napajanih vodov v omrežjih, ki so ozemljena direktno ali preko upora
- ščitenju dvosmerno napajanih vodov v izoliranih omrežjih ali v omrežjih, ki so ozemljena preko Petersenove tuljave.

2.2 Opis strojne in programske opreme

Zaradi zahtev po EMC kompatibilnosti, CE direktivi in okoljskih standardov je naprava izdelana kot enotna kompaktna naprava modularne zgradbe.

2.2.1 Strojna oprema

Strojna oprema naprave sestoji iz ohišja in različnih kartic, ki so med seboj povezane z vodilom in privijačene na čelno ploščo. Nato je plošča s karticami vstavljena v okvir ohišja in prav tako privijačena na to ohišje.

2.2.1.1 Mehanski sistem

Ohišje naprave z integriranim LDU je namenjeno vgradnji (npr.: v omare z vrtljivim okvirjem). Nadgradnji (na primer na zadnjo steno omare), pa je namenjena izvedba z ločenim LDU panelom ali brez. Priključki in signalizacija naprave (LED diode) se nahajajo na priključni plošči naprave ter LDU panelu. Kompletno ohišje je narejeno iz nerjavečega jekla in kot tako odporno na korozijo. Mere in teže so podane v poglavju Tehnični podatki.

2.2.1.2 Moduli strojne opreme

Naprava vsebuje različne kartice ki so združene v 4 funkcionalne module:

- AI-CPU modul
 - Matična plošča z 12 analognimi filtri in AD pretvornikom (AI-CPU) ter CPU
 - Natična komunikacijska kartica (COM)
- DI modul
 - Nosilna kartica z 22 digitalnimi vhodi (DI)
 - Natična kartica z 22 LED diodami (LED-DI)
- DC-DO modul
 - Nosilna kartica z 8 digitalnimi izhodi in DC ali AC napajalnikom (DC-DO)
 - Natična kartica z 8 LED diodami (LED-DO)
- TRA modul
 - Transformatorska kartica s maks. 5 tokovnimi vhodi in 4 napetostnimi vhodi (TRA)

V eni napravi je možno imeti skupno do 8 DI in DO modulov skupaj.

2.2.1.3 Svetleče (LED) diode

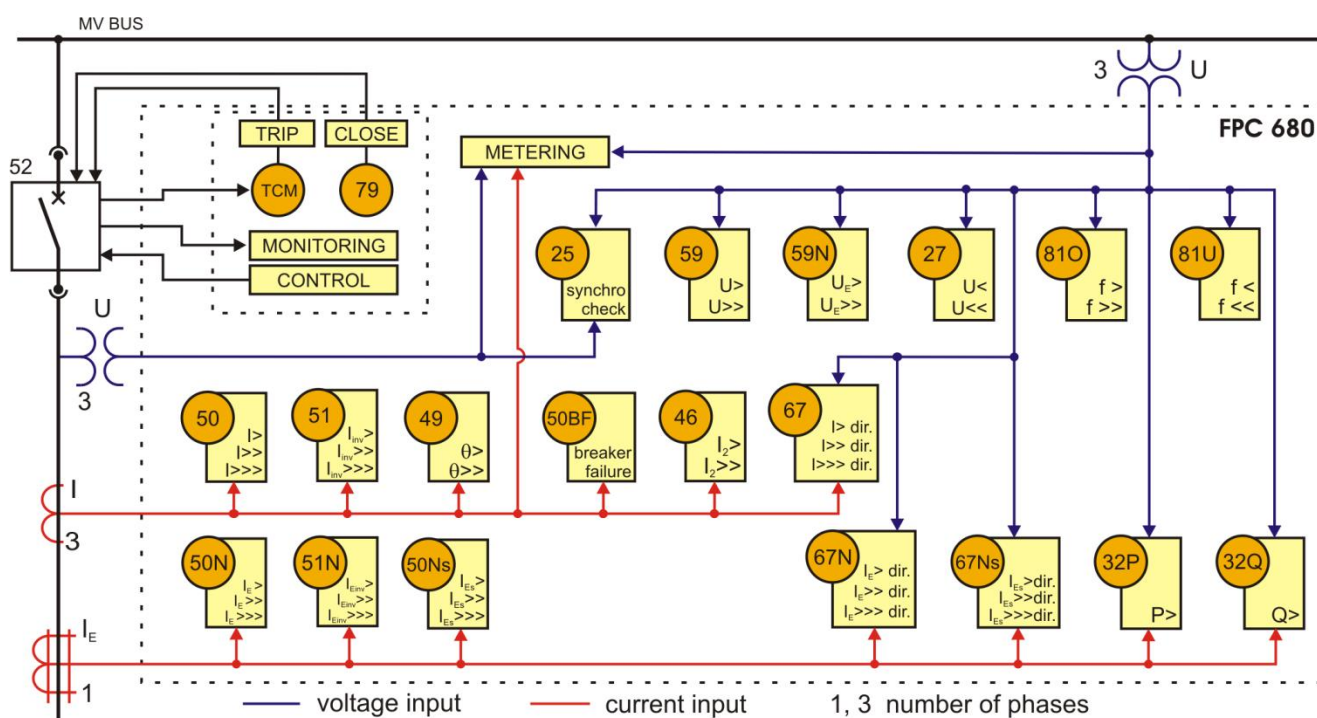
Prve informacije o stanju in delovanju naprave predstavljajo svetleče (LED) diode na ohišju naprave. Zelena, prva v zgornjem levem delu čelne plošče naprave (Ready LED) sporoča normalno delovanje naprave, ko delujejo vsi vitalni procesi in funkcije. Ob prisotnem alarmu v sistemu sveti rdeča ALARM LED doda.

Poleg navedenih imajo nekatere naprave vgrajene LED diode na kartici digitalnih vhodov in izhodov. Dioda, ki sveti pri posameznem vhodu govori o prisotnosti signala na tem vhodu, pri izhodu pa, da je sklenjen posamezni rele.

2.2.2 Programska oprema

Naprave NEO3000 uporabljajo sočasno več-opravlilni in mnogo uporabniški operacijski sistem s podporo za izvajanje opravil v realnem času. Z izvajanjem opravil (aplikacij) naprava opravlja delo, kateremu je namenjena. Aplikacije so standardnega in Real Time (RT) tipa. V slednjega sodijo opravila, katerih izvajanje je časovno kritično in kjer je zahtevana časovna determinističnost, npr.: zaščita in vodenje elektroenergetskih sistemov in industrijskih procesov. Standardnega tipa so aplikacije v podporo komunikacijskim protokolom in upravljanju z napravo.

Zasnova programske opreme je modularna, z dodajanjem ali odvzemanjem funkcijskih modulov, naprava zadosti različnim potrebam naročnika.



Slika 2.2: Modularna zasnova programske opreme

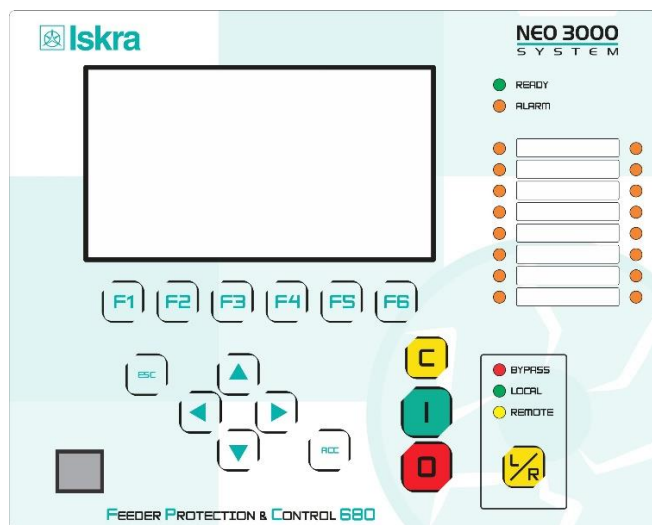
3 Splošne funkcije na napravi

3.1 Lokalni upravljalni panel LDU

LDU (Local Display Unit) je namenjen komunikaciji med človekom in napravo oz. električnim sistemom. Deluje le kot odvisna naprava v povezavi z drugo napravo oz. sistemom preko serijske ali mrežne komunikacije. Prikazuje podatke ene naprave in omogoča naslednje prikaze ali funkcije:

- prikaz več osnovnih strani
- prikaz meritev in števcov
- izdajanje komand, preklon vodenja lokalno/daljinsko
- prikaz liste dogodkov in alarmov (na ekranu ali LED diodah)
- potrjevanje prikazov alarmov
- funkcijske tipke za bližnjice
- nastavljanje (parametriranje) naprave
- prikaz stanja naprave: digitalni vhodi, osnovne nastavitve

Panel LDU ima spredaj LCD ekran, 2 sistemski in 16 nastavljljivih funkcijskih LED diod, signalizacijo načina vodenja, 16 tipk in lokalni mrežni priključek. Zada je priključen na napravo tipa NEO3000. Ob okvari ali izpadu komunikacije LDU-ja z napravo, vse LED diode ugasnejo, na ekranu pa se pokaže logotip NEO3000. Ob ponovni vzpostavitvi komunikacije se ponovno osveži ekran in LED diode.



3.1 Izgled LDU-ja

3.1.1 Ekran

Ekran je monokromatski LCD z osvetljenim ozadjem, dimenzij 11 x 6 cm in omogoča prikaz 240 x 128 točk oz. 30 x 16 znakov.

Podpira več jezičnost in izpise po meri uporabnika. Vsi prikazi se na ekranu prikazujejo po straneh. En prikaz ima lahko več strani. V spodnji vrstici so izpisane aktivne navigacijske tipke.

3.1.2 Tipke

Na čelni plošči je 16 tipk, ki imajo na različnih straneh različno vlogo. Pomen posameznih tipk je opisan pri posameznih funkcionalnostih.

Tabela 3.1: Razlaga tipk na napravi

◀	Premik levo, en nivo nazaj.	ESC	Izhod iz trenutnega prikaza, preklic operacije.
▶	Premik desno, en nivo naprej.	ACC	Potrjevanje izbire, potrjevanje alarmov.
▲	Premik gor.	C	Način za izvedbo komand, izbira komande.
▼	Premik dol, osnovni meni.	I	Komanda za vklop.
L/R	Preklopka načina vodenja lokalno/daljinsko.	O	Komanda za izklop.
F1..6	Funkcijske tipke, bližnjice		

3.1.2.1 Sistemska preklopka

Tipka L/R in tri LED diode: LOCAL, REMOTE in BYPASS služijo za preklap in indikacijo načina vodenja. Vodenje je lahko v štirih položajih (Tabela 3.2). Skladno s položajem se menja tudi indikacija na LED diodah. Če LDU nima informacije o vodenju, potem nobena od LED diod za prikaz vodenja ne sveti.

Tabela 3.2: Načini vodenja in indikacije

Način vodenja	LED	Opis
Lokalni način	LOCAL	Komande je možno izvajati le lokalno, s preverjanjem zapahovanja.
Lokalni način brez zapahovanja	LOCAL + BYPASS	komande je možno izvajati le lokalno, iz LDU-ja, brez preverjanja zapahovanja.
Daljinski način	REMOTE	komande je možno izvajati le daljinsko, s preverjanjem zapahovanja.
Daljinski način brez zapahovanja	REMOTE + BYPASS	komande je možno izvajati le daljinsko, brez preverjanja zapahovanja.

3.1.2.2 Ročni preklap vodenja

Kratek pritisk tipke L/R zamenja način vodenja med lokalnim in daljinskim načinom s preverjanjem zapahovanja.

3-sekundni pritiski tipke L/R v komandnem meniju vklopi lokalni način brez preverjanja zapahovanja (obvod). Ko zapustimo komandni meni se vodenje preklopi v način z zapahovanjem.

3.1.2.3 Funkcijske tipke

Funkcijske tipke na čelni plošči služijo kot bližnjice za hitri dostop do strani, ki jih pogosto uporabljamo. S funkcijskimi tipkami lahko dostopamo do menijev, določenih parametrov ali izvedemo komando.

3.1.3 LED diode

Naprava ima več svetlečih LED diod različnih barv, ki kažejo določena stanja. Posamezne LED diode so opisane v nadaljevanju.

3.1.3.1 READY LED dioda

READY je sistemska LED dioda, zelene barve. Sveti, ko je naprava priklopljena na napajalno napetost in deluje brezhibno. Naprava deluje brezhibno, če ima dobro napajalno napetost, ni nobene napake na strojni ali programski opremi, vse pomembne funkcionalnosti delujejo brezhibno.

3.1.3.2 ALARM LED dioda

ALARM je sistemska LED dioda, rdeče barve. Prikazuje skupini alarm naprave in deluje kot prikazuje Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Delovanje ALARM LED diode

	Potrditev	Rezultat
brez prisotnih alarmov	potrjeni	ne sveti

	nepotrjeni	utripa
vsaj en alarm prisoten	potrjeni	sveti
	nepotrjeni	utripa

3.1.3.3 Funkcijske LED diode

Funkcijske LED diode so programsko nastavljive, rdeče barve. Programsko nastavljive LED diode prikazujejo stanje posameznega alarma glede na svoj tip prikaza (Non-latched, Latched steady, Latched blinking), kot kaže Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Delovanje programsko nastavljive LED diode

	Potrđitev	Non-latched	Latched steady	Latched blinking
alarm neprisoten	potrjen	ne sveti	ne sveti	ne sveti
	nepotrjen	ne sveti	sveti	utripa
alarm prisoten	potrjen	sveti	sveti	sveti
	nepotrjen	sveti	sveti	utripa

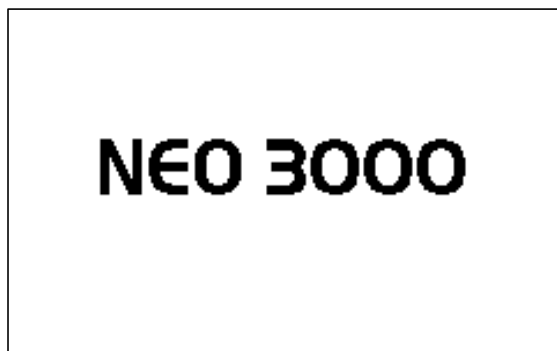
Če ista LED dioda skupaj prikazuje več alarmov prikazuje tistega, ki ima višjo prioriteto. Prioritete od najnižje proti najvišji so: Non-latched, Latched steady, Latched blinking.

3.1.4 Lokalni servisni priključek

Lokalni komunikacijski priključek je tipa ethernet (ETH) in je namenjen lokalnemu dostopu do naprave, na katero je priključen LDU. Na ta priključek priključimo PC z nameščenim uporabniškim vmesnikom PSM s katerim inicializiramo in naložimo parametracijo naprave.

3.1.5 Vklop na napajanje

Ob vklopu LDU-ja na napajanje se na ekranu prikaže logotip proizvajalca (Slika 3.2) in za 3 sekunde se prižgejo vse LED diode. 3-sekundni prižig LED diod je namenjen diagnostiki delovanja LED diod. V primeru okvare ali izpada komunikacije z napravo, se na ekranu izpiše sistemski izpis: *System error: Device not ready*.



Slika 3.2: Prikaz ob zagonu LDU panela.

3.1.6 Osnovna stran

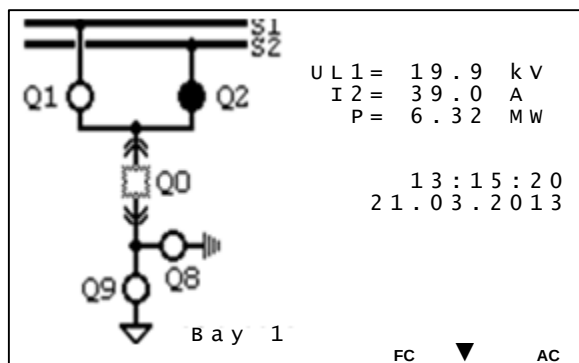
Osnovna stran se prikaže kot začetna stran po uspešni komunikaciji z napravo na katero je LDU priključen (Slika 3.3). Osnovnih strani je lahko več, med njimi se premikamo s tipkama ◀ in ▶. Na osnovni strani se prikazujejo naslednji elementi:

- slepa shema polja, slika ozadja
- ime slike ali polja
- animirani elementi npr. odklopnik, ločilnik, ...
- osnovne meritve

- datum in ura

Kaj in kje se na ekranu prikazuje je določeno v nastavitvah na napravi. Animirani elementi so ikonam podobne animacije, ki se spreminjajo glede na opazovano vrednost. Animirani elementi lahko izvajajo tudi komande, kar je opisano v poglavju 3.1.6.2 Komande. Osnovne meritve običajno prikazujejo najpomembnejše veličine v energetske celici ali sistemu.

Ko pridemo na katerokoli stran in ne pritisnemo nobene tipke nas LDU po določenem času postavi nazaj na osnovno stran. Vse neizdane komande in neshranjene spremembe nastavitvev se zavržejo.



Slika 3.3: Primer osnovne slike

Tabela 3.5: Funkcije tipk na osnovni sliki

◀	Prikaz predhodne slike	ESC	Prikaz prve slike
▶	Prikaz naslednje slike	ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov
▲		C	Komandna stran
▼	Glavni meni	I	
L/R	Preklop vodenja	O	

3.1.6.1 Animirani elementi

Animirani elementi na glavni sliki grafično prikazujejo stanje opazovanega elementa. Število različnih stanj le lahko največ štiri. Običajno se na sliki prikazujejo stanja stikal (odklopnikov in ločilov).

3.1.6.2 Komande

Nad animirani elementi lahko izdajamo komande preko komandnih tipk C, I in O. Vse komande so onemogočene, če LDU nima pravilne informacije o načinu vodenju. V primeru daljinskega načina vodenja se izpiše besedilo *Remote*, v primeru nedefiniranega stanja pa *Undefined*.

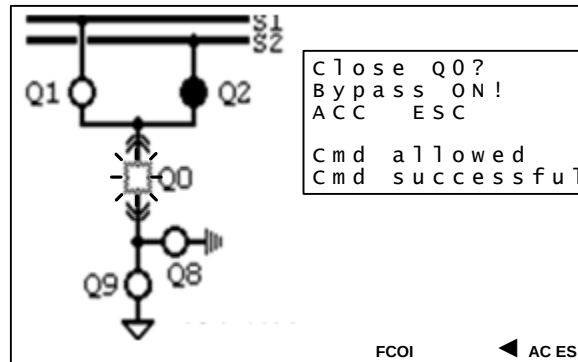
V komandni meni se pride s kratkim pritiskom na tipko **C**. Prikaže se ozadje, ime polja, animirani elementi in izpisi izvedbe komand. Če v komandnem meniju dalj časa ne pritisnemo nobene tipke, se prikaže osnovna slika.

Po vstopu v komandni način prične prvi animirani komandni element utripati. To pomeni, da lahko nad njim izvedemo komando. Osnovne meritve se nehajo prikazovati. V komandnem oknu se prikaže besedilo o izbrani komandi, npr. *Select Q0*. S tipko **C** se pomikamo naprej med animiranimi komandnimi elementi. S tipko **ESC** se vrnemo na osnovno stran.

S tipkama **I** za vklop ali **O** za izklop izberemo komando. V komandnem oknu se prikaže komanda, ki se bo izvedla in element, npr. *Close Q0*.

Izvedbo izbrane komande potrdimo s tipko **ACC** ali prekinemo s tipko **ESC**. Komanda se izvede le, če je bilo preverjanje zapahovanja uspešno.

Po izvedbi komande se začnejo izpisovati statusi ali povratne informacije. Povratne informacije se izpisujejo, dokler se komanda ne izvede ali uporabnik pritisne tipko **ESC** ali **C**. Po poteku časovne omejitve komande se izpiše *Command timeout*.



Slika 3.4: Prikaz potrditve komande

Tabela 3.6: Funkcije tipk v komandnem načinu

◀		ESC	osnovna stran / prekinitev izvedbe
▶		ACC	potrditev komande
▲		C	pomik po komandnih elementih
▼		I	izbira komande za vklop
L/R	preklop vodenja	O	izbira komande za izklop

3.1.7 Glavni meni

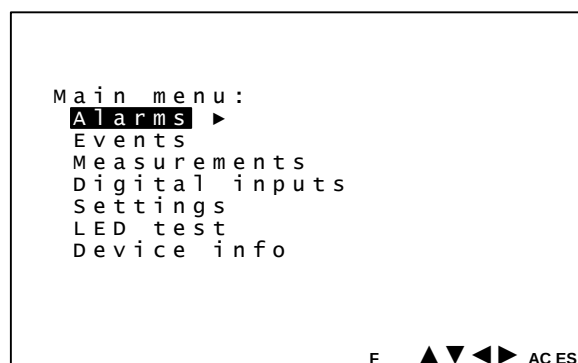
V glavni meni pridemo s tipko ▼ na osnovni strani. V glavnem meniju se prikažejo podmeniji, vseh omogočenih funkcionalnosti, nastavljenih v nastavitvah.

Seznam možnih podmenijev:

- lista alarmov, poglavje 3.1.8.1 Prikaz alarmov v listi
- lista dogodkov, poglavje 3.1.9 Lista dogodkov
- meritve, poglavje 3.1.10 Analogne meritve
- digitalni vhodi, poglavje 3.1.11 Digitalni vhodi
- nastavitve, poglavje 3.1.12 Parametriranje naprave
- stanje naprave
- test LED diod

Zadnja opcija **LED test** je namenjena testiranju delovanja LED diod. Če izberemo to opcijo, se za tri sekunde prižgejo vse LED diode.

S prikazom glavnega menija, se skrije prikaz osnovnih meritev.



Slika 3.5: Primer glavnega menija

Tabela 3.7: Funkcije tipk v glavnem meniju

◀	prejšnji meni	ESC	osnovna stran
▶	vstop v izbran meni	ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov
▲	pomik za eno vrstico gor	C	
▼	pomik za eno vrstico dol	I	
L/R	preklop vođenja	O	

3.1.8 Prikaz alarmov

V električnem sistemu ali napravi nekatere informacije predstavljajo alarmna stanja (alarmi), njihove spremembe pa dogodke. Ob zagonu naprave so vsi prisotni alarmi nepotrjeni in se prikažejo, npr. LED diode začnejo utripati. Alarm se lahko neodvisno prikazuje na tri različne načine:

- na LED diodah,
- v Listi alarmov, ki prikazuje alarme v obliki seznama ali
- v Listi dogodkov, ki prikazuje dogodke v obliki seznama.

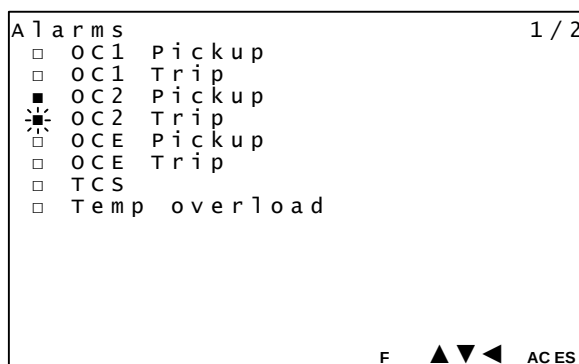
3.1.8.1 Prikaz alarmov v listi

Strani za prikaz alarmov je največ 14, na vsaki strani pa je lahko največ 14 alarmov. Prva vrstica prikazuje ime strani na kateri smo: *Alarms*, številko trenutne in število vseh strani (npr. *1/5*).

Vsak alarm se prikazuje v svoji vrstici. Poleg opisa alarma se prikazuje še njegovo stanje: potrjen, nepotrjen, prisoten, neprisoten v obliki utripajočega, polnega ali praznega kvadratika. Prikaz aktivnosti alarmov prikazuje Tabela 3.8.

Tabela 3.8: Prikaz stanja alarma v alarmni listi

	Potrditev	"Non latched" način	"Latched steady" način	"Latched blinking" način
alarm neprisoten	potrjen	prazen	prazen	prazen
	nepotrjen	prazen	prekrižan	utripa
alarm prisoten	potrjen	prekrižan	prekrižan	prekrižan
	nepotrjen	prekrižan	prekrižan	utripa



Slika 3.6: Prikaz alarmov

Tabela 3.9: Funkcije tipk pri prikazu alarmov

◀	prejšnji meni	ESC	osnovna stran
▶		ACC	potrditev alarmov na prikazani strani
▲	pomik za eno stran gor	C	

▼	pomik za eno stran dol	I	
L/R	preklop vođenja	O	

3.1.8.2 Potrjevanje prikaza alarmov

Prikaz alarma je lahko potrjeno ali nepotrjeno. Nepotrjen prikaz alarma nastane, ko se zgodi nov alarm, potrjen alarm pa, ko ga operater potrdi. Potrjevanje prikaza alarmov je neodvisno za LED diode in listo alarmov. Izvede se s tipko ACC.

Potrjevanje je možno na več načinov:

- potrjevanje samo LED diod: kratek pritisk tipke ACC na vseh slikah razen listi alarmov in v komandnem načinu.
- potrjevanje samo trenutne alarmne strani: kratek pritisk tipke ACC na strani [Lista alarmov](#).
- potrjevanje vseh alarmov: daljši pritisk tipke ACC na vseh straneh, kjer ima ACC tipka funkcijo potrjevanja vseh alarmov. Potrjevanje se izvede po 3 sekundah, ne glede na to ali je tipka še vedno pritisnjena.
- daljinsko potrjevanje vseh alarmov

Opomba: Izraz "vsi alarmi" se nanaša na vse LED alarme in vse alarme na vseh alarmnih straneh.

3.1.9 Lista dogodkov

Dogodek se zgodi, ko se spremeni stanje alarma. Dogodek se prikaže v listi dogodkov v obliki glede na nastavitve.

Po ponovnem zagonu naprave se zapisani dogodki ohranijo. Predviden prostor za prikaz dogodkov je 98 zadnjih dogodkov razvrščenih po času (14 strani x 7 dogodkov). Prikazuje se lahko le ena stran na enkrat.

Prva vrstica prikazuje ime strani na kateri smo: [Events](#) ter številko trenutne in število vseh strani, ločeno s poševnico (npr. [1/7](#)).

Vrstice od 2. do 15. prikazujejo dogodke. Vsak dogodek zasede dve vrstici. V prvi vrstici se prikazuje ime dogodka poravnano na levo stran, v drugi pa čas nastanka v obliki [yyyy-mm-dd hh:nn:ss.iii](#) (leto, mesec, dan, ura, minuta, sekunda in milisekunda, poravnano na desno stran).

Ko se stran z dogodki prvič odpre, se najprej prikaže prva stran dogodkov, kjer so zadnji dogodki po času. Dogodki so sortirani po času od najnovejšega na vrhu proti najstarejšemu na dnu.

Če med pregledovanjem dogodkov pride do novega dogodka, je trenutna stran, ki jo pregledujemo odprta vsaj 30 sekund, nato se prikaže prva stran, kjer je prikazan zadnji dogodek.

Events		1 / 1
OC2 Trip	2013-03-23 11:15:06.885	
OC2 Pickup	2013-03-23 11:15:06.180	
OC1 Pickup	2013-03-12 05:54:12.710	
OC1 Pickup	2013-03-10 23:12:34.284	
OC1 Pickup	2013-02-11 22:30:32.912	
F ▲▼◀▶ ACES		

Slika 3.7: Prikaz dogodkov

Tabela 3.10: Funkcije tipk pri prikazu dogodkov

◀	prejšnji meni	ESC	osnovna stran
▶		ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov

▲	pomik za eno stran gor	C	
▼	pomik za eno stran dol	I	
L/R	preklop vodenja	O	

3.1.10 Analogue meritve

Na strani **Analogne meritve** se prikazujejo meritve, ki jih meri naprava. Največje število prikazanih meritev na eni strani je 14 prikazanih v stolpcu. Za prikaz analognih meritev imamo na voljo 3 strani, kar skupaj znesse $3 \times 14 = 42$ meritev. Po straneh se pomikamo s tipkama ▲ in ▼.

Običajno se prikazuje osnovne meritve: U_{L1} , U_{L2} , U_{L3} , U_{L12} , I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} , I_e , P , Q , PF . Pri SinhroCheck funkciji prikazujemo še obe frekvenci in dodatno medfazno napetost drugega sistema.

Meritve se izpišejo vrsticah po ena meritev v vsaki vrstici v obliki na primer: $IL1 = 20,6\text{ A}$.

Prikaz na ekranu: Prva vrstica prikazuje stran na kateri smo: **Measurement** ter številko trenutne in število vseh strani, ločeno s poševnico (npr. 1/3). V 2. do 15. vrsti se nahajajo meritve v enem stolpcu.

Measurements		1 / 3
U L 1	= 19 . 91 kV	
U L 2	= 19 . 84 kV	
U L 3	= 20 . 01 kV	
I L 1	= 37 . 1 A	
I L 2	= 39 . 0 A	
I L 3	= 40 . 2 A	
F ▲ ▼ ◀ ▶ AC ES		

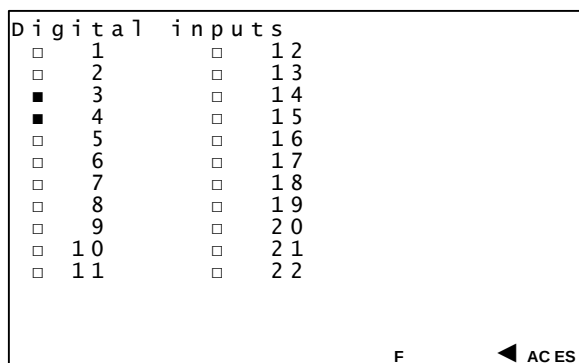
Slika 3.8: Prikaz analognih meritev

Tabela 3.11: Funkcije tipk pri prikazu meritev

◀	prejšnji meni	ESC	osnovna stran
▶		ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov
▲	pomik za eno stran gor	C	
▼	pomik za eno stran dol	I	
L/R	preklop vodenja	O	

3.1.11 Digitalni vhodi

Stran **Digitalni vhodi** prikazuje stanje na fizičnih digitalnih vhidih naprave. Vrednost digitalnega vhoda se pokaže v kvadratu ob številki vhoda. Pri neaktivnem vhodu je kvadratek prazen, pri aktivnem pa poln. Prva vrstica prikazuje ime strani na kateri smo: **Digital inputs**.



Slika 3.9: Prikaz stanj digitalnih vhodov

Tabela 3.12: Funkcije tipk pri prikazu stanja digitalnih vhodov

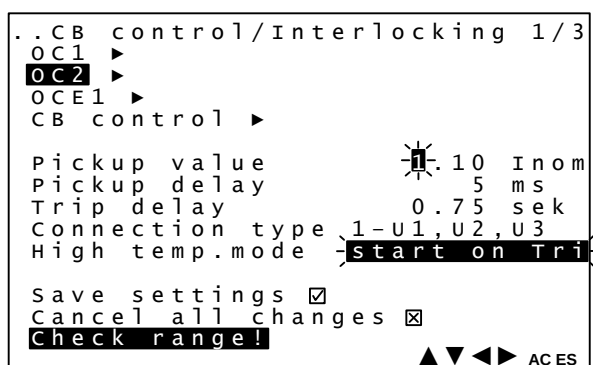
◀	prejšnji meni	ESC	osnovna stran
▶		ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov
▲		C	
▼		I	
L/R	preklop vodenja	O	

3.1.12 Parametriranje naprave

LDU vmesnik omogoča nastavljanje parametrov funkcij vodenja, zaščitnih in ostalih funkcij naprave. Preko glavnega menija izberemo [Settings](#). V zgornji vrstici je izpisano ime in številka trenutne strani ter število podstrani. V spodnjih dveh vrsticah se pokažeta komandi za shranitev vseh nastavitvev in preklic vseh sprememb. Parametri na napravi so organizirani drevesno.

Vsak parameter se prikaže v svoji vrstici in vsebuje ime nastavitve, njeno vrednost in enoto. Vrednosti parametra so lahko decimalna števila, pri čemer je število decimalnih mest omejeno.

Po vstopu v način parametriranja se pokaže prvi nivo nastavitvev. S smernimi tipkami ◀, ▶, ▲, ▼ se premikamo po nastavitvah in poddrevesih in izbiramo nastavitve. Tipka **Esc**, nas postavi v prvi nivo.



Slika 3.10: Simbolični prikaz strani s parametri naprave

Tabela 3.13: Funkcije tipk pri parametriranju naprave

◀	Premik levo, en nivo nazaj.	ESC	Izhod iz trenutnega prikaza, preklic sprememb.
▶	Premik desno, en nivo naprej.	ACC	Potrditev vrednosti, potrditev sprememb.
▲	Premik gor.	C	
▼	Premik dol.	I	
L/R	Preklop vodenja.	O	

3.1.12.1 Spreminjanje vrednosti

Nastavitev spremenimo tako, da izberemo nastavitev in pritisnemo **Acc**. Pri numeričnih parametrih začne utripati zadnji digit na vrednosti. S smernima tipkama ◀, ▶ se pomikamo po digitih. S smernima tipkama ▲, ▼ spreminjamo izbrani digit.

Za potrditev vrednosti pritisnemo **Acc**, za preklic pa **Esc**. Pri potrditvi, se vrednost nastavitve preveri glede na omejitve območja. Če je vrednost izven veljavnega območja se izpiše *Check range!* in ostanemo pri urejanju nastavitve, drugače se nova vrednost potrdi in vrnemo se na izbiranje.

3.1.12.2 Nastavitev datuma in ure

Nastavitev datuma in ure se nahaja na prvem nivoju. Uro vnašamo v formatu hh:mm. Ura se nastavi v trenutku, ko pritisnemo tipko **Acc**, v napravo pa se vpiše, ko shranimo spremembe. Datum vnašamo v formatu dd.mm.yyyy.

3.1.12.3 Shranjevanje novih nastavitve

Vse spremembe shranimo v napravo tako, da na prvi strani izberemo opcijo za shranitev vseh nastavitve *Save settings* in pritisnemo **Acc**. S tipko **Esc** zavržemo vse spremembe. Nato se izpiše vprašanje, ali želimo shraniti vse nastavitve *Save changes?* S tipko **Acc** potrdimo shranjevanje, s tipko **Esc** pa jih zavržemo. Za preklic vseh sprememb na prvi strani lahko izberemo tudi opcijo *Cancel all changes*.

Če je preverjanje gesla omogočeno, se pred shranitvijo sprememb prikaže vprašanje za geslo: *Enter password*. Prikažejo se štiri ničle, ki so začetna vnosna vrednost za geslo. Vnesemo veljavno geslo in ga potrdimo s tipko **Acc**. Geslo je potrebno vnesti le enkrat, nato ostane aktivno, dokler ne poteče čas nedejavnosti (*Inactivity time*).

Pred shranitvijo LDU preveri ali je nek drug uporabnik daljinsko spremenil nastavitve na napravi v času urejanja. V tem primeru nas LDU opozori z vprašanjem *Settings altered! Save anyway?* Tipka **Esc** nas pelje nazaj na prejšnjo stran, **Acc** pa potrdi spremembe.

Potrjene nastavitve se shranijo v trajni pomnilnik naprave in začnejo veljati. Izpiše se *Saving and applying...*, nato nas LDU postavi na osnovno stran.

```

Settings
Save changes?
  ACC  ESC

Enter password: 0000
Settings altered! Overwrite?
  ACC  ESC

saving and applying...

▲ ▼ ◀ ▶ AC ES
  
```

Slika 3.11: Primer shranjevanja nastavitve na napravo

3.1.13 Stanje naprave

Na tej strani vidimo vse pomembne informacije o napravi. Izpišejo se mrežne nastavitve, pomembni statusi ter NTP status naprave. Prva vrstica prikazuje stran na kateri smo: *Device info*, številko trenutne in število vseh strani. Če je podatek predolg za isto vrstico, se izpiše v dve ali več vrstic. Informacije, ki se izpišejo so:

- Network:
 - Hostname: ime naprave
 - MAC: fizični MAC naslov mrežnega adapterja
 - Topology: nastavljena topologija mreže: *Star*, *Ring*, *Double Star*
 - ETHx IP: IP naslov na vmesniku ETHx, lahko jih je več
 - Stat1|2: status povezave na obeh ETH vmesnikih v obliki: *<status1> | <status2>*
 - RSTP stat: Status RSTP protokola, npr. *Fwd/R*, *Fwd/D*
- Time synchronisation:

- NTP Stat: status NTP protokola in zadnji odmik od točne ure, *Synch* – sinhroniziran in *Not synch* - ni sinhroniziran, *Down* - ne deluje
- Software info:
 - Release: oznaka programske opreme na napravi
 - Date: datum izdaje programske opreme na napravi
- Hardware info:
 - Type: oznaka strojne opreme
 - Ordering: naročniška koda strojne opreme
 - Serial No: serijska številka naprave
 - Date: datum izdelave naprave

```
Device info 1 / 2
Network:
MAC      : 00:17:08:2F:EA:B3
Topolog  : star
ETH1 IP  : 192.168.0.10
ETH1 IP  : 192.168.1.10
Stat1|2  : UP/DOWN
RSTP st  : Fwd/R

NTP:
Stat     : OK

F ▲▼◀ ACES
```

```
Device info 2 / 2
Software info:
Release  : FPC680-1.1
Date     : December 2011

Hardware info:
Type     : FPC680
Ordering : 1A/1A/1A/1A/1A/1A/
1A/1A/1A/1A/1A/1A/1A/1A/1A
Serial n : 123A
Date     : January 2012

F ▲▼◀ ACES
```

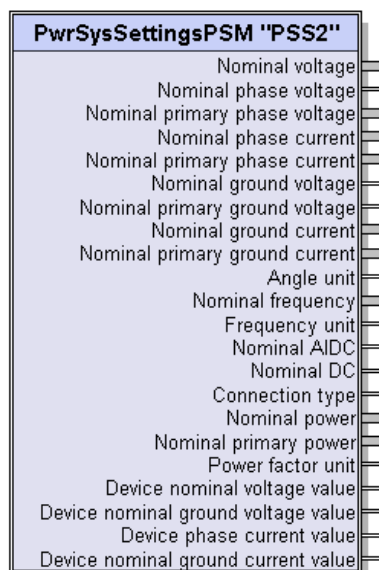
Slika 3.12: Primer izpisa podatkov o napravi

Tabela 3.14: Funkcije tipk pri izpisu o napravi

◀	Premik na naslednjo stran	ESC	Izhod iz trenutnega prikaza, preklic sprememb.
▶	Premik na prejšnjo stran	ACC	potrditev LED alarmov, potrditev vseh alarmov
▲		C	
▼		I	
L/R	Preklop vodenja.	O	

3.2 Podatki energetskega sistema (Power System Settings)

Modul na enem mestu omogoča vnos sistemskih nastavitev elektroenergetskega omrežja, ki veljajo vse module v napravi. Nastavljajo se nastavitve nazivnih vrednosti elektroenergetskega omrežja, tokovnih in napetostnih transformatorjev ter naprave. Modul omogoča parametriranje naprave v inženirju prijaznih enotah (npr. 150 A, 20 kV) in enoten vnos skupnih parametrov. Te nastavitve vplivajo na delovanje večine funkcij zaščite in vodenje, v katerih se nastavitve običajno nastavljajo v relativnih enotah.



Slika 3.13: Funkcijski blok podatkov energetskega sistema

3.2.1 Opis delovanja

Na osnovi vnesenih podatkov modul izračuna vrednosti izhodov. Izračunajo se ob zagonu naprave, pred zagonom vseh ostalih modulov in se kasneje ne spreminjajo več. Za uveljavitev novih sprememb, je potrebno napravo ponovno zagnati.

3.2.1.1 Metode priključitev tokov in napetosti na priključne sponke

Napravo lahko priključimo na primarne tokovne in napetostne transformatorje po različnih metodah glede na to, kako bogato je opremljena celica. Metoda priključitve se izbere s parametrom **Connection type**. Ta parameter ne vpliva na module zaščite.

Tabela 3.15: Različne priključitve tokov in napetosti na priključne sponke naprave

Metoda	Priključ. napetosti	Priključ. tokov	Opomba
1	U1 U2 U3 UE	I1 I2 I3	trifazna vezava
2	U12 U23 UE	I1 I2 I3	Aaronova vezava, I0 = 0
3	U23 U31 UE	I1 I2 I3	...
4	U12 U31 UE	I1 I2 I3	...
5	U12	I3	varčna vezava
6	U23	I1	...
7	U31	I2	...
8	U1	I1	enofazna vezava
9	U2	I2	...
10	U3	I3	...

** Fizična priključitev teh tokov in napetosti je opsijska, glede na to kateri moduli uporabljajo vrednosti teh veličin. Na primer: modul Power and Energy ne uporablja toka I2 pri metodi 2, zato ga ni potrebno priključevati. Modul zaščite Over Current protection - OC (pri zaščitnem releju) pa uporablja vse tri tokove, zato morajo biti tudi vsi priključeni.*

3.2.2 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

/ Power system settings	
Settings name tekst (max 31 znakov)	Ime seta nastavitvev, npr PSS_I.
Connection type 1 – U1, U2, U3 & I1, I2, I3 2 – U12, U23, I1, I3 3 – U23, U31, I1, I2 4 – U12, U31, I2, I3 5 – U12, I3 6 – U23, I1 7 – U31, I2 8 – U1, I1 9 – U2, I2 10 – U3, I3	Tip povezave tokov in napetosti na priključne sponke naprave.
Primary system voltage 0,1...20,0...1.000 kV	Primarna nazivna medfazna napetost električnega sistema
Primary system current 1...300...60.000 A	Primarni nazivni tok električnega sistema
Primary system ground current 0,1...150,0...60.000 A	Primarni nazivni zemeljskostični tok električnega sistema
VT primary 0,1...20,0...1.000 kV	Primarna medfazna napetost napetostnega transformatorja za fazne napetosti
VT secondary 1...100...1.000 V	Sekundarna medfazna napetost napetostnega transformatorja za fazne napetosti
Ground VT primary 0,001...11,540...1000 kV	Primarna napetost napetostnega transformatorja za zemeljskostične napetosti
Ground VT secondary 1...100...1.000 V	Sekundarna napetost napetostnega transformatorja za zemeljskostične napetosti
Phase CT primary 1...300...60.000 A	Primarni tok tokovnega transformatorja za fazne toke
Phase CT secondary 0,1 ...1,0...1.000 A	Sekundarni tok tokovnega transformatorja za fazne toke
Ground CT primary 0,1...150,0...60.000 A	Primarni tok tokovnega transformatorja za zemeljskostične toke
Ground CT secondary 0,1...1,0...1.000 A	Sekundarni tok tokovnega transformatorja za zemeljskostične toke
Nominal system frequency 50 Hz	Nazivna frekvenca električnega sistema

Nominal voltage izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni medfazni napetosti celice
Nominal phase voltage izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni fazni napetosti celice
Nominal ground voltage izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni zemeljskostični napetosti celice
Nominal phase current izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem faznem toku celice
Nominal ground current izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem zemeljskostičnem toku celice
Primary nominal voltage izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni primarni medfazni napetosti celice
Primary nominal ground voltage izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni primarni zemeljskostični napetosti celice
Primary nominal phase current izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem primarnem faznem toku celice

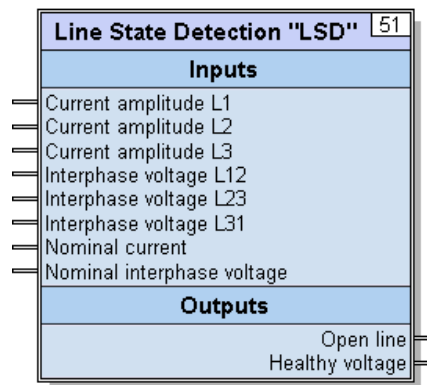
Primary nominal ground current izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem primarnem zemeljskostičnem toku celice
Primary nominal power izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni primarni moči celice
Nominal frequency izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni frekvenci električnega sistema
Nominal power izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni moči celice
Nominal AIDC izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem enosmernem toku/napetosti AIDC vhoda
Nominal DC izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem enosmernem toku/napetosti DC kartice
Frequency unit izhod (analogni)	Število delcev enote frekvence 1 Hz
Angle unit izhod (analogni)	Število delcev enote kota 1°
Power factor unit izhod (analogni)	Število delcev maksimalne vrednosti faktorja moči pri (1).
Connection type izhod (analogni)	Metoda povezave glede na Connection type . Vrednosti so lahko od 1-10.
Device voltage value izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni medfazni napetosti naprave
Device ground voltage value izhod (analogni)	Število delcev pri nazivni zemeljskostični napetosti naprave
Device phase current value izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem faznem toku naprave
Device ground current value izhod (analogni)	Število delcev pri nazivnem zemeljskostičnem toku naprave

3.3 Detektor stanja izvoda (Line state detection)

Modul *Line State Detection (LSD)* je namenjen detekciji napetostnih in tokovnih stanj na izvodu s poudarkom na ugotavljanju ali je vod vklopljen ali izklopljen. Za izvajanje funkcije *LSD* je potrebno zajemati vhodne napetosti na izvodu za odklopnikom na strani izvoda. Uporablja se predvsem kot vhodni podatek za vse module, ki potrebujejo informacijo o stanju na vodu. Za ugotavljanje stanja izvoda se uporabljajo medfazne napetosti in fazni tokovi. V napravi se lahko zajemajo fazne ali medfazne napetosti, ki se uporabljajo kot kriterij detekcije stanja.

Pri obratovanju se na vodu lahko pojavljajo naslednja napetostna in tokovna stanja:

- breznepetostno stanje: vod izklopljen, brez napetosti in toka, stabilno stanje
- normalno obratovalno stanje: zdrava napetost na vodu, stabilno stanje
- okvarjeno stanje: havarija, kratek stik, prenapetost, podnapetost



Slika 3.14: Funkcijski blok detektorja stanja izvoda

3.3.1 Logika delovanja

Modul *Line State Detection* kot svoja izhoda stalno izračunava dva stanja izvoda **Open line** in **Healthy voltage**. Izhod **Open line** opredeljuje izklopljeno stanje izvoda.

Open line je postavljen, ko:

- so vsi tokovi pod vrednostjo **Open line current**, v primeru da je parameter **Enable Open line current** omogočen ter
- so vse napetosti pod **Open line voltage**, v primeru da je parameter **Enable Open line voltage** omogočen.

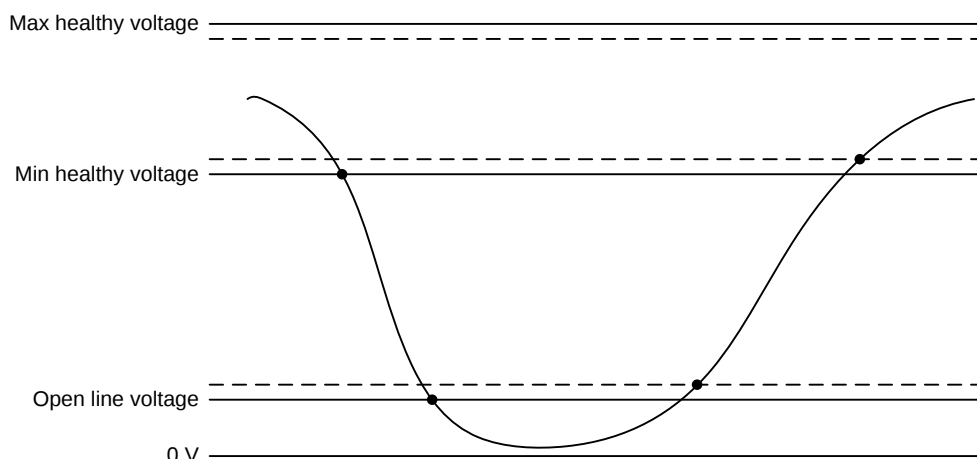
Izhod **Healthy voltage** opredeljuje normalno napetost na izvodu. **Healthy voltage** je postavljen, ko so vse napetosti med **Min healthy voltage** in **Max healthy voltage**.

Tabela 3.16: Stanja glede na izhodne signale

Open line	Healthy voltage	Opis
0	0	okvarjeno stanje
0	1	normalno obratovalno stanje
1	0	breznapetostno stanje
1	1	napaka modula, naprave

Pri parametriranju moramo paziti, da vrednost **Max healthy voltage** nastavimo nižje od vrednosti **Min healthy voltage** saj se področji prekrivata. V primeru okvarjenega stanja dobimo na obeh izhodih vrednost 0.

Za stabilnejše delovanje imajo napetosti in tokovi 1% histereze glede na nazivno, navzgor od nastavitve (Slika 3.15). prikazuje posamezna območja in preklope med območji z upoštevanjem histereze.



Slika 3.15: Preklopi med območji z upoštevanjem histereze

3.3.2 Tabela parametrov

\ Control settings \	
Open line current 0,00...0,04...0,30 In	Amplituda toka pod katerim smatramo, da je vod izklopljen.
Open line voltage 0,00...0,10...0,70 Un	Amplituda napetosti pod katero smatramo, da je vod izklopljen.
Min healthy voltage 0,80...0,90...1,10 Un	Najmanjša amplituda za detekcijo zdrave napetosti.
Max healthy voltage 1,00...1,10...1,30 Un	Največja amplituda za detekcijo zdrave napetosti.
Enable Open line current true, false	Omogočanje kriterija toka za detekcijo izklopljenega voda.
Enable Open line voltage true, false	Omogočanje kriterija napetosti za detekcijo izklopljenega voda.

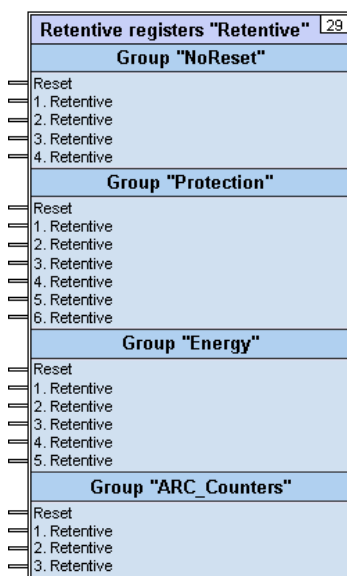
\ Inputs \	
Current amplitude L1...L3 vhod (analogni)	Amplitude tokov.
Interphase voltage L12...L31 vhod (analogni)	Amplitude medfaznih napetosti.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni fazni tok In.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost Un.

\ Outputs \	
Open line izhod (digitalni)	Detekcija breznapetostnega stanja.
Healthy voltage izhod (digitalni)	Detekcija normalnega stanja.

3.4 Permanentni registri (Retentive registers)

Modul **Retentive registers** je namenjen shranjevanju vrednosti vhodov/izhodov v trajne registre v primeru začasnega izklopa naprave ali izgube napajanja. Vrednosti, ki se običajno trajno hranijo na napravi so lahko:

- statistični števcji delovanja zaščit in odklopnikov
- števcji energije
- trenutna stanja (kot na primer ARC definitivni izklop, položaj načina vodenja lokalno/daljinsko).



Slika 3.16: Modul *Retentive registers*

3.4.1 Opis delovanja

Med delovanjem naprave se trenutne vrednosti signalov zapisujejo v registre na trajnem pomnilniku naprave. V procesu zagona naprave se shranjene vrednosti restavrirajo nazaj v bazo še pred zagonom drugih funkcij.

V primeru izpada napajanja so v datoteki vpisane vrednosti ob zadnjem ciklu zapisovanja. Pri brisanju shranjenih vrednosti se novo stanje takoj zapiše v trajni pomnilnik.

Čas hranjenja vrednosti v stanju brez napajanja je odvisen od strojne izvedba trajnega pomnilnika. Zagotovljen čas hranjenja podatkov je zapisan v tehničnih podatkih naprave. Po tem času so podatki ogroženi in se postopoma izgubijo dokler se pomnilnik popolnoma ne sprazni.

Vhodi **Retentive...** so organizirani v skupine **Group....** Skupine prosto dodajamo ali brišemo v uporabniškem vmesniku. Vsaki skupini se določi povezavo za brisanje vrednosti registrov znotraj te skupine. Brisanje se proži z vpisom 1 v vhod **Reset**, kar povzroči, da se v registre znotraj skupine zapiše vrednost 0. Modulu nastavimo periodo shranjevanja vrednosti **Save period** in mesto shranjevanja **File** na datotečnem sistemu trajnega pomnilnika naprave.

Preko uporabniškega vmesnika lahko tudi ročno nastavimo vrednosti registrov.

3.4.2 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

/	
Save period 5...30...90000 sek	Perioda shranjevanja vrednosti registrov na statični pomnilnik.
File Tekst	Polna pot in ime datoteke, kamor se vrednosti shranjujejo.

/ Group 1...20

Name Tekst	Ime skupine.
Reset vhod (digitalni)	0 -> 1: Ponastavitev registrov v tej skupini na vrednost 0 in takojšnji zapis na statični pomnilnik.
Retentive 1...100 vhod (poljuben)	Vhodi, katerih vrednosti se shranjujejo znotraj skupine. Lahko so digitalni ali analogni.

4 Funkcije zajema in izračunov

4.1 Zajem iz periferije

Za zajem električnih veličin, ki so pripeljane na fizične zunanje vhode/izhode naprave skrbi modul ACQ (acquisition), v katerem ustrezno nastavimo nastavitve zajemalnih ali izhodnih kartic. Vhodno-izhodne kartice nam dajejo vzorčene vrednosti, ki jih ACQ modul periodično zajema iz fizičnih digitalnih in analognih vhodov naprave. Poleg tega vklaplja in izklaplja digitalne releje ter zajema čas iz interne ure naprave. Zajete vrednosti se zapisujejo v RT bazo, kjer so nato na voljo vsem ostalim funkcijam ali modulom. Zajem je razdeljen na zajem podatkov za zaščitne funkcije (*Protection*) in zajem meritev (*Measurement*). Perioda zajema za zaščite je 5 ms, za meritve pa največ 80 ms.

Naprava vsebuje glavno zajemalno kartico (vsebuje procesor in FPGA vezje) ter vhodne in izhodne kartice. ACQ modul je odvisen od fizičnih lastnosti kartic. Glede na nabor možnih kartic in lastnosti teh kartic je veljajo določene omejitve in privzete vrednosti, kot je na primer število kanalov na kartici. ACQ modul podpira kartice z različnimi zmogljivostmi.

V napravi imamo lahko različne tipe in število zajemalnih ali izhodnih kartic. Vsaka kartica ima svoj fizični naslov, ki ga nastavimo s parametrom **Address** v obliki števila 0, 1, 2, Fizične vhode na kartici označujemo kot podatkovne kanale. V primeru, da nastavimo napačen fizični naslov, ali pa imata dve kartici nastavljenega enakega, zajemanje ne bo delovalo pravilno.

V napravi imamo lahko različne tipe zajemalnih ali izhodnih kartic:

- DI – kartica za zajem digitalnih signalov
- DO – kartica za krmiljenje digitalnih izhodov, relejev
- AI – kartica za zajem izmeničnih tokov in napetosti
- DCI – kartica za zajem enosmernih tokov in napetosti

Vrednosti analognih veličin, ki jih ACQ modul zapisuje na izhode so v delcih. Vrednost enega delca in število delcev pri nazivni vrednosti je definirana s strojno konfiguracijo naprave in so navedeni v *Tehničnih podatkih* naprave. Stanje zunanjih digitalnih fizičnih vhodov se zapisuje na izhode modula z vrednostjo 0 ali 1.

Zunanje digitalne releje - krmilimo z digitalnimi signali preko vhodov modula *DO card*. Če na vhod modula pripeljemo vrednost 1, bo rele sklenil in obratno, če pripeljemo vrednost 0, bo razklenil.

4.1.1 Sklopi meritev, moduli

Nastavitve so ločene za vsako kartico in vsak sklop posebej. Za vsak sklop meritev ima svoj element ali blok. Seznam vseh blokov kaže Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Tabela vseh sklopov meritev, blokov modula ACQ

Ime bloka	Opis
<i>ACQ Common</i>	Skupne nastavitve in signali
<i>AC-P Fundamental</i>	Amplitude in koti tokov in napetosti osnovnega harmonika, frekvenca izbrane napetosti.
<i>AC-P Harmonics H...</i>	Amplitude višjih harmonikov tokov in napetosti.
<i>AC-M Fundamental</i>	Amplitude in koti tokov in napetosti osnovnega harmonika.
<i>AC-M Harmonics Ch...</i>	Amplitude višjih harmonikov tokov in napetosti.
<i>AC-M RMS</i>	Efektivne amplitude osnovnega harmonika tokov in napetosti.
<i>AC-M THD</i>	Popačenja osnovnega harmonika tokov in napetosti.
<i>AC-M Frequency</i>	Frekvence osnovnega harmonika tokov in napetosti.
<i>AC Phase-to-phase</i>	Izračun medfaznih napetosti
<i>AI-DC input</i>	Amplituda enosmernega toka ali napetosti.

DI card...	Vrednosti digitalnih vhodov za vsako DI kartico posebej
DO card...	Komande za digitalne izhode za vsako DO kartico posebej
DCI card...	Vrednosti enosmernih vhodov za vsako DCI kartico posebej
LEDs	Krmiljenje LED diod

Število vhodov/izhodov ne sme preseči dejanskega fizičnega števila vhodov/ izhodov na kartici. Vhodi/izhodi na kartici so zaporedni in jim ni možno spreminjati vrstnega reda. Podroben opis, imen in nastavitve vhodov/izhodov je podan pri vsaki kartici posebej.

4.1.1.1 Število posameznih kartic

Maksimalno število DI in DO kartic v napravi je lahko 8, medtem ko je AI kartica lahko le ena. Največje število DO kartic je 3. Kartice označujemo po naslednjem dogovoru:

- DI kartice označujemo od naslova 0 naprej: 0, 1, 2, ...
- DO kartice označujemo od naslova 7 nazaj: 7, 6, 5, ...

Za pravilno delovanje naprave morajo kartice, ki jih nastavimo v nastavitvah, ustrezati fizično vgrajenim karticam v napravi.

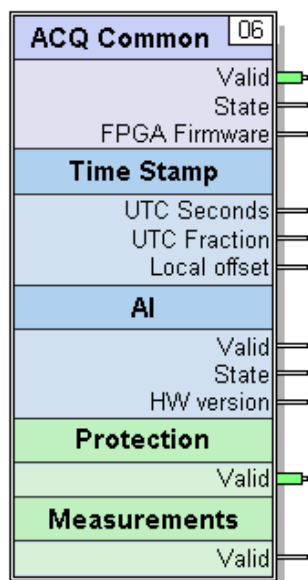
V primeru, da imamo v napravi vgrajenih več kartic, kot je nastavljenih, potem bodo nenastavljene kartice neaktivne. V sistemskem dnevniku bomo dobili izpis o neaktivnih karticah.

V primeru, da imamo v napravi vgrajenih manj kartic, kot je nastavljenih, bodo podatki iz neobstoječih kartic neveljavni. Prav tako bodo podatki neveljavni za tiste kartice, ki so v okvari.

OPOZORILO! V primeru, da imamo v napravi vgrajenih manj kartic, kot je nastavljenih, se bo ACQ ob zagonu naprave ustavil.

4.1.2 Skupni parametri zajema (ACQ common)

V modulu [ACQ common](#) nastavimo skupne nastavitve zajemalnega dela.



Slika 4.1: Funkcijski blok skupnih parametrov zajema

4.1.2.1 Zajem časa

ACQ zajema čas iz interne ure naprave ter ga zapisuje na izhode v sekciji **Time Stamp**. Vsi ostali moduli uporabljajo ta čas za svoje delovanje (npr. pri opremljanju dogodkov s časom). Na izhod **Seconds** se

zapisuje število sekund, ki so potekle od 1.1.1970 ob 0:00. Ostali moduli, ki uporabljajo ta podatek, se ravna po tem standardu. Na izhod **Fraction** se zapisuje decimalni del sekunde, v mikrosekundah.

4.1.2.2 Omogočanje in onemogočanje zajema

Omogočanje in onemogočanje zajemanja je izvedeno na vseh nivojih. Tako je možno omogočiti zajemanje celotne kartice ali pa posameznega vhoda/izhoda. To storimo s parametrom **Enable**.

4.1.2.3 Stanje delovanja

ACQ modul spremlja in zapisuje svoje stanje delovanja in stanje posameznih kartic preko izhodov **State** in **Valid**. **State** izhod pove v kakšnem stanju je kartica, **Valid** pa, ali so podatki veljavni. Če kartica deluje pravilno morata imeti oba izhoda vrednost 1. Na izhodu **HW version** se nahaja številka različice kartice.

Veljavnost podatkov je odvisna od zajemalnih kartic. Možni razlogi za neveljavnost podatkov so:

- v napravi ni prisotne zajemalne ali izhodne kartice z nastavljenim naslovom (**Address**)
- okvara na vodilu
- zajemalna kartica ima okvaro.
- zajemalna kartica je onemogočena s parametrom **Enable**.

OPOZORILO! ACQ je najpomembnejša funkcija v napravi. V primeru, da ACQ modul ne deluje pravilno, se analogni in digitalni vhodi ne zajemajo, zaščitne funkcije ne morejo delovati pravilno, ravno tako ne deluje izdaja komand na digitalne izhode.

Vse informacije o napakah na ACQ modulu se zapisujejo tudi v sistemski dnevnik.

Stanje modula **State** opisuje stanje v katerem se modul nahaja, kot kaže Tabela 4.2.

Tabela 4.2: Opis stanj modula, izhod **State**

Stanje	Opis
0	Nedefiniran status; označuje ne-inicializirano stanje.
1	Delovanje brez napak.
2	Opozorilo; obstajajo manjše nepravilnosti, ki kritično ne vplivajo na delovanje modula
3	Napaka; modul deluje z napakami, ki vplivajo na sam modul in pravilnost podatkov. State izhodi na spodnjih nivojih imajo napake.
4	Kritična napaka; modul ne deluje. Vzrok je kritična napaka pri inicializaciji ali izpad strojne opreme med delovanjem.

4.1.2.4 Tabela parametrov

ACQ Common	
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov zajema. 1 – Regularno delovanje. 0 – Zajem ne deluje oz. deluje z napakami; potreben je servisni pregled.
State izhod (analogni+)	Stanje modula. 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami (Tabela 4.2), potreben je servisni pregled.
FPGA Firmware izhod (analogni)	Gonilnik ob inicializaciji sporoči dejansko FPGA firmware verzijo.

ACQ Common / Time Stamp

UTC Seconds izhod (analogni)	Čas v sekundah, ki so potekle od dne 1.1.1970, po UNIX standardu.
UTC Fraction izhod (analogni)	Ostanek časa v mikrosekundah, kot decimalni del sekund.
Local offset izhod (analogni)	Trenutni premik lokalnega časa glede na UTC v sekundah.

ACQ Common / AI

Enable true, false	Omogočanje delovanja kartice.
AC reference Input 1...5...12	Izbira referenčnega fizičnega kanala za napetost, običajno se izbere kanal na katerem je napetost UL1.
Zero dead band 0...4...1000	Najmanjša možna vrednost meritve v delcih. Vse meritve pod mrtvim območjem se izmerijo kot 0.
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice: 1 – Regularno delovanje kartice 0 – Zajem s te kartice ne deluje
State izhod (analogni)	Stanje vhodno/izhodne kartice. 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami, potreben je servisni pregled.
HW version izhod (analogni)	Verzija strojne opreme.

ACQ Common / AI / Protection

Enable true, false	Omogočanje zajemanja podatkov (podatki za zaščito).
Frequency channel 1...5...8	Izbira fizičnega kanala za zajem frekvence običajno se izbere kanal na katerem je napetost UL1..
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice (podatki za zaščito): 1 – Regularno delovanje 0 – Podatki niso veljavni

ACQ Common / AI / Measurement

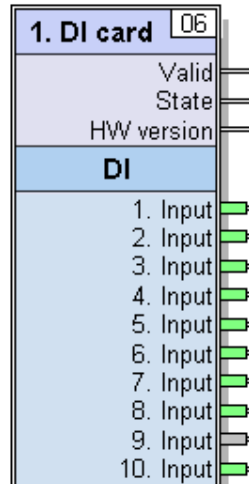
Enable true, false	Omogočanje zajemanja podatkov (podatki za meritve).
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice (podatki za meritve): 1 – Regularno delovanje 0 – Podatki niso veljavni

ACQ Common / AI / Calibration

Enable true, false	Omogočanje delovanja kalibracijskih faktorjev.
File pot datoteke	Pot in ime kalibracijske datoteke na datotečnem sistemu.

4.1.3 Zajem digitalnih vhodov (DI card)

Digitalne signale zajema DI kartica, ki je predstavljena z modulom *DI card*. Za vsako DI kartico v napravi obstaja svoj modul *DI card*. Ena DI kartica vsebuje več digitalnih vhodov. Vsak digitalni vhod lahko izklopimo s parametrom **Enable**.



Slika 4.2: Funkcijski blok kartice digitalnih vhodov

Pri zajemu digitalnega signala, lahko amplituda signala na vhodu zaniha. V ta namen za vsak digitalni vhod posebej definiramo filter proti nihanju signala (**Debounce**), ki določi koliko časa mora biti na vhodu prisotna digitalna 1, da se registrira kot veljavna in pojavi na izhodu. Debounce filter deluje tako pri pozitivnem, kot pri negativnem prehodu fizičnega signala. Z večanjem vrednosti filtra se povečuje tudi mrtvi čas zajema digitalnega signala.

Vrednost digitalnega signala je odvisna od nivoja napetosti na fizičnem vhodu. Nivo napetosti se digitalizira in na izhodu modula dobimo digitalno 0 ali 1. Običajno je na izhodu vrednost 1, če je na vhodu napetost višja kot 80% nazivne vrednosti, če je manjša pa 0.

Kartica daje dodatne informacije o svojem delovanju in delovanju posameznih kanalov preko izhoda **State**. Če je vrednost izhoda **State** enaka 1, kartica deluj regularno.

Opomba: Če kartica ne deluje regularno, ima izhod State vrednost večjo od 1. Posamezni biti 8 - 30 izhoda State pomenijo veljavnost posameznega kanala.

4.1.3.1 Tabela parametrov

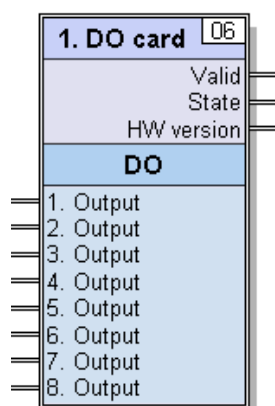
DI card / DI...	
Enable <i>true, false</i>	Omogočanje delovanja digitalnega vhoda.
Debounce <i>0...8...255 ms</i>	Nastavitev filtra proti nihanju – mrtvi čas 0 – izklop filtra
Input <i>izhod (digitalni)</i>	Izmerjena vrednost na fizičnem vhodu.

DI card...	
Address <i>1...8</i>	Fizični naslov kartice.
Valid <i>izhod (digitalni)</i>	Veljavnost podatkov kartice: 1 – Regularno delovanje kartice 0 – Zajem s te kartice ne deluje

State izhod (analogni)	Stanje kartice: 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami, potreben je servisni pregled.
HW version izhod (analogni)	Verzija strojne opreme.

4.1.4 Krmiljenje digitalnih izhodov (DO card)

Fizične digitalne izhode ali releje krmili DO kartica, ki je predstavljena z modulom *DO card*. Za vsako DO kartico v napravi obstaja svoj modul *DO card*. Ena DO kartica vsebuje več digitalnih izhodov. Vsak digitalni izhod lahko omogočimo s parametrom **Enable**, krmilimo pa ga preko vhoda **Value**. Komanda se prenese od procesorja preko vodila na DO kartico in nato na fizični rele, ki sklene ali razklene.



Slika 4.3: Funkcijski blok kartice digitalnih izhodov

DO kartica daje dodatne informacije o svojem delovanju in delovanju posameznih digitalnih izhodov preko izhoda **State**. Če je vrednost **State** enaka 1, kartica deluj brezhibno.

*Opomba: Če DO kartica ne deluje brezhibno, ima izhod **State** vrednost večjo od 1. Posamezni biti od 8 do 30 pomenijo veljavnost posameznega digitalnega izhoda.*

4.1.4.1 Rele pripravljenosti

Običajno se eden od digitalnih izhodov uporablja kot rele pripravljenosti - *Ready relay*. Privzeto je kot rele pripravljenosti nastavljen zadnji rele na prvi DO kartici. V napravi je nekaj internih pomembnih signalov, ki signalizirajo pravilno delovanje posameznih sklopov naprave. V konfiguraciji naprave so vsi pomembni interni signali povezani na *Ready relay* digitalni izhod, tako da je v normalnem stanju sklenjen. Če kateri koli od pomembni internih signalov indicira napako ali ob izgubi napajanja rele pripravljenosti po določenem času pade (parameter **Reset delay**). Digitalni izhod, ki služi kot rele pripravljenosti, mora imeti parameter **Reset** obvezno omogočen.

4.1.4.2 Ponovni zagon naprave

Digitalni izhodi imajo možnost, da pri ponovnem zagonu naprave ostanejo v svojem položaju ali se ponastavijo v izhodiščni položaj. Vsakemu izhodu na DO kartici določimo to funkcijo s parametrom **Reset**. Na nivoju DO kartice nastavimo zakasnitev ponastavitve **Reset delay**.

Opomba: Ob izgubi napajanja grede digitalni izhodi vedno v izhodiščni položaj.

4.1.4.3 Tabela parametrov

DO card...	
Address 1...8	Fizični naslov kartice.
Reset Delay 0,01 – 30,00 sek	Čas v katerem se, v primeru napake, nastavljen izhod samodejno izklopi (rele pripravljenosti)

Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice: 1 – Regularno delovanje kartice 0 – Zajem s te kartice ne deluje
State izhod (analogni)	Stanje kartice. 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami, potreben je servisni pregled.
HW version izhod (analogni)	Verzija strojne opreme.

DO card / DO...

Enable true, false	Omogočanje delovanja digitalnega releja.
Output vhod (digitalni)	Vrednost na digitalnem izhodu: 1 – vklopljen, 0 – izklopljen.
Reset true	Vklop funkcije avtomatskega izklopa releja ob nedelovanju gonilnika. Zastarel parameter zaradi kompatibilnosti, vrednost mora biti vedno na <i>True</i> .

4.1.5 Zajem analognih izmeničnih vhodov (AI card)

Analogna AI kartica zajema analogne izmenične napetosti in tokove in je obvezna kartica naprave. Vsebuje do 12 analognih izmeničnih vhodov in enega enosmernega ter do 8 nastavljivih LED diod. Vsebuje DSP procesor, ki strojno obdeluje vzorčene signale in nad njimi izvaja matematične operacije Fourierjeve transformacije.

Zajemajo se naslednje veličine:

- amplitude, koti in frekvenca faznih tokov in napetosti osnovnega harmonika
- amplitude faznih tokov in napetosti višjih harmonikov

Referenčni fizični vhod izberemo s parametrom v skupnih nastavitvah **Reference Input**. Kot izbranega vhoda bo enak 0, koti vseh ostalih vhodov pa bodo relativni glede na referenčnega.

4.1.5.1 Umerjanje

Za točne meritve napetosti in tokov mora biti naprava umerjena. Umerjanje se izvede s ločenim postopkom, ki je opisan v posebnem poglavju "*Umerjanje naprave*". Če naprava ni umerjena so pri meritvah določeni merilni pogreški. Ko je naprava umerjena, se v posebni kalibracijski datoteki zapišejo faktorji s katerimi se korigirajo izmerjene vrednosti, zato da kompenziramo odstopanje merilne verige in na izhodu dobimo pričakovane vrednosti znotraj dovoljenih toleranc.

Kalibracijska datoteka je določena s parametrom v modulu (*ACQ Common*) s parametrom **Calibration / File**. Pri postopku umerjanja naprave se ta datoteka izdela avtomatično. V primeru, da datoteke na napravi ni ali je pokvarjena, se kalibracijski faktorji ne upoštevajo, meritve imajo določen merilni pogrešek, v sistemskem dnevniku se izpiše opozorilo za kalibracijsko datoteko, tipa *WARNING*.

4.1.5.2 Vrednosti izhodov

Vrednosti analognih veličin, ki jih moduli dajejo na svojih izhodih so v delcih. Vrednost in število delcev je odvisno od tipa in izvedbe analogne kartice in je podana Tehničnih podatkih naprave. Nazivne vrednosti se vnesejo in nastavljajo v modulu *Power system setting*.

Primer: DSP kartica zajema izmenične tokove v območju linearno od 0 do 32.676 delcev. Vhod ima razpon od 0 do 20-krat nazivna vrednost. Ko na vhodu kartice teče nazivni tok, imamo na izhodu vrednost 2.400 delcev, pri 20-kratnem nazivnem toku pa imamo 48.000 delcev.

4.1.5.3 Kanali

AI kartica ima več merilnih kanalov, preko katerih se zajemajo meritve. Razpored merilnih kanalov je odvisen od tipa AI kartice. Tip AI kartice lahko razberemo iz naročniške kode naprave:

FPC 680 - SW / H / AI / C1 / C2 / C3 / C4 / PS / S1 ...

|

tip AI kartice

Pri konfiguraciji AI kartice moramo povezati kanale na ustrezne ponore in jih poimenovati glede na tip kanala. Na primer: Tokovni kanal povežemo na ponor Faznih tokov in ga poimenujemo IL1.

V spodnji tabeli so opisani vsi tipi AI kartic in razpored kanalov.

Tabela 4.3: Tipi AI kartic

	Kanali											
Tip AI kartice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A - 4 CT + 4 VT	I1	I2	I3	I4	U1	U2	U3	U4				
B - 5 CT + 4 VT	I1	I2	I3	I4	U1	U2	U3	U4	I5			
C - 4 CT + 5 VT	I1	I2	I3	I4	U1	U2	U3	U4	U5			
D - 3 CT + 1 CTs + 4 VT	I1	I2	I3	Is	U1	U2	U3	U4				
E - 3 CT + 2 CTs + 4 VT	I1	I2	I3	Is1	U1	U2	U3	U4	Is2			
F - 4 CT + 1 CTs + 4 VT	I1	I2	I3	Is	U1	U2	U3	U4	I4			
G - 3 CT + 1 CTs + 5 VT	I1	I2	I3	Is	U1	U2	U3	U4	U5			
H - 3 CT + 1 CTs + 4 VT + 3 CT + 1 CTs	I1	I2	I3	Is1	U1	U2	U3	U4	I4	I5	I6	Is2
I - 4 CT + 4 VT + 4 CT	I1	I2	I3	I4	U1	U2	U3	U4	I5	I6	I7	I8
J - 4 CT + 3 VT + 5 CT	I1	I2	I3	U1	U2	U3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
K - 3 CT + 1 CTs	I1	I2	I3	Is								
L - 4 VT	U1	U2	U3	U4								
M - 4 CT + 1 CTs + 7 VT	I1	I2	I3	Is	U1	U2	U3	U4	I4	U5	U6	U7

4.1.5.4 Skupine meritev podatkov

Zajem podatkov je v grobem razdeljen na dva dela:

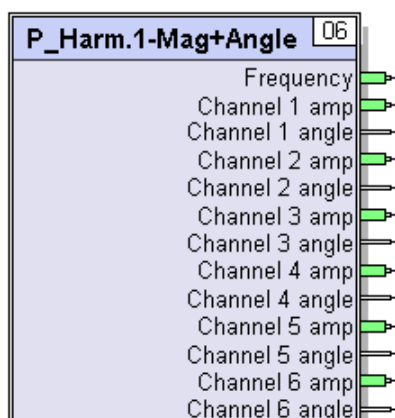
- zajem meritev za zaščito (*Protection*)
- zajem obratovalnih meritev (*Measurement*)

Meritve za zaščito so namenjene delovanju hitrih zaščitnih algoritmov in funkcij vodenja, ki se morajo odzivati čim hitreje, kot na primer pri okvarah. Pri teh meritvah je bistvena hitrost zajema.

Obratovalne meritve za zajemajo počasneje, vendar so bolj točne od meritev za zaščito. Namenjene so spremljanju obratovanja in statistiko. Običajno se obratovalne meritve spelje po komunikaciji v nadzorne centre.

V nadaljevanju so naštet posamezni moduli, vsak pokriva določeno skupino meritev:

4.1.5.5 Meritve za zaščito - osnovni harmonik (AC fundamental)



Slika 4.4: Funkcijski blok meritev za zaščito - osnovni harmonik

AC-P Fundamental

Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine osnovnega harmonika.
Frequency izhod (analogni)	Frekvenca osnovnega harmonika izbranega kanala.
Channel 1 amp izhod (analogni)	Amplituda 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 1 angle izhod (analogni)	Kot 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 amp izhod (analogni)	Amplituda 2. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 angle izhod (analogni)	Kot 2. kanala osnovnega harmonika.
...	...

4.1.5.6 Meritve za zaščito – višji harmoniki (AC harmonics H..)

AC-P Harmonics H2, H3, ...Hn

Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine n-tega harmonika.
Channel 1 amp izhod (analogni)	Amplituda 1. kanala n-tega harmonika.
Channel 2 amp izhod (analogni)	Amplituda 2. kanala n-tega harmonika.

4.1.5.7 Obratovalne meritve – osnovni harmonik (AC Fundamental Measurement)

AC-M Fundamental

Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine osnovnega harmonika.
Channel 1 amp izhod (analogni)	Amplituda 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 1 angle izhod (analogni)	Kot 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 amp izhod (analogni)	Amplituda 2. kanala osnovnega harmonika.

Channel 2 angle izhod (analogni)	Kot 2. kanala osnovnega harmonika.
...	...

4.1.5.8 Obratovalne meritve – efektivne vrednosti (AC RMS Measurement)

AC-M RMS	
Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine.
Channel 1 RMS izhod (analogni)	Efektivna amplituda 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 RMS izhod (analogni)	Efektivna amplituda 2. kanala osnovnega harmonika.
...	...

4.1.5.9 Obratovalne meritve – popačenje (AC THD Measurement)

AC-M THD	
Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine.
Channel 1 THD izhod (analogni)	Popačenje 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 THD izhod (analogni)	Popačenje 2. kanala osnovnega harmonika.
...	...

4.1.5.10 Obratovalne meritve – frekvence (AC Frequency Measurement)

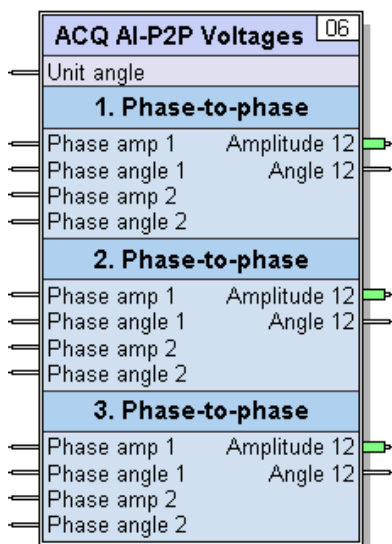
AC-M Frequency	
Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine.
Channel 1 freq izhod (analogni)	Frekvenca 1. kanala osnovnega harmonika.
Channel 2 freq izhod (analogni)	Frekvenca 2. kanala osnovnega harmonika.
...	...

4.1.5.11 Obratovalne meritve – višji harmoniki (AC Harmonics Measurement Ch..)

AC-M Harmonics Ch1...n	
Enable true, false	Omogočanje zajemanja skupine.
Amplitude h2 izhod (analogni)	Amplituda 2. harmonika kanala n.
Amplitude h3 izhod (analogni)	Amplituda 3. harmonika kanala n.
...	...

4.1.6 Izračun medfaznih napetosti (AC Phase-to-phase voltages)

Modul **ACQ AI-P2P** računa medfazne napetosti iz izmerjenih faznih napetosti. Medfazne napetosti so UL12, UL23 in UL31. Fazne napetosti povežemo preko vhodov **Phase amp..** in **Phase angle..** Modul izračuna do tri medfazne napetosti.



Slika 4.5: Funkcijski blok medfaznih napetosti

Na napravo je možno priključiti fazne ali medfazne napetosti. Priključitev nastavimo v parametru **Connection type**. V primeru medfazne priključitve, v napravi nimamo meritve faznih napetosti. Opis delovanja parametra **Connection Type**:

- **Phase** se iz dveh faz izračuna medfazno po formuli: $U_{12} = U_1 - U_2$
- **Phase-to-Phase** se za rezultat vpisuje vrednosti iz prve povezave: $U_{12} = U_1$

*Na primer: za izračun medfazne napetosti UL23, sta prva in druga fazna napetost UL2 in UL3. Izhoda sta dva: amplituda medfazne napetosti (**Amplitude 12**) in njen kot (**Phi 12**). Izračun je enako hiter kot zajem faznih napetosti (v modulu .ACQ AI-Prot)*

4.1.6.1 Tabela parametrov

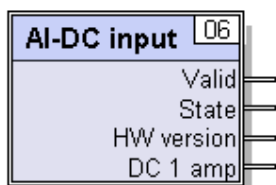
AC Phase-to-phase	
Connection Type Phase, Phase-to-phase	Tip priključitve naprave na napetostne vhode: - Phase – fazna priključitev, - Phase-to-phase – medfazna priključitev.
Unit angle konstantni vhod (analogni)	Vrednost enote kota 1°.

AC Phase-to-phase / Phase-to-phase...	
Phase amp 1 vhod (analogni)	Prva fazna napetost, amplituda.
Phase angle 1 vhod (analogni)	Prva fazna napetost, kot.
Phase amp 2 vhod (analogni)	Druga fazna napetost, amplituda.
Phase angle 2 vhod (analogni)	Druga fazna napetost, kot.
Amplitude 12 izhod (analogni)	Izračunana amplituda medfazne napetosti.

Phi 12 izhod (analogni)	Izračunan kot medfazne napetosti.
-----------------------------------	-----------------------------------

4.1.7 Zajem enosmerne napetosti ali toka (AI-DC input)

Na AI kartici je izveden en kanal namenjen zajemu enosmerne napetosti ali toka. Vrednosti zajamemo preko modula *AI-DC input*. Tip in območje enosmernega vhoda se nastavi fizično na AI kartici preko kratkospojnikov. Opis nastavitve kratkospojnikov se nahaja v *Servisnih navodilih* naprave.



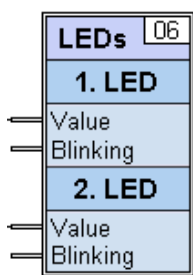
Slika 4.6: Funkcijski blok enosmerne napetosti ali toka

4.1.7.1 Tabela parametrov

AI-DC input	
Enable true, false	Omogočanje delovanja.
Zero dead band 0...10...10000	Najmanjša možna vrednost amplitude.
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice: 1 – Regularno delovanje kartice 0 – Zajem s te kartice ne deluje
State izhod (analogni)	Stanje kartice. 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami, potreben je servisni pregled.
HW version izhod (analogni)	Verzija strojne opreme.
DC 1 amp izhodni register (analogni ±)	Amplituda enosmernega kanala.

4.1.8 Krmiljenje LED diod (LEDs)

Naprava ima lahko do 8 LED diod, ki se nahajajo na matični procesorski kartici v napravi. Diodo krmilimo preko vhodov **Value**. Dioda lahko sveti ali utripa hitro ali počasi glede na prioriteto **Priority**.



Slika 4.7: Funkcijski blok LED diod

Podrobno delovanje je prikazano v spodnji tabeli (Tabela 4.4).

Tabela 4.4: Tabela stanj LED diode

Value	Blinking	Priority	LED stanje
0	0	x	Ne sveti
1	0	x	Sveti
x	1	Slow	Utripa počasi
x	1	Fast	Utripa hitro

4.1.8.1 Tabela parametrov

LEDs / LED...	
Enable true, false	Omogočanje delovanja LED diode.
Value vhod (digitalni)	Komanda, LED dioda naj: 1 – sveti 0 – ne sveti
Blinking vhod (digitalni)	Utripanje, LED dioda naj: 1 – utripa 0 – ne utripa
Priority Slow, Fast	Način utripanja: Slow – počasno utripanje Fast – hitro utripanje

4.1.9 Zajem analognih enosmernih vhodov (DCI card)

DCI kartica zajema analogne enosmerne napetosti in tokove. Vrednosti zajamemo preko modula *DCI card*. Tip in območje enosmernih vhodov se nastavi fizično na DCI kartici preko kratkospojnikov. Opis nastavitve kratkospojnikov se nahaja v *Servisnih navodilih* naprave.

4.1.9.1 Tabela parametrov

DCI card...	
Address 1...8	Fizični naslov kartice.
Valid izhod (digitalni)	Veljavnost podatkov kartice: 1 – Regularno delovanje kartice 0 – Zajem s te kartice ne deluje
State izhod (analogni)	Stanje kartice. 1 – Delovanje brez napak. 0, 2, 3... - zajem deluje z napakami, potreben je servisni pregled.
HW version izhod (analogni)	Verzija strojne opreme.

DCI card / DC ...	
Enable true, false	Omogočanje delovanja. ☒ – delovanje vhoda aktivno, ☐ – delovanje vhoda neaktivno.
Amplitude vhod (digitalni)	Vrednost na enosmernem vhodu.

4.1.10 FPGA DPRAM podatki (samo za diagnostiko)

Vzorci signalov se primarno obdelajo v FPGA vezju in vpišejo v registre DPRAM pomnilnika vezja FPGA. Gonilnik preko 16 bitnega vodila dostopa do DPRAM. Veljavne podatke vpiše na izhode modula.

Za namen testiranja in diagnostike lahko opazujemo grobe vrednosti direktno iz FPGA čipa. Nastavitev območja FPGA registrov, ki jih želimo opazovati nastavimo v sekciji **Common / DPRAM Data**. Nastavimo začetni register (**Data Block**) in število registrov (**Data count**), ki jih želimo opazovati. Maksimalno število registrov je 128. Podatki se zajemajo na izhode, ki se začnejo z registrom **Data Start** do zadnjega registra.

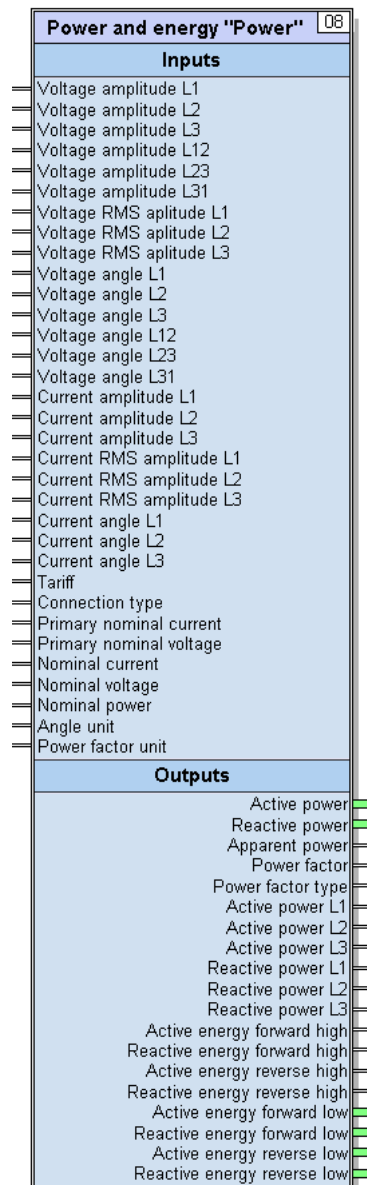
ACQ Common /	
Enable <i>true, false</i>	Omogočanje delovanja zajemanja grobih podatkov iz DPRAM-a..
Data Block <i>0000...FFFF</i>	Naslov prve želene pomnilniške lokacije v DPRAM (hex)
Data Count <i>1...10...128</i>	Željeno število lokacij.
Data Start <i>izhod (analogni)</i>	Izhod RT baze kamor naj se vpisujejo prebrane vrednosti.

4.2 Moč in energija (Power and energy)

Modul iz zajetih napetosti in tokov v različnih vezavah izračunava moč posameznih faz, skupno moč trifaznega sistema in energijo. Modul loči med induktivnim in kapacitivnim bremenom, visoko ali nizko tarifo in prejeto ali oddano energijo. Izračunane vrednosti so dosegljive na izhodih modula, od koder se jih lahko preko komunikacije posreduje v sistem vodenja.

Modul izračunava:

- Delovno moč osnovne frekvence posamezne faze ($3 \times P_x$)
- Jalovo moč osnovne frekvence posamezne faze ($3 \times Q_x$)
- Delovno moč osnovne frekvence trifaznega sistema (P)
- Jalovo moč osnovne frekvence trifaznega sistema (Q)
- Navidezno moč osnovne frekvence trifaznega sistema (S)
- RMS navidezna moč
- Faktor moči trifaznega sistema osnovne frekvence ($\cos\varphi, DPF$)
- RMS faktor moči trifaznega sistema (PF)
- Tip jalove moči bremena (kapacitivni ali induktivni)
- Delovno energijo osnovne frekvence (W_P)
- Jalovo energijo osnovne frekvence (W_Q)

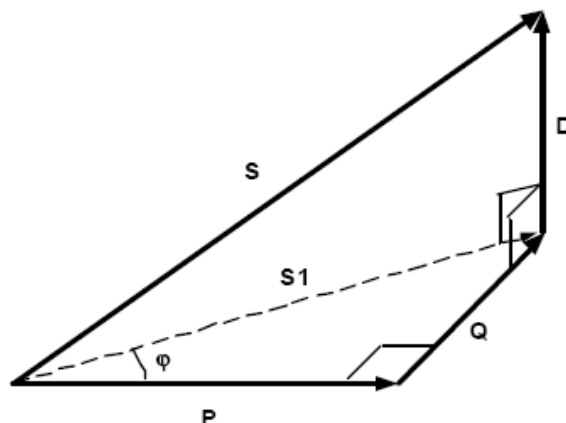


Slika 4.8: Funkcijski blok za izračun moči in energije

Modul izračunava moč in energijo iz amplitud osnovne frekvence omrežja in navidezno moč iz RMS vrednosti tokov in napetosti. Izračunavanje se izvaja v območju 0,05...20 nazivnega toka. Rezultati izračunov so v delcih.

4.2.1 Izračun moči

Nazivna moč trifaznega sistema je definirana s konstanto v delcih s parametrom **Nominal power**. Izbrana je glede na zahteve pri komunikaciji z nadrejenim sistemom in želenim območjem merjenja. Nazivna fazna moč je 1/3 nazivne skupne moči trifaznega sistema. Slika 4.9 kaže kazalčni diagram delovne, jalove in navidezne moči.



Slika 4.9: Relacija moči P, Q, D, S in S1

Moči posamezne faze zadostijo enačbam:

$$\vec{S} = \vec{U} \cdot \vec{I}^* = P + jQ$$

$$P_{L1} = U_{L1} \cdot I_{L1} \cdot \cos \varphi_{L1} \quad Q_{L1} = -U_{L1} \cdot I_{L1} \cdot \sin \varphi_{L1}$$

Skupna moč trifaznega sistema je vsota moči posameznih faz:

$$P = \sum_1^3 (P_{Li}) \quad Q = \sum_1^3 (Q_{Li})$$

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sum_1^3 (U_{Li} \cdot I_{Li}) = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{Q}{\sin \varphi}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} = \sum_1^3 (U_{RMS Li} \cdot I_{RMS Li})$$

Uporabljene oznake pomenijo:

Pdelovna moč osnovnega harmonika trifaznega sistema

Qjalova moč osnovnega harmonika trifaznega sistema

φkot med P in S_1

Dmoč višjih harmonikov trifaznega sistema

P_{L1}delovna moč osnovnega harmonika v fazi L1

Q_{L1}jalova moč osnovnega harmonika v fazi L1

S_1navidezna moč osnovnega harmonika trifaznega sistema

Snavidezna moč trifaznega sistema, vsi harmoniki

φ_{L1}kot med tokom in napetostjo faze L1

U_{L1}osnovni harmonik napetosti faze L1

U_{nL1}n-ti harmonik napetosti faze L1

U_{L1}osnovni harmonik napetosti faze L1

I_{L1}osnovni harmonik toka faze L1

$U_{RMS L1}$efektivna vrednost napetosti faze L1

$I_{RMS L1}$efektivna vrednost toka faze L1

4.2.2 Faktor moči

Faktor moči trifaznega sistema je razmerje med jalovo in navidezno močjo v sistemu. Lahko je pozitiven ali negativen, glede na smer skupne moči trifaznega sistema. Podana vrednost je normirana na parameter **Power factor unit**. Ločimo različne faktorje, glede na to kako upoštevamo višje harmonike.

$$DPF = \cos \varphi = \frac{P_1}{S_1}$$

$$PF = \frac{P_1}{S}$$

$$TPF = \frac{P}{S}$$

P_1 delovna moč osnovnega harmonika

P delovna moč, vsi harmoniki

S navidezna moč, vsi harmoniki

S_1 navidezna moč osnovnega harmonika

$\cos \varphi$ faktor moči osnovnega harmonika

DPF Displacement Power Factor, enako kot $\cos \varphi$

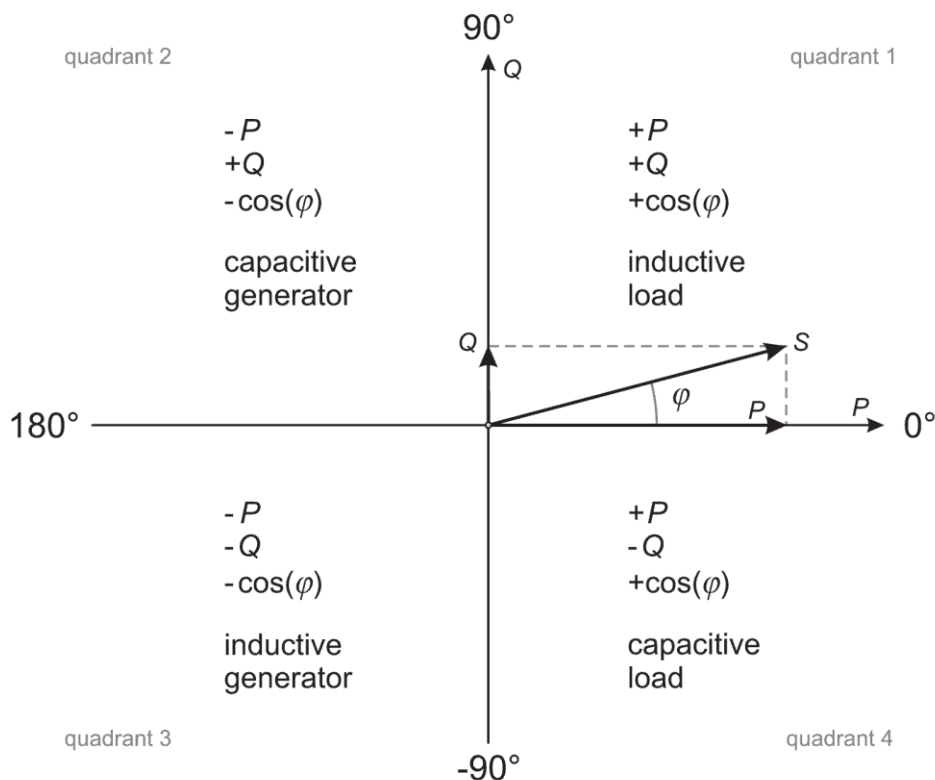
PF Power Factor, zanemarimo višje harmonike

TPF True Power Factor, upoštevamo vse harmonike

Tip jalove moči bremena na izhodu **Power factor type** se izračunava za trenutno točko v diagramu moči bremena v trifaznem sistemu. Tabela 4.5 prikazuje njegovo vrednost glede na značaj bremena.

Tabela 4.5: Tip faktorja moči glede na značaj bremena

Značaj bremena	Power factor type
Breme porablja jalovo moč, induktivni značaj	0
Breme proizvaja jalovo moč, kapacitivni značaj	1



Slika 4.10: Diagram moči bremena

4.2.3 Izračun energije

Energija se računa z integriranjem moči po času in zapisuje rezultate na ustrezna izhode **...energy...**. Število delcev, ki predstavlja 1 kWh energije določimo s parametrom **Energy factor**. Ko izhod za energijo doseže maksimalno vrednost 2³² zopet začne z 0.

Za izračun veljajo enačbe:

$$W_P = P \cdot t$$

$$W_Q = Q \cdot t$$

Uporabljene oznake pomenijo:

W_Pdelovna energija trifaznega sistema

W_Qjalova energija trifaznega sistema

tčasovno obdobje

Pdelovna moč osnovnega harmonika trifaznega sistema

Qjalova moč osnovnega harmonika trifaznega sistema

4.2.3.1 Smer energije

Modul integrira pretečeno energijo ločeno za prejeto ali oddano energijo, glede na predznak skupne delovne oz. jalove moči. Pozitivna moč pomeni oddano energijo, smer je imenovana **"forward"**. Negativna moč pomeni prejeto energijo, smer je imenovana **"reverse"**.

4.2.3.2 Tarifa merjenja energije

Tarifo merjenja energije določa vrednost na vhodu **Tariff**. Pri vrednosti 1 je tarifa visoka in se integrira v izhode **...high**, pri vrednosti 0 pa v izhode **...low**. Privzeto je vhod povezan še na permanentne registre v modulu **Retentive registers**, zato da si naprava zapomni zadnjo vrednost po ponovnem zagonu.

4.2.4 Priključitev analognih vhodov

Način merjenja se nastavi glede na fizično priključitev po eni od spodaj navedenih metod. Pri izračunu se uporabijo ustrezni tokovi ter fazne ali medfazne napetosti. V primeru nesimetričnih bremen je točno merjenje skupne moči trifaznega sistema mogoče le v primeru znanih faznih napetosti in tokov posameznih faz. Moči posameznih faz, za katere ni vhodnih podatkov, se ne izračunavajo.

Tabela 4.6: Načini merjenja moči glede na priključitev

Metoda	Priključ. napetosti	Priključ. tokov	Opomba
1	UL1, UL2, UL3	IL1, IL2, IL3	polna trifazna vezava
2	U12, U23, x	IL1, x, IL3	Aaronova vezava, $I_o = 0$
3	x, U23, U31	IL1, IL2, x	...
4	U12, x, U31	x, IL2, IL3	...
5	U12, x, x	x, x, IL3	varčna vezava
6	x, U23, x	IL1, x, x	...
7	x, x, U31	x, IL2, x	...
8	UL1, x, x	IL1, x, x	enofazna vezava
9	x, UL2, x	x, IL2, x	...
10	x, x, UL3	x, x, IL3	...

Moči po fazah **Active power L1 / ...2 / ...3**, **Reactive power L1 / ...2 / ...3**, se računajo le pri metodi 1. Pri metodah 1, 8, 9 in 10 se navidezna moč in faktor moči izračunata iz RMS vrednosti tokov in napetosti, če so te na voljo tj. povezane, drugače pa iz vrednosti osnovnega harmonika.

Način povezave določa vhod **Connection type**, ki ga pripeljemo iz modula *Power system settings*. Če vhod ni povezan, se privzeto uporablja metoda 1. V primeru, da ima **Connection type** napačno vrednost, modul ne izvaja računanja.

4.2.5 Tabela vhodov, izhodov in parametrov

Settings	
Energy factor 0,01...1,00...1000,00 kWh/pulse	Konstanta števca energije.

Inputs	
Tariff vhod (digitalni)	Izbira tarife: 0 – Nizka tarifa 1 – Visoka tarifa
Voltage amplitude L1...L3 vhod (analogni)	Amplituda napetosti osnovnega harmonika faze Ln.
Voltage amplitude L12...L31 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti faze osnovnega harmonika Lnn.
Voltage RMS amplitude L1...L3 vhod (analogni)	RMS amplituda napetosti faze Ln.
Voltage angle L1...L3 vhod (analogni)	Kot napetosti osnovnega harmonika faze Ln.
Voltage angle L12...L31 vhod (analogni)	Kot medfazne napetosti osnovnega harmonika faze Lnn.
Current amplitude L1...L3 vhod (analogni)	Amplituda toka osnovnega harmonika faze Ln.

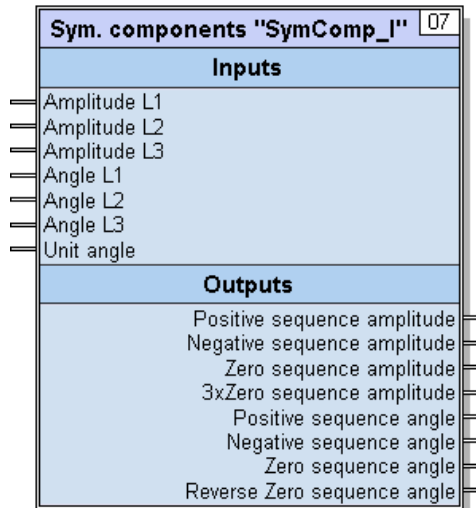
Current RMS amplitude L1...L3 vhod (analogni)	RMS amplituda toka faze Ln.
Current angle L1...L3 vhod (analogni)	Kot toka osnovnega harmonika faze Ln.
Connection type konstantni vhod (analogni)	Tip povezave tokov in napetosti na priključne sponke naprave.
Primary nominal current konstantni vhod (analogni)	Primarni nazivni tok. 1 A = 10 delcev.
Primary nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Primarna nazivna napetost. 1 kV = 10 delcev.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok v delcih.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost v delcih.
Nominal power konstantni vhod (analogni)	Nazivna moč v delcih.
Angle unit konstantni vhod (analogni)	Vrednost enote kota 1° v delcih
Power factor unit konstantni vhod (analogni)	Vrednost faktorja moči 1 v delcih.

Outputs

Active power izhod (analogni)	Delovna moč trifaznega sistema (osnovni harmonik)
Reactive power izhod (analogni)	Jalova moč trifaznega sistema (osnovni harmonik)
Apparent power izhod (analogni)	Navidezna moč trifaznega sistema
Power factor izhod (analogni)	Faktor moči trifaznega sistema
Power factor type izhod (digitalni)	Tip bremena: 0 – induktivni 1 – kapacitivni
Active power L1...L3 izhod (analogni)	Delovna moč v fazi Ln (osnovni harmonik).
Reactive power L1...L3 izhod (analogni)	Jalova moč v fazi Ln (osnovni harmonik).
Active energy forward high števec (analogni)	Izračun energije: delovna, oddana, visoka tarifa
Reactive energy forward high števec (analogni)	Izračun energije: jalova, oddana, visoka tarifa
Active energy reverse high števec (analogni)	Izračun energije: delovna, prejeta, visoka tarifa
Reactive energy reverse high števec (analogni)	Izračun energije: jalova, prejeta, visoka tarifa
Active energy forward low števec (analogni)	Izračun energije: delovna, oddana, nizka tarifa
Reactive energy forward low števec (analogni)	Izračun energije: jalova, oddana, nizka tarifa
Active energy reverse low števec (analogni)	Izračun energije: delovna, prejeta, nizka tarifa
Reactive energy reverse low števec (analogni)	Izračun energije: jalova, prejeta, nizka tarifa

4.3 Simetrične komponente (Symmetrical components)

Vsak rotirajoč električni trifazni sistem se lahko razdeli po metodi simetričnih komponent v tri simetrične sisteme, sistem pozitivnega zaporedja, sistem negativnega zaporedja in sistem ničelnega zaporedja. To velja tako za tokove kot za napetosti.



Slika 4.11: Modul za izračun simetričnih komponent

4.3.1 Izračun simetričnih komponent

Simetrične komponente trifaznega sistema se izračunavajo po enačbi:

$$\begin{bmatrix} \vec{I}_0 \\ \vec{I}_1 \\ \vec{I}_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \vec{I}_{L1} \\ \vec{I}_{L2} \\ \vec{I}_{L3} \end{bmatrix}$$

kjer so:

a rotacija za $+120^\circ$

I_0 komponenta ničelnega zaporedja

I_1 komponenta pozitivnega zaporedja

I_2 komponenta negativnega zaporedja

I_{L1} 1. faza

I_{L2} 2. faza

I_{L3} 3. faza

Enačbe so podane za tokove, enake veljajo tudi za napetosti. Za izračun vseh simetričnih komponent se uporabljata dva modula. Eden za tokove in eden za napetosti.

Algoritem računa amplitude in kote simetričnih komponent vsak real-time cikel. Za ničelno zaporedje poleg kota ničelne komponente **Zero sequence angle** izračunava še za 180° glede na **Zero sequence angle** zasukan kot **Reverse Zero sequence angle**.

Poleg simetričnih komponent modul izračuna še amplitudo **3xZero sequence amplitude**. Ta se uporablja za izračun residualne komponente treh faz I_E , ki ima amplitudo **3xZero sequence amplitude** in kot **Reverse Zero sequence angle** ter U_E , ki ima amplitudo **3xZero sequence amplitude** in kot **Zero sequence angle**. Pri definicijah so upoštevane sledeče enačbe:

$$\vec{I}_{L1} + \vec{I}_{L2} + \vec{I}_{L3} + \vec{I}_E = 0$$

$$\vec{I}_E = -(\vec{I}_{L1} + \vec{I}_{L2} + \vec{I}_{L3})$$

$$\vec{I}_E = -3\vec{I}_0$$

$$\vec{U}_E = (\vec{U}_{L1} + \vec{U}_{L2} + \vec{U}_{L3})$$

$$\vec{U}_E = 3\vec{U}_0$$

kjer sta:

I_E residualna komponenta toka

U_E residualna komponenta napetosti

4.3.2 Parametri modula

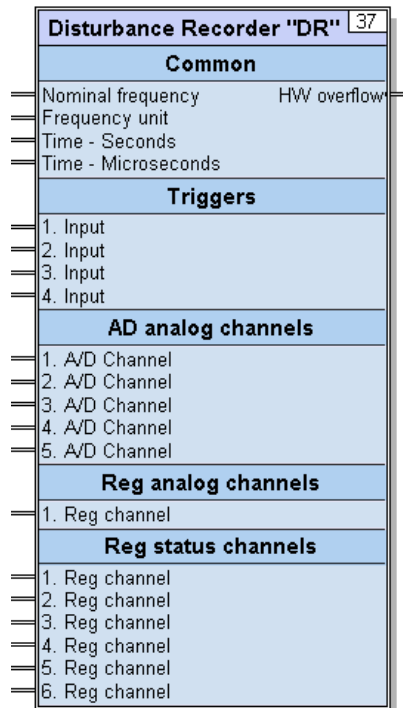
\ Inputs \	
Amplitude L1 vhod (analogni +)	Amplituda faze L1
Amplitude L2 vhod (analogni +)	Amplituda faze L2
Amplitude L3 vhod (analogni +)	Amplituda faze L3
Angle L1 vhod (analogni ±)	Kot faze L1
Angle L2 vhod (analogni ±)	Kot faze L2
Angle L3 vhod (analogni ±)	Kot faze L3
Unit angle konstantni vhod (analogni +)	Kot 1° v delcih.

\ Outputs \	
Positive sequence amplitude izhod (analogni +)	amplituda pozitivnega zaporedja
Negative sequence amplitude izhod (analogni +)	amplituda negativnega zaporedja
Zero sequence amplitude izhod (analogni +)	amplituda ničelnega zaporedja
3xZero sequence amplitude izhod (analogni +)	Trikratna amplituda ničelnega zaporedja
Positive sequence angle izhod (analogni ±)	kot pozitivnega zaporedja
Negative sequence angle izhod (analogni ±)	kot negativnega zaporedja
Zero sequence angle izhod (analogni ±)	kot ničelnega zaporedja
Reverse Zero sequence angle izhod (analogni ±)	kot ničelnega zaporedja + 180°

4.4 Oscilografija (Disturbance recorder)

Oscilografija pomeni časovno snemanje nekega dogodka, običajno okvar, kratkih stikov. Zajemajo se lahko vsi analogni in digitalni vhodi v napravo, interni signali ali digitalni izhodi, ki se med delovanjem stalno beležijo v pomnilnik. Izbrani prožilec sproži snemanje posnetka, ki se najprej shrani na medpomnilnik v napravi, nato pa na interni datotečni sistem flash pomnilnika naprave. Od tega trenutka dalje so podatki na voljo nadrejenemu sistemu, ki jih lahko prebere in zapiše na disk za kasnejšo obdelavo. Naprava lahko oscilografske posnetke samodejno pošlje na nastavljen FTP strežnik. Oscilografski posnetki imajo obliko COMTRADE, 1999.

Zajemajo se lahko vsi analogni vhodi v napravo ter analogni izhodi modulov, skupaj do 64 analognih kanalov. Največje število digitalnih informacij, ki se jih lahko zajema je 64.



Slika 4.12: Funkcijski blok oscilografije

4.4.1 Opis delovanja

4.4.1.1 Prožilci

Prožilec posnetka sproži snemanje posnetka in je lahko katerikoli digitalni signal. Prožilcev je lahko več (**Triggers...**) in med seboj so enakovredni. Če pride več prožilcev istočasno, se upošteva prvega po nastavitvah. Ime prožilca, ki sproži posnetek se zapiše v ime posnetka.

4.4.1.2 Omejitve in prekoračitev prostora

Naprava ima svoje fizične omejitve glede količine pomnilnika in prostora na datotečnem sistemu. Če zmanjka prostora pri zajemanju vzorcev na enem ali več kanalih, bo naprava posnela podatke v okviru svojih zmogljivosti. Če pri zapisovanju posnetka zmanjka prostora, se upošteva pravilo **Overflow case**:

- **Delete last** - brišejo se zadnji, najnovejši posnetki
- **Delete first** - brišejo se prvi, najstarejši posnetki

4.4.1.3 Zajemanje veličin, kanali

Veličine, ki jih lahko zajamemo pri snemanju so analogni kanali zajemalne kartice ter signali modulov. Izbiramo lahko med analognimi kanali iz zajemalnih kartic (**A/D analog...**) ter analognimi in digitalnimi signali modulov (**Reg...**). Posnetku določimo kanale (**...channel**), ki jih posnetek zajema.

Frekvenca vzorčenja se nastavi iz parametra **Sample rate** in se zaokroži na najbližjo možno frekvenco, ki jo podpira strojna oprema in CPU procesor. V primeru, da strojna oprema ne zmore snemati zahtevnih posnetkov ali parametri presegajo njene zmožnosti, se v sistemskem dnevniku izpiše sporočilo "**Warning**". Naprava bo posnela podatke v okviru svojih zmogljivosti.

4.4.2 Zapis posnetkov v datoteke Comtrade

Po proženju se posnetki zapišejo na datotečni sistem v datoteko tipa Comtrade, 1999. Ime datoteke (**File name**) se opremi še z datumom, uro ter podatki o vsebini. Dokler posnetek ni posnet v celoti, ima ime datoteke na koncu končnico .part. Zapišeta se dve datoteki za vsak posnetek: konfiguracijska (.cfg) in podatkovna (.dat).

Ime je sestavljeno iz več delov, med seboj ločenih s pikami:

koren.yyyy-mm-dd.hh-mm-ss.mss.prožilec

Tabela 4.7: Obrazložitev delov v imenu posnetka

Del imena	Opis
koren	Začetek, koren imena datoteke, ki ga nastavimo v nastavitvah (File name)
yyyy-mm-dd	Datum proženja posnetka.
hh-mm-ss	Ura proženja posnetka.
mss	Milisekunda proženja posnetka v formatu 000.
prožilec	Ime prožilca, ki je sprožil snemanje. (Trigger / Identifier)

4.4.3 Avtomatski FTP prenos

Ko se na datotečnem sistemu zapiše Comtrade posnetek, se lahko samodejno pošlje na FTP strežnik. Samodejno pošiljanje vklopimo s parametrom **Enable FTP upload**. Za pravilno delovanje moramo nastaviti tudi naslov, vrata strežnika, uporabniško ime in geslo s parametri **FTP server**, **FTP port**, **FTP username** in **FTP password**. Po prenosu datotek, naprava preveri ali je bila vsaka datoteka res uspešno poslana, če ni naprava poskuša ponovno vsakih 5 minut.

4.4.4 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

Enabled true, false	Omogočanje delovanja modula.
Station name tekst 0...64 znakov	Ime postaje glede na Comtrade standard
Device ID tekst 0...64 znakov	Ime ali oznaka naprave glede na Comtrade standard
Data file format ASCII	Oblika podatkovne datoteke glede na Comtrade standard
Overflow case Delete_first, Delete_last	Scenarij, ko zmanjka prostora: <i>Delete_first</i> – brišejo se prvi, najstarejši vzorci/posnetki <i>Delete_last</i> – brišejo se zadnji, najnovejši vzorci/posnetki
File name maks. 31 znakov	Koren imena datoteke, kamor se zapisujejo posnetki.
Pre rate 0...400...4000 ms	Časovni delež posnetka pred dogodkom. Nastavitev mora biti manjša od Duration .
Duration 100...2000...9000 ms	Dolžina posnetka.
Enable FTP upload true, false	Omogočanje delovanja pošiljanja posnetkov na FTP strežnik

FTP server tekst	IP ali naslov FTP strežnika, kamor se pošiljajo Comtrade posnetki.
FTP username tekst	Uporabniško ime FTP strežnika
FTP password tekst	Geslo FTP strežnika
FTP port 1...21...65535	Vrata FTP strežnika
HW overflow izhod (digitalni)	Prišlo je do prekoračitve prostora na pomnilniku strojne opreme (npr. FPGA), posnetek je izgubljen. Dogodek 5 sek.
Nominal frequency konstant (analogni)	Nazivna frekvenca.
Frequency unit konstant (analogni)	Vrednost enote frekvence.
Sample rate 8...32...256 spp	Frekvenca vzorčenja pri snemanju A/D analognega kanala, število vzorcev na periodo, samples per periode, <i>spp</i>
Status channel buffer size 100...1000	Velikost krožnega pomnilnika za posnetke digitalnih signalov. Vrednost pomeni maksimalno število sprememb signala, ki jih lahko zajamemo v enem posnetku.
Time – Seconds vhod (analogni)	Sistemske čas sekunde.
Time – Microseconds vhod (analogni)	Sistemske čas mikrosekunde.

\ Triggers \ Trigger 1..32

Input vhod (digitalni)	Prožilec snemanja posnetka. Proženje se izvede ob prehodu "up", 0->1.
Identifier tekst 1...64 znakov	Ime prožilca

\ A/D analog channel 0...64

A/D Channel vhod	Povezava na amplitudo kanala zajemalne kartice <i>AI</i> modula.
Channel identifier tekst 0...64 znakov	Ime kanala... <i>ch_id</i>
Unit tekst 1...32 znakov	oznaka enote merilne veličine, <i>uu</i>
Multiplier decimalno število	amplitudni multiplikator, <i>a</i>
Offset decimalno število	amplitudni zamik, <i>b</i>
Skew decimalno število	časovni zamik, <i>skew</i>
Primary decimalno število	Primarna nazivna vrednost veličine, <i>primary</i>
Secondary decimalno število	Sekundarna nazivna vrednost veličine, <i>secondary</i>
PS P, S	Tip skaliranja podatkov, <i>PS</i> : <i>P</i> – primarna <i>S</i> – sekundarna

\ Reg analog channel 0...64

Reg channel vhod (analogni)	Povezava na analogni signal, ki bo v posnetku.
---------------------------------------	--

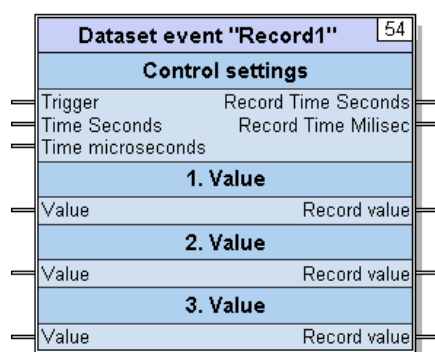
Channel identifier tekst 0...64 znakov	Ime kanala, <i>ch_id</i>
Unit tekst 1...32 znakov	oznaka enote merilne veličine, <i>uu</i>
Multiplier decimalno število	amplitudni multiplikator, <i>a</i>
Offset decimalno število	amplitudni zamik, <i>b</i>
Skew decimalno število	časovni zamik, <i>skew</i>
Primary decimalno število	Primarna nazivna vrednost veličine, <i>primary</i>
Secondary decimalno število	Sekundarna nazivna vrednost veličine, <i>secondary</i>
PS <i>P, S</i>	Tip skaliranja podatkov, <i>PS</i> : <i>P</i> – primarna <i>S</i> – sekundarna

I Reg status channel 0...64

Reg channel vhod (digitalni)	Povezava statusni digitalni signal, ki bo v posnetku. Vrednost je lahko le 0 ali 1.
Channel identifier tekst 0...64 znakov	Ime kanala, <i>ch_id</i>
Normal state 0, 1	normalno stanje digitalnega signala (COMTRADE standard)

4.5 Posnetek dogodka (Dataset event)

Modul **Dataset event** je namenjen zapisu (posnetku) vrednosti analognih ali digitalnih veličin v trenutku nekega dogodka, kot je na primer proženje zaščite. Opazovanih veličin je lahko več in jih prosto dodajamo na vhode modula s parametracijo. Modul si zabeleži le zadnji dogodek, vsak novi dogodek prepíše prejšnje vrednosti z novimi.



Slika 4.13: Slika modula v PSM uporabniškem vmesniku

4.5.1 Opis delovanja

Signal za proženje posnetka je na vhodu **Trigger**. V trenutku proženja, se vrednosti iz vhodov **Value** zapišejo na izhode **Recorded Value**, za vsako opazovano veličino posebej. Ravno tako se zapiše čas proženja na izhoda **Record Time – Seconds** in **Record Time – Milisec**. Te vrednosti lahko nato pošljemo naprej po komunikaciji, kot analogni dogodek, tako da jih povežemo na enega izmed komunikacijskih protokolov.

4.5.2 Parametri, vhodi in izhodi

\ Control settings \

Trigger vhod (digitalni)	Proženje posnetka.
Time - Seconds vhod (analogni)	Sistemiški čas sekunde.
Time – Microseconds vhod (analogni)	Sistemiški čas mikrosekunde.
Record Time - Seconds izhod (analogni)	Čas zadnjega prožilca, sekunde.
Record Time – Milisec. izhod (analogni)	Čas zadnjega prožilca, milisekunde.

\ Value 1 ... 100\

Value vhod (poljubno)	Tekoča vrednost opazovane veličine.
Record value izhod (poljubno)	Vrednost zadnje posnete opazovane veličine.

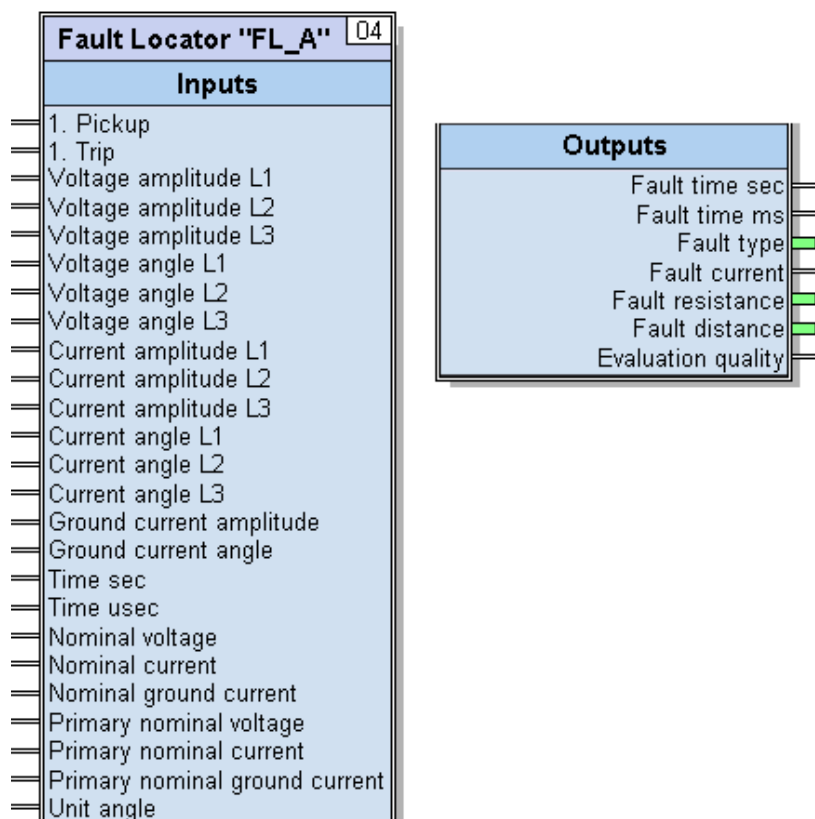
4.6 Lokator okvare (Fault Locator)

Glavni cilj zaščitnih in merilnih naprav (relejev) na vodih je hitro, selektivno in zanesljivo delovanje ob napakah na zaščitenem delu voda. Poleg osnovnih funkcij, naprava vsebuje tudi lokator okvare. Glavna prednost naprave, ki ima vgrajen lokator okvare, je neodvisnost od centra vodenja ter komunikacijskih poti pri izračunu lokacije, saj se izračun izvede na napravi sami. S tem dosežemo še večjo stopnjo zanesljivosti delovanja elektroenergetskega sistema.

Lokator okvare omogoča:

- beleženje trenutka okvare,
- izračun tipa okvare,
- izračun razdalje do okvare,
- izračun upornosti okvare,
- izračun amplitude tokov okvare in
- ocena kakovosti izračunov.

Funkcija lokatorja okvare je ločena od zaščitnih funkcij in se izvrši, ko se delovanje funkcije zaščite konča. Ima neodvisni pomnilnik za izmerjene vrednosti tokov in napetosti ter lastne filtrirne algoritme. Edina informacija, ki jo dobi od zaščitne funkcije, sta startna signala (**Pickup** in **Trip**).



Slika 4.14: Funkcijski blok lokatorja okvare

4.6.1 Opis delovanja

Ob nastopu okvare, modul analizira vrednosti tokov in napetosti pred okvaro ter med okvaro. Na osnovi parametrov voda po posebnem algoritmu izračuna lokacijo okvare v kilometrih.

Izračun lokacije se sproži le če pride do okvare na vodu, ki povzroči izklop (*Trip*). Pogoji za proženje sta torej, da se postavita oba vhoda **Pickup** in **Trip**. Če pride le do detekcije okvare, brez izklopa, se lokacija privzeto ne bo izračunala. Vseeno pa imamo možnost nastaviti, da se lokacija izračuna tudi pri detekciji brez izklopa - na vhoda **Pickup** in **Trip** povežemo **Pickup** signal iz zaščite.

Algoritem izračuna lokacijo okvare v primeru ko okvara nastane na vodu v obratovanju in tudi, če vklopimo vod v okvaro. V slednjem primeru bo rezultat slabše kakovosti (manj točen), saj algoritem . Točnost algoritma je odvisna tudi od točnosti parametrov voda, predvsem pri zemeljskostičnih okvarah, saj je teh največ in tokovi, ki tečejo pri teh okvarah so majhni. Za uspešen izračun mora okvara trajati vsaj eno periodo (20 ms). Kakovost izračuna dobimo na izhodu **Evaluation quality**.

Če se izračun lokacije okvare zaradi preslabih vhodnih podatkov ne more izvesti so vrednost kakovosti izračuna, razdalja do okvare in rezistanca okvare enake 0. Ostali izhodi se izračunajo normalno.

4.6.2 Detekcija tipa okvare

Lokator okvare ugotovi tip okvare in faze, ki so v okvari, glede na povečanje tokov in zmanjšanje napetosti. Glede na ugotovljeni tip se na izhodu Fault type, pojavi ustrezna vrednost, po spodnji tabli.

Tabela 4.8: Različni tipi okvar "**Fault type**"

Vrsta okvare	Številka okvare	Opis
L1-E	11	Enopolni zemeljski stik v fazi L1
L2-E	12	Enopolni zemeljski stik v fazi L2
L3-E	13	Enopolni zemeljski stik v fazi L3

L1-L2	21	Dvopolni stik med fazana L1 in L2
L2-L3	22	Dvopolni stik med fazana L2 in L3
L3-L1	23	Dvopolni stik med fazana L3 in L1
L1-L2-E	31	Dvopolni stik z dotikom zemlje med fazana L1 in L2
L2-L3-E	32	Dvopolni stik z dotikom zemlje med fazana L2 in L3
L3-L1-E	33	Dvopolni stik z dotikom zemlje med fazana L3 in L1
L1-L2-L3	41	Tripolni stik

4.6.3 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

Control settings	
Line resistance R1 0,00...0,10...10,00 ohm/km	Primarna rezistanca pozitivne komponente voda, ohm/km.
Line inductance X1 0,00...0,40...10,00 ohm/km	Primarna reaktanca pozitivne komponente voda, ohm/km.
Ground resistance RE 0,00...0,10...10,00 ohm/km	Primarna rezistanca ničelne komponente voda, ohm/km.
Ground inductance XE 0,00...0,40...10,00 ohm/km	Primarna reaktanca ničelne komponente voda, ohm/km.

Inputs	
Pickup 1..10 vhod (digitalni)	Prožilec nastopa okvare.
Trip 1..10 vhod (digitalni)	Potrditev izklopa okvare.
Voltage amplitude L1 vhod (analogni)	Amplituda napetosti osnovnega harmonika faze L1.
Voltage amplitude L2 vhod (analogni)	Amplituda napetosti osnovnega harmonika faze L2.
Voltage amplitude L3 vhod (analogni)	Amplituda napetosti osnovnega harmonika faze L3.
Voltage angle L1 vhod (analogni)	Kot napetosti osnovnega harmonika faze L1.
Voltage angle L2 vhod (analogni)	Kot napetosti osnovnega harmonika faze L2.
Voltage angle L3 vhod (analogni)	Kot napetosti osnovnega harmonika faze L3.
Current amplitude L1 vhod (analogni)	Amplituda toka osnovnega harmonika faze L1.
Current amplitude L2 vhod (analogni)	Amplituda toka osnovnega harmonika faze L2.
Current amplitude L3 vhod (analogni)	Amplituda toka osnovnega harmonika faze L3.
Current angle L1 vhod (analogni)	Kot toka osnovnega harmonika faze L1.
Current angle L2 vhod (analogni)	Kot toka osnovnega harmonika faze L2.

Current angle L3 vhod (analogni)	Kot toka osnovnega harmonika faze L3.
Ground current amplitude vhod (analogni)	Amplituda zemeljskega toka osnovnega harmonika.
Ground current angle vhod (analogni)	Kot zemeljskega toka osnovnega harmonika.
Time sec vhod (analogni)	Čas na napravi v sekundah, Unix format.
Time usec vhod (analogni)	Decimalni del časa na napravi v mikrosekundah.
Nominal voltage konstanta (analogna)	Število delcev pri nazivni medfazni napetosti celice.
Nominal current konstanta (analogna)	Število delcev pri nazivnem faznem toku celice.
Nominal ground current konstanta (analogna)	Število delcev pri nazivnem zemeljskostičnem toku celice.
Primary nominal voltage konstanta (analogni)	Nazivna primarna medfazna napetost, 1 kV = 10 delcev, Un.
Primary nominal current konstanta (analogni)	Nazivni primarni fazni tok, 1 A = 10 delcev, In.
Primary nominal ground current konstanta (analogni)	Nazivni primarni fazni tok, 1 A = 10 delcev, Ien.
Unit angle konstantna (analogni)	Število delcev enote kota 1°.

Outputs

Fault time, sec izhod (analogni)	Čas okvare, Unix format.
Fault time, us izhod (analogni)	Čas okvare, mikrosekunde.
Fault type izhod (analogni)	Tip okvare: glej tabelo v poglavju "Detekcija tipa okvare" (prva detektirana okvara).
Fault current izhod (analogni)	Maksimalni tok okvare.
Fault resistance izhod (analogni)	Rezistanca okvare, 1 Ohm = 10 delcev, (prva detektirana okvara)
Fault distance izhod (analogni)	Razdalja do okvare, 1 km = 10 delcev
Evaluation quality izhod (analogni)	Zanesljivost izračuna, 0 - slaba, 10 - odlična

5 Zaščitne funkcije

Osnovni namen zaščitnih funkcij je zaščita elektroenergetskega sistema v primeru havarijskih stanj, kot so kratki ali visoko-impedančni stiki, upad napetosti, padec frekvence in podobno. V tem primeru mora zaščita hitro in selektivno izločiti okvarjeni del omrežja iz obratovanja.

Glede na meritve analognih vhodov zaščitne funkcije delujejo neodvisno ena od druge.

Zaščitne funkcije lahko nastavljamo lokalno preko PC-ja z naloženim SW orodjem *PSM (Power System Manager)* ali preko lokalnega LDU panela. Nastavljanje preko PSM omogoča daljinsko parametriranje tudi iz višjih nivojev vodenja. Vsaka zaščitna funkcija oziroma zaščitni modul ima definirane svoje vhodne in izhodne digitalne in analogne signale, ki jih lahko poljubno povezujemo na druge funkcionalne module z orodjem *PSM*.

V teh poglavjih je predstavljeno delovanje in nastavljanje posameznih zaščit v napravi. V ta namen je pri opisih funkcij podana tudi struktura konfiguriranja in parametriranja posameznih funkcij, ki jih uporabljamo preko *PSM-a*.

5.1 Nadtokovna zaščita (I>)

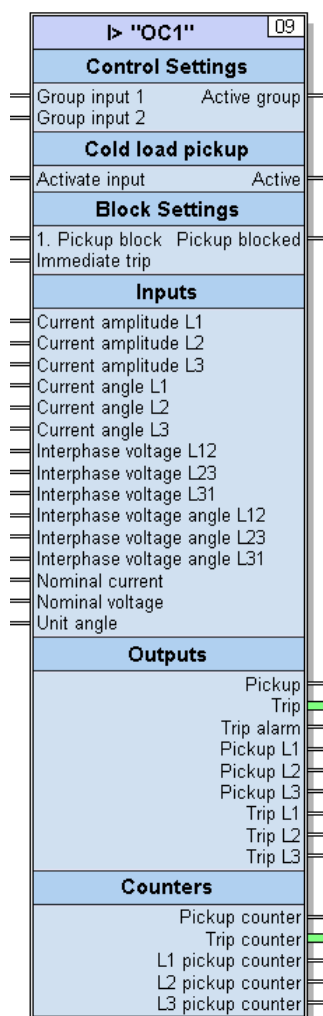
Nadtokovna zaščita je ena osnovnih funkcij zaščitnega releja, ki ščiti odvod ali druge elemente elektroenergetskega sistema pred prevelikim tokom v primeru okvar. Okvara je torej prevelika amplituda toka v katerikoli fazi. V napravi lahko hkrati teče več nadtokovnih zaščit z različnimi nastavitvami, ki so lahko vključene v delovanje neodvisno ena od druge. Običajno so pri nadtokovni zaščiti konfigurirane tri zaščitne stopnje.

Ločene zaščitne stopnje nadtokovne zaščite so namenjene za vse možne primere okvar, ki se lahko zgodijo na vodu ali drugih elementih EE sistema, torej enofazni, dvofazni, dvojni in trifazni kratek stik. Smerni pogoj in časovna karakteristika se lahko uporabi za vsako stopnjo nadtokovne zaščite posebej.

Modul nadtokovne zaščite zajema meritve faznih tokov (I_{L1} , I_{L2} in I_{L3}) preko modula *ACQ*, ki skrbi za zajem tokov, napetosti in digitalnih vhodov. Tokovi se zajemajo preko ločenih zaščitnih tokovnih transformatorjev (v različnih variantah, na primer: 1A ali 5A). V primeru smernega delovanja pa rabi zaščita za točen izračun faznega kota med napetostjo in tokom tudi meritev vseh faznih napetosti (U_{L1} , U_{L2} in U_{L3}), ki jih modul *ACQ* zajema prek štirih ločenih merilnih faznih napetostnih transformatorjev (na primer: 100/3, 110/3).

Na nadtokovno zaščito lahko vpliva več vrst blokad tako zunanega izvora kot tudi zaradi notranjih statusov. Nadtokovna zaščita ima v ta namen do 10 digitalnih vhodov. Katerikoli zunanji digitalni vhod je lahko uporabljen za blokado nadtokovne zaščite. Blokadni signal lahko pripeljemo tudi preko logične funkcije in aritmetike. Zunanji ali notranji signal je lahko uporabljen na primer kot rezultat zapahovanja (interlocking), preverjanje prisotnosti napetosti na vodu, preverjanje sinhronizma (synchronity check), preverjanje vzmeti odklopnika itn. V primeru delovanja blokade se pojavi alarm **Pickup blocked**.

Nadtokovna zaščita lahko le signalizira delovanje, na izklop pa ne vpliva z nastavitvijo parametra **Alarm Only = true**.



Slika 5.1: Funkcijski blok trifazne nadtokovne zaščite

5.1.1 Trifazna nadtokovna zaščita

Trifazna nadtokovna zaščita je namenjena odkrivanju medfaznih okvar na srednenapetostnem vodu ali drugih elementih EE sistema. Ker je tak vod lahko razvejan ali vsebuje posamezne odcepe, je potrebno zagotoviti selektivnost izklopa. Selektivnost se doseže s usklajitvijo časovnih zakasnitev izklopov. V ta namen je možno izbirati med tokovno odvisnimi časovnimi inverznimi karakteristikami (IDMT) in med neodvisno zakasnitvijo (opciji *Definite time* ali *Instantaneous*). Vse nastavitve veljajo za vse tri faze.

5.1.2 Nesmerna nadtokovna zaščita

Nesmerna nadtokovna zaščita se uporablja predvsem v radialnih omrežjih. Analogna meritev in numerični izračun zaščitnih funkcij se izvajata neodvisno po posameznih fazah. Zaščito nastavimo v način nesmerne delovanja s parametrom **Directional mode** = *Off*.

Čas resetiranja zaščite **Drop-out delay** se običajno uporablja v primeru uporabe zelo dolgih časovno zakasnenih karakteristik in prepreči resetiranje nadtokovne zaščite, če okvarni tok v času delovanja zaščite pade pod nastavljeno vrednost za kratek čas.

Če želimo delovanje zaščite nastaviti na neodvisno časovno nastavitve, nastavimo **Operate mode** na *Definite time* ter nastavimo vrednost v parametru **Trip delay**.

Časovno zakasnitev delovanja zaščite lahko izklopimo trajno **Operate mode** = *Instantaneous*, tako da se Trip postavi takoj, ko pride do detekcije okvare. Lahko pa časovno zakasnitev izklopimo tudi dinamično preko vhoda **Immediate trip**.

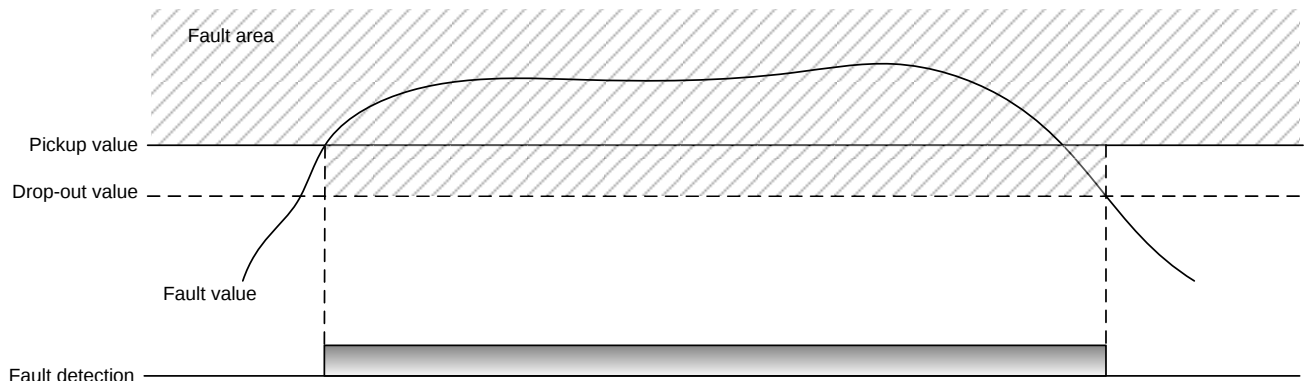
Primer: Dinamična funkcija takojšnjega izklopa (Immediate trip) je uporabna v povezavi s funkcijo avtomatskega ponovnega vklopa (APV) za odpravo hitrih prehodnih okvar (atmosferske razelektritve – strele in podobno). Zavedati se je potrebno, da je delovanje nadtokovne zaščite pod takimi pogoji neselektivno.

5.1.3 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out histerezi** 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.2: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.1.3.1 Signal Pickup

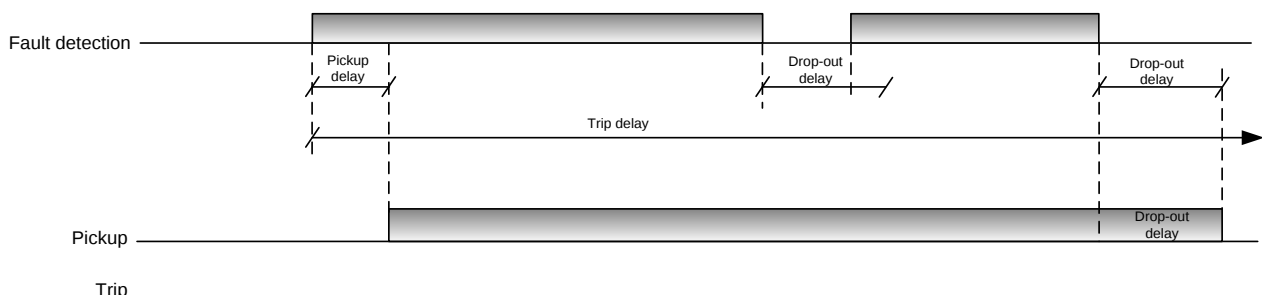
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

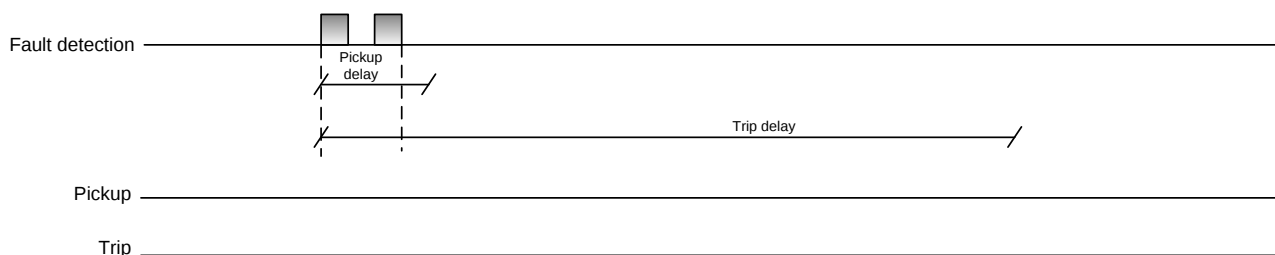
- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.



Slika 5.3: Signal **Pickup**

Slika 5.4: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.1.3.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

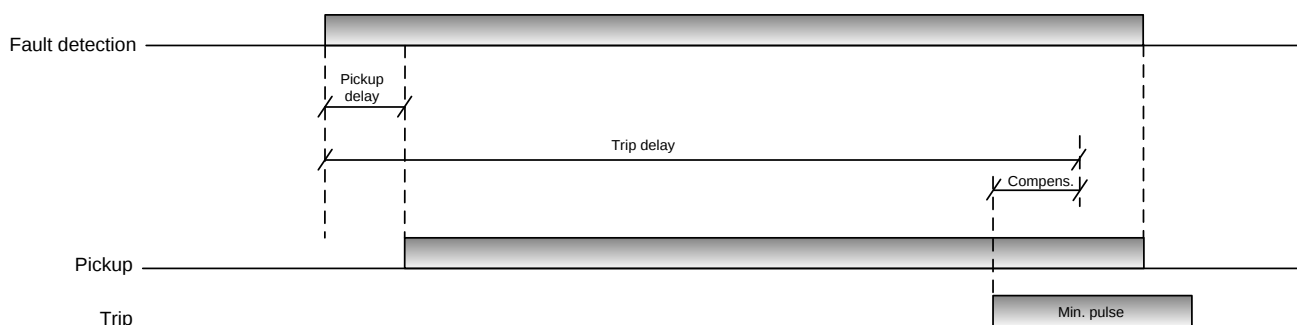
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.5: Delovanje zaščite

5.1.3.3 Trifazno delovanje

Zaščitni algoritem se izvede ločeno in neodvisno za vsako fazo posebej. Če pride do detekcije okvare vsaj na eni fazi, in ni blokade se postavi skupni signal **Pickup**. V primeru da pride do detekcije okvare na eni ali več fazah in je hkrati prisotna blokada se postavi signal **Pickup blocked**.

5.1.3.4 Časovne karakteristike

Inverzne časovne karakteristike (*IDMT – Inverse Definite Minimum Time*) so izbrane po predpisih standardov IEC 60255-4: 1974 in British Standard B.S.142:1966. Bistvo karakteristik je, da večji kot je amplituda okvare, krajši je čas delovanja zaščite. Pri določeni vrednosti okvare, mora zaščita delovati v času, ki ga odčitamo iz karakteristike.

Razpoložljivo območje inverzne časovne karakteristike je definirano na območju od 1,1 do $20 \times I_p$, kjer I_p pomeni vrednost **Pickup value**. Amplitude nad $20 \times I_p$, imajo enak izklopni čas kot pri $20 \times I_p$. Amplitude od vrednosti $1,1 \times I_p$ in navzdol pa imajo enak izklopni čas kot pri vrednosti $1,1 \times I_p$.

Tip časovne karakteristike izberemo s parametrom **Operate mode**. Potrebno je nastaviti parametra **Pickup value** in **IDMT koeficient**. Vrednosti so uporabljene pri vseh tipih časovnih karakteristik. Faktor **IDMT koeficient** definira stopnjo časovne zakasnitve. Manjše vrednosti pomenijo hitrejšo delovanje pri enakih okvarnih tokih. Parameter **Open compensation** se pri inverznih karakteristikah ne upošteva.

Amplituda okvare ni vedno konstantna in se med okvaro lahko tudi spreminja. Algoritem zato v času okvare dinamično integrira delčke časa glede na karakteristiko in ko vsota doseže izklopno mejo, zaščita deluje.

$$T = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^\alpha - 1}$$

Tabela 5.1: Koeficienti IEC karakteristik

Ime karakteristike	α	β
Normal inverse	0,02	0,14
Very inverse	1	13,5
Extremely inverse	2	80
Long time inverse	1	120

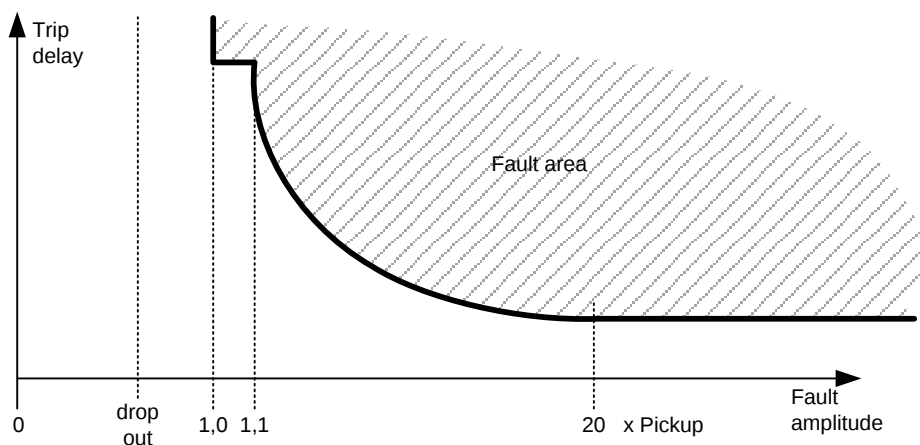
T čas delovanja zaščite

k faktor **IDMT koeficient**

α, β tabelirana faktorja po IEC standardu

I amplituda okvare

I_p nastavljena meja področja okvara, **Pickup value**



Slika 5.6: Časovna inverzna karakteristika

5.1.4 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna

skupina nastavitve zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitve se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklop, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

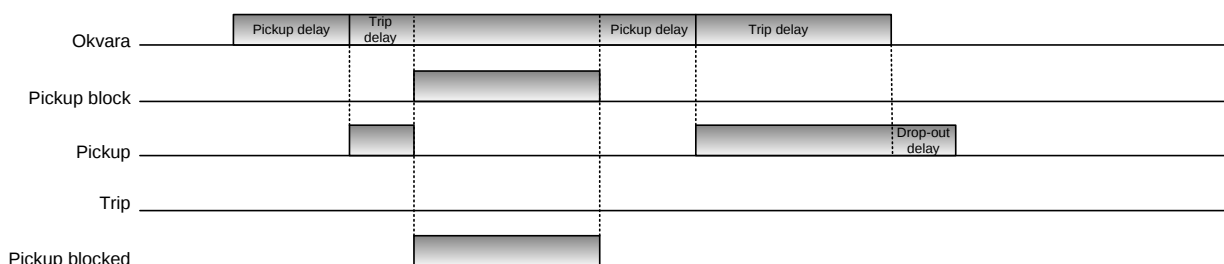
Tabela 5.2: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.1.5 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block...** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

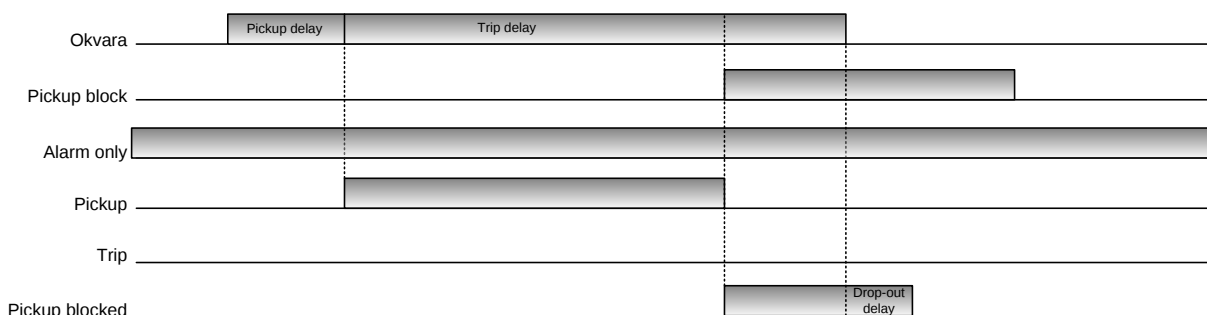


Slika 5.7: Blokada zaščite

5.1.5.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirana. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



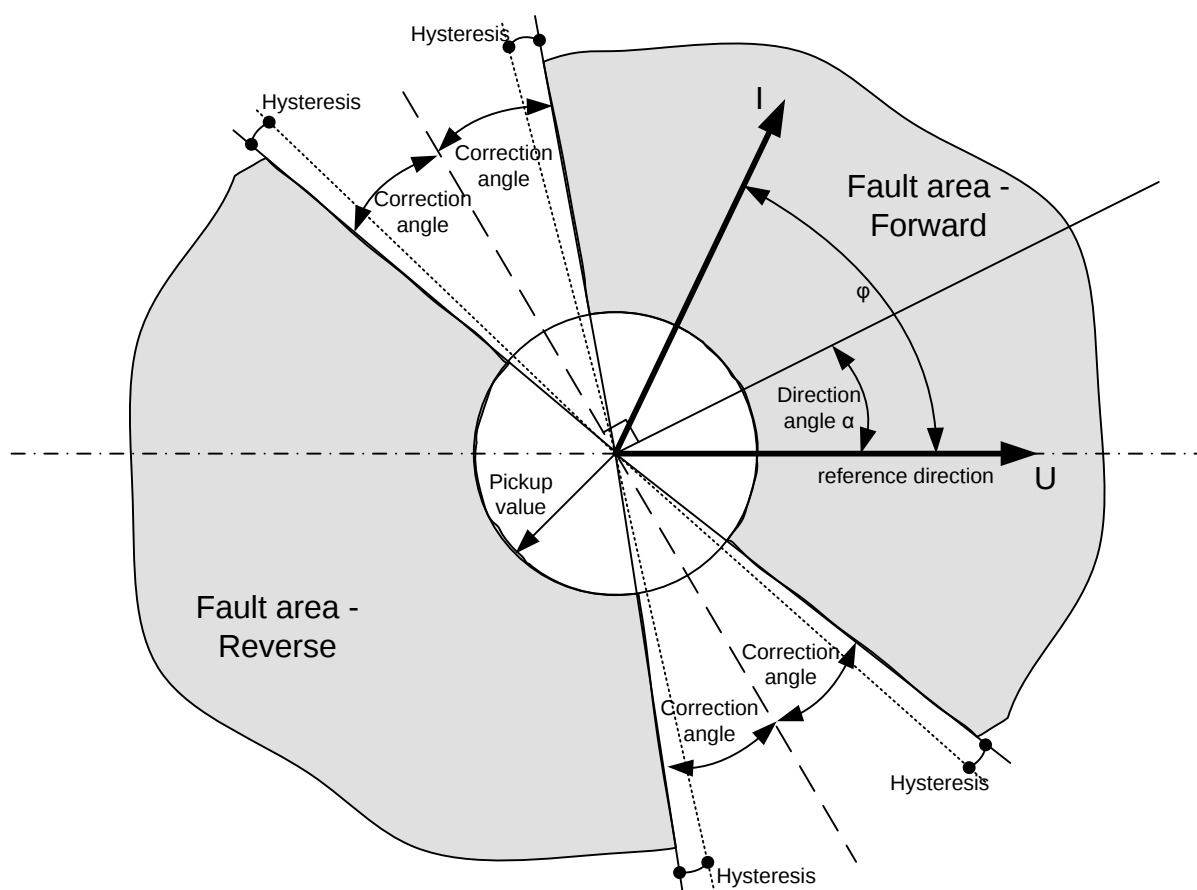
Slika 5.8: Alarm only

5.1.6 Detekcija smeri

Smerna zaščita se uporablja za selektivno zaščito vodov v zazankanih omrežjih in zaščito paralelnih vodov. Za doseg selektivnosti mora zaščita ugotoviti smer okvare glede na referenčno smer.

Dodatni pogoj za detekcijo okvare je pravilna smer okvare, ki mora biti v področju smerne karakteristike. Zaščita torej deluje le, če je okvara znotraj območja delovanja tako po amplitudi, kot po kotu, drugače je blokirana. Smer okvare se ugotavlja le za tiste faze, v katerih je okvara. V ostalih, zdravih fazah se smerni pogoj ne upošteva.

Smer okvare je določena s kotom med smerjo okvare in referenčno smerjo. Območje delovanja definiramo s parametri **RCA Direction angle** in **RCA Correction angle**.



Slika 5.9: RCA smerni pogoj, smerna blokada

5.1.6.1 Referenčna smer

Smer posameznih tokov se določa z neodvisnimi merilnimi členi za faze L1, L2, L3. Kot referenčne napetosti za ugotavljanje smeri faznih tokov so uporabljene nasprotni (zdrave) medfazne napetosti (na primer: UL2-UL3 in IL1). To zagotavlja varno ugotavljanje smeri tudi v primeru, ko se napetost v okvarjeni fazi skoraj

povsem sesede. Uporabljene referenčne napetosti za posamezne fazne in zemeljskostični merilni člen so glede na tip okvare podane v spodni tabeli (Tabela 4.7).

Tabela 5.3: Uporabljene faze za referenčne smeri pri različnih tipih okvar

okvara	L1	L2	L3
L1	X		
L2		X	
L3			X
E			
L1, E	X		
L2, E		X	
L3, E			X
L1, L2	X	X	
L2, L3		X	X
L1, L3	X		X
L1, L2, E	X	X	
L2, L3, E		X	X
L1, L3, E	X		X
L1, L2, L3	X	X	X
L1, L2, L3, E	X	X	X

Tabela 5.4: Okvare in referenčne smeri za okvare v fazah

Faza	Okvara	Smer
L1	$I_{L1} >$	$UL2-UL3 + 90^\circ$
L2	$I_{L2} >$	$UL3-UL1 + 90^\circ$
L3	$I_{L3} >$	$UL1-UL2 + 90^\circ$

Uporabljena medfazna napetost je zasukana za 90° v smer okvarjene faze, zato da predstavlja referenčno smer, kot če bi za referenčno napetost uporabili fazno napetost (UL1 za IL1).

Karakteristični kot **RCA Direction angle** in meje smerne karakteristike se v primeru medfaznih stikov nekoliko spremeni v plus ali minus, vendar to ne vpliva na selektivno ugotavljanje smeri, saj se tok okvare vedno nahaja v drugem ali četrtem kvadrantu smerne karakteristike.

V smernem členu je potrebno določiti sledeče parametre:

- referenčni kot za smer toka glede na referenčno napetost - karakteristični kot **RCA Direction angle**.
- zoževanje področja delovanja smerne karakteristike, korekcijski kot **RCA Correction angle**
- nastavev področja minimalne referenčne napetosti **RCA Minimal voltage**, do katere je ugotavljanje smeri še veljavno.
- izbira smeri delovanja smernega člena naprej, nazaj.

V primeru, ko referenčna napetost pri smerni nadtokovni zaščiti pade pod minimalno vrednost **RCA Minimal voltage**, zaščita deluje v nesmernem načinu.

Priporočena vrednost **RCA Minimal voltage** je 0.01 nazivne medfazne napetosti, priporočena vrednost karakterističnega kota **RCA Direction angle** pa -45° .

Opomba: Običajno se medfazne napetosti izračunavajo iz ustreznih faznih napetosti, zato morajo biti napetostni merilni vhodi priključeni fazno (ne medfazno!) v skladu s priključnim načrtom v priročniku.

5.1.7 Cold load pickup

Pri vklopih mrzlih bremen, ki dalj časa niso bili po napajanjem, se za določen čas pojavi povečan zagonski tok, ki je lahko tudi nekajkrat večji od nazivnega toka. Zagonski tok bi povzročil neželeno delovanje zaščite, zato moramo začasno dvigniti mejo, kjer zaščita prime. Start te funkcije običajno sproži ročni vklop odklopnika. Modul ima digitalni vhod **Activate input**, na katerega povežemo komando ali status vklopa bremena. Faktor povečanja ter čas trajanja nastavimo s parametroma **Cold load pickup / Level** in **Duration**.

Pri inverznih karakteristikah, **Cold load pickup** vpliva le na mejo detektiranja okvare, ne pa na izračun časa pri inverzni karakteristiki. Karakteristika je vezana na nepovečano **Pickup level** vrednost.

5.1.8 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija **I2t** v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.1.9 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings ...	
Operate mode Off Instantaneous Definite time Normal inverse Very inverse Extremely inverse Long-time inverse	Način delovanja zaščitne funkcije: <i>Off</i> – funkcija neaktivna <i>Instantaneous</i> – takojšnje delovanje <i>Definite time</i> – konstanten čas delovanja <i>... inverse</i> – izbrana inverzna karakteristika IDMT
IDMT coefficient 0,05...1,00	Koeficient izbrane IDMT karakteristike
Pickup value 0,05...1,00...40,00 x In	Meja opazovane veličine, nad katero zaščita prime.
Trip delay 0,00...0,50...300,00 sek	Konstantna zakasnitev signala Trip .
Directional mode Off, Forward, Reverse	Nastavitev delovanja le v smeri okvare. Forward: Delovanje smernega člena naprej Reverse: Delovanje smernega člena nazaj
RCA Direction angle -90...45...90 °	Referenčni kot za smer toka okvare glede na referenčno napetost.

Control settings	
Group selection A, B, C, D, Input select	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2

Group input 1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitvev: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation 0...25...1000 ms	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay 0...5...1000 ms	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay 0,00...0,20...60,00 s	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio 0,90...0,95...0,99	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.
RCA Correction angle 0...90°	Korekcija kota
RCA Minimal voltage 0,00...0,65...1,00 Un	Najmanjša amplituda referenčne napetosti, pri kateri smerni člen še deluje. Če je referenčna napetost manjša deluje neusmerjeno.

Cold load pickup

Enabled true, false	Omogočanje funkcije Cold load pickup .
Activate input vhod (digitalni)	Signal za aktivacijo povečave.
Level 1,01...1,50...10,00 x Ip	Faktor povečave za Pickup value in Dropout value .
Duration 0...60...3.600 sec	Trajanje povečave Pickup value .
Active izhod (digitalni)	Status o stanju funkcije: 1: funkcija je aktivna 0: funkcija ni aktivna

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 vhod (digitalni)	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip vhod (digitalni)	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked izhod (digitalni)	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Inputs

Current amplitude L1 vhod (analogni)	Amplituda toka L1.
Current amplitude L2 vhod (analogni)	Amplituda toka L2.
Current amplitude L3 vhod (analogni)	Amplituda toka L3.
Current angle L1 vhod (analogni)	Kot toka L1.
Current angle L2 vhod (analogni)	Kot toka L2.

Current angle L3 vhod (analogni)	Kot toka L3.
Interphase voltage L12 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U12.
Interphase voltage L23 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U23.
Interphase voltage L31 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U31.
Interphase voltage angle L12 vhod (analogni)	Kot medfazne napetosti L12.
Interphase voltage angle L23 vhod (analogni)	Kot medfazne napetosti L23.
Interphase voltage angle L31 vhod (analogni)	Kot medfazne napetosti L31.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.
Unit angle konstantni vhod (analogni)	Vrednost enote kota 1°.

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Pickup L1 izhod (digitalni)	Detekcija okvare v fazi L1.
Pickup L2 izhod (digitalni)	Detekcija okvare v fazi L2.
Pickup L3 izhod (digitalni)	Detekcija okvare v fazi L3.
Trip L1 izhod (digitalni)	Delovanje zaščite v fazi L1.
Trip L2 izhod (digitalni)	Delovanje zaščite v fazi L2.
Trip L3 izhod (digitalni)	Delovanje zaščite v fazi L3.

Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.
L1 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v fazi L1.
L2 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v fazi L2.
L3 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v fazi L3.

5.2 Zemeljskostična nadtokovna zaščita (IE>)

Zemeljskostična nadtokovna zaščita je namenjena odkrivanju zemeljskih stikov na omrežjih, ki so ozemljena preko ozemljitvenega upora, preko dušilke ali so izolirana. V takih primerih teče tok okvare, ki je po vrednosti manjši od toka, ki se pojavlja pri medfaznih okvarah. Iz tega sledi, da je nastavev zemeljskostične zaščite običajno nižja od nastavitve fazne nadtokovne zaščite.

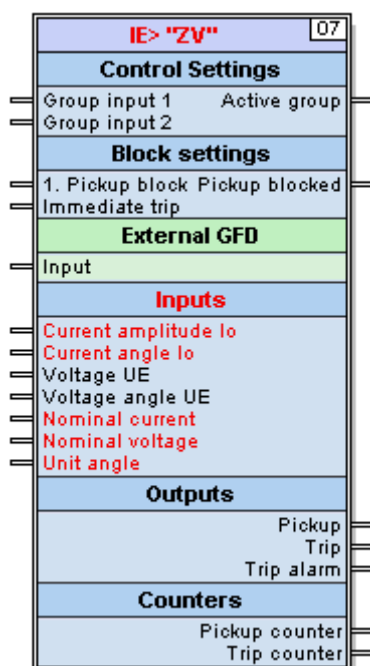
Zemeljskostični tok je glavna opazovana veličina, nad katero deluje zaščita. Hkrati lahko teče več modulov zemeljskostične zaščite z različnimi nastavitvami, neodvisne ena od druge. Običajno so pri zemeljskostični nadtokovni zaščiti kofigurirane tri zaščitne stopnje: IE>, IE>> and IE>>>. Če ima naprava občutljiv tokovni vhod, zaščita podpira delovanje pri zemeljskostičnih tokovih v območju tudi do 0,005% nazivnega toka. Uporabimo lahko tokovno neodvisno ali tokovno odvisno časovno zakasnitev delovanja zaščite.

Funkcija ima možnost vključitve detektorja visoko-ohmskih napak (*DVN, eng: GFD – Ground Fault Detection*). Ta omogoča selektivno delovanje zemeljskostične zaščite pri primarnih tokovih okoli 2-krat nazivnega toka (I_n) brez uporabe smernega kriterija. V tem primeru lahko nastavimo pogojni signal, ki dovoli delovanje zaščite navzdol do 0,5% nazivnega toka. Ta signal se običajno zajema preko katerega koli zunanega digitalnega vhoda naprave, generira pa ga eksterna občutljiva nadtokovna zaščita v zvezdišču energetskega transformatorja.

Kot dodatni pogoj lahko nastavimo smerni pogoj, kjer bo zaščita delovala le pri nastavljenih smereh okvare (RCA metoda). Pogoj za veljavno določitev smeri sta dovolj veliki izmerjeni vrednosti toka okvare (IE) in zemeljskostične napetosti (UE). Za smerni pogoj lahko nastavimo tudi delovanje po Wattmetrični ali Varmetrični metodi.

Zemeljskostična nadtokovna zaščita lahko deluje v sledečih hačinah:

- prekoračitev toka okvare
- prekoračitev toka okvare z upoštevanjem smeri (RCA),
- prekoračitev toka okvare z upoštevanjem pogoja $IE \cdot \cos\varphi$ (Wattmetrična metoda),
- prekoračitev toka okvare z upoštevanjem pogoja $IE \cdot \sin\varphi$ (Warmetrična metoda),
- prekoračitev toka okvare z upoštevanjem pogoja DVN,



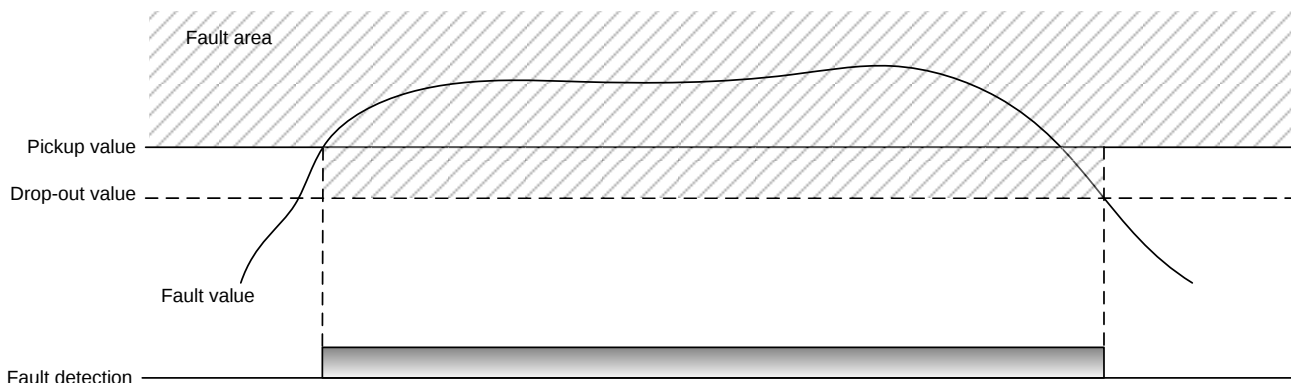
Slika 5.10: Funkcijski blok zemeljskostične nadtokovne zaščite.

5.2.1 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out histerezi** 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.11: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.2.1.1 Signal Pickup

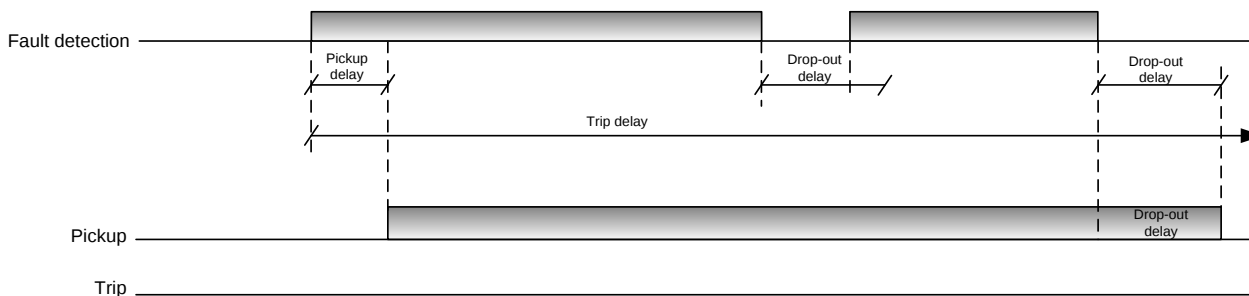
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

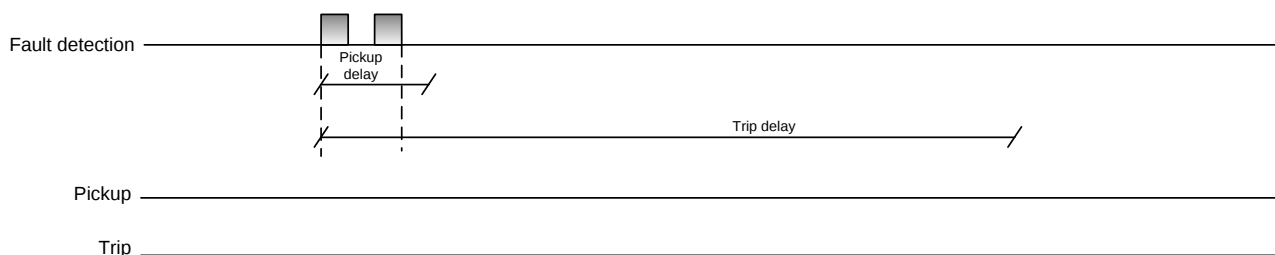
- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.



Slika 5.12: Signal **Pickup**

Slika 5.13: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.2.1.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

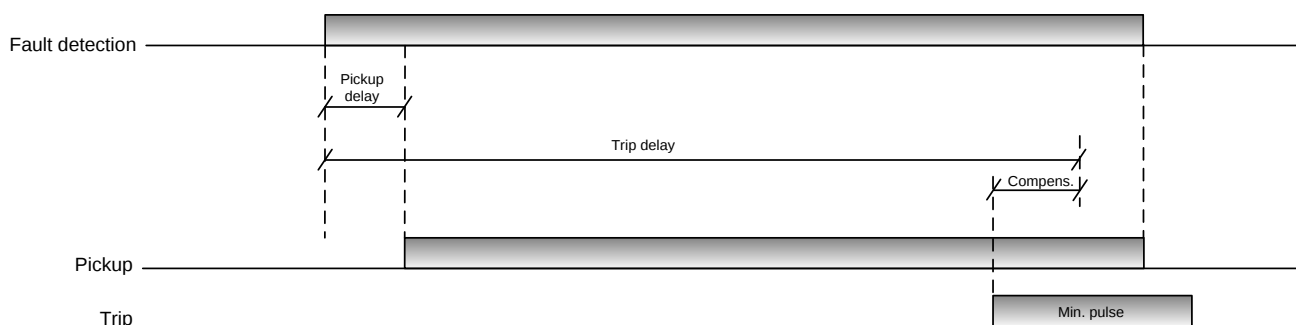
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.14: Delovanje zaščite

5.2.1.3 Časovne karakteristike

Inverzne časovne karakteristike (**IDMT – Inverse Definite Minimum Time**) so izbrane po predpisih standardov IEC 60255-4: 1974 in British Standard B.S.142:1966. Bistvo karakteristik je, da večji kot je amplituda okvare,

krajši je čas delovanja zaščite. Pri določeni vrednosti okvare, mora zaščita delovati v času, ki ga odčitamo iz karakteristike.

Razpoložljivo območje inverzne časovne karakteristike je definirano na območju od 1,1 do $20 \times I_p$, kjer I_p pomeni vrednost **Pickup value**. Amplitude nad $20 \times I_p$, imajo enak izklopni čas kot pri $20 \times I_p$. Amplitude od vrednosti $1,1 \times I_p$ in navzdol pa imajo enak izklopni čas kot pri vrednosti $1,1 \times I_p$.

Tip časovne karakteristike izberemo s parametrom **Operate mode**. Potrebno je nastaviti parametra **Pickup value** in **IDMT koeficient**. Vrednosti so uporabljene pri vseh tipih časovnih karakteristik. Faktor **IDMT koeficient** definira stopnjo časovne zakasnitve. Manjše vrednosti pomenijo hitrejše delovanje pri enakih okvarnih tokih. Parameter **Open compensation** se pri inverznih karakteristikah ne upošteva.

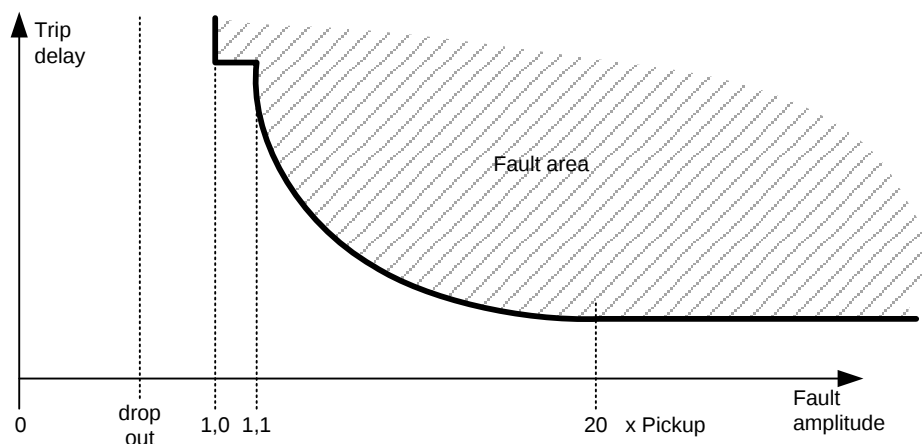
Amplituda okvare ni vedno konstantna in se med okvaro lahko tudi spreminja. Algoritem zato v času okvare dinamično integrira delčke časa glede na karakteristiko in ko vsota doseže izklopno mejo, zaščita deluje.

$$T = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^\alpha - 1}$$

Tabela 5.5: Koefcienti IEC karakteristik

Ime karakteristike	α	β
Normal inverse	0,02	0,14
Very inverse	1	13,5
Extremely inverse	2	80
Long time inverse	1	120

T čas delovanja zaščite
 k faktor **IDMT koeficient**
 α, β tabelirana faktorja po IEC standardu
 I amplituda okvare
 I_p nastavljena meja področja okvara, **Pickup value**



Slika 5.15: Časovna inverzna karakteristika

5.2.2 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavi v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklop, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

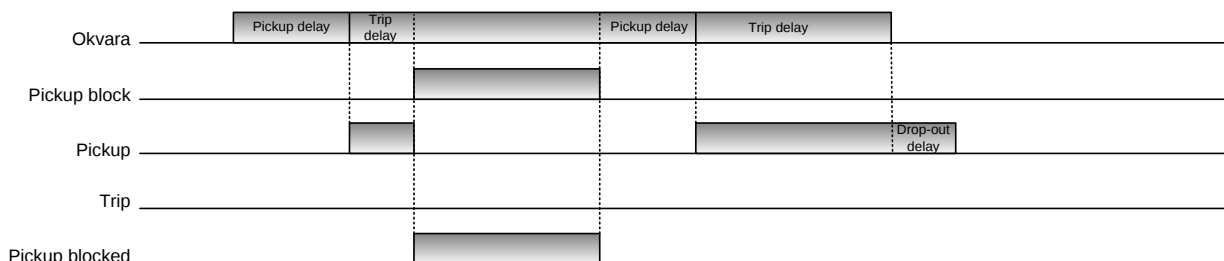
Tabela 5.6: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.2.3 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block....** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

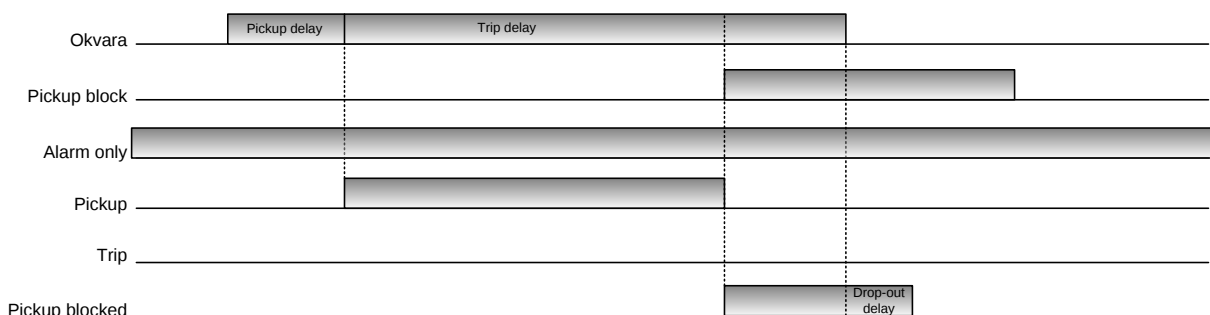


Slika 5.16: Blokada zaščite

5.2.3.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirana. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



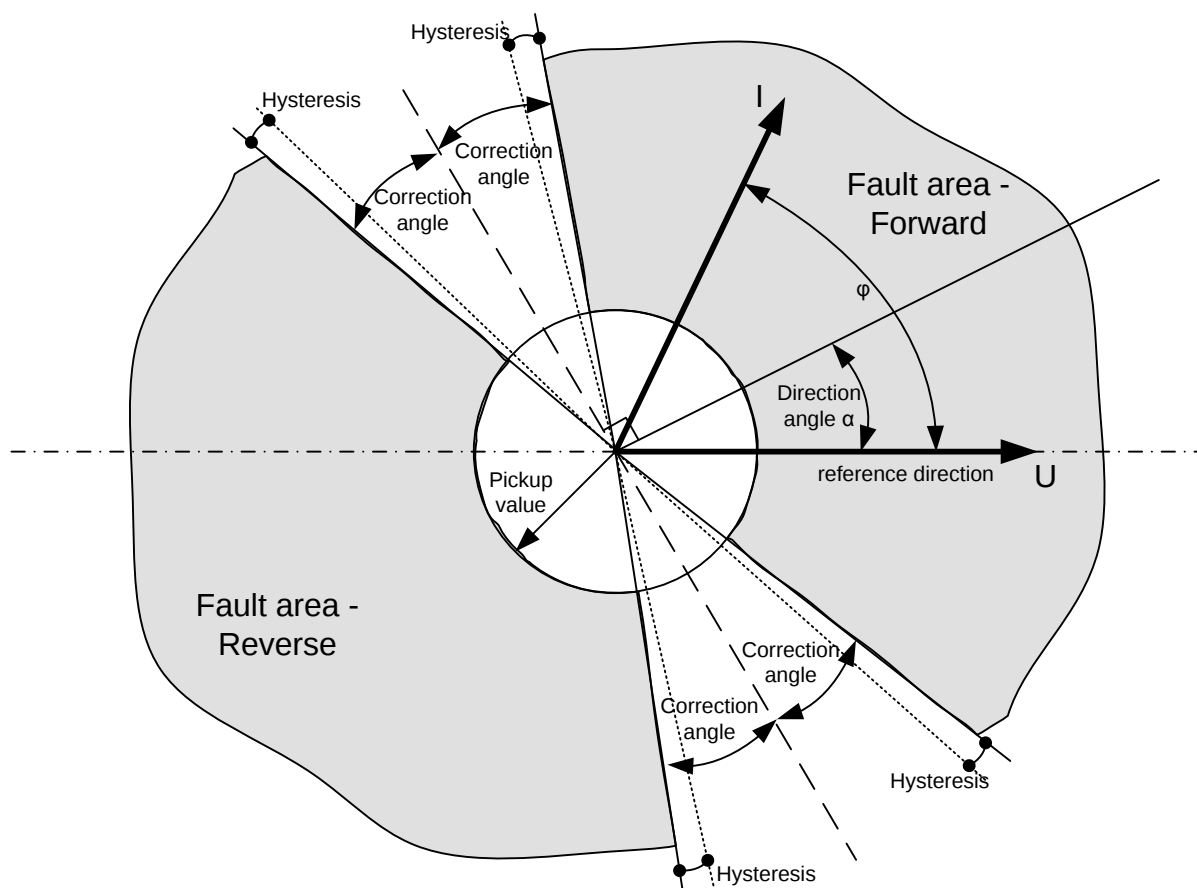
Slika 5.17: Alarm only

5.2.4 Detekcija smeri

Smerna zaščita se uporablja za selektivno zaščito vodov v zazankanih omrežjih in zaščito paralelnih vodov. Za doseg selektivnosti mora zaščita ugotoviti smer okvare glede na referenčno smer.

Dodatni pogoj za detekcijo okvare je pravilna smer okvare, ki mora biti v področju smerne karakteristike. Zaščita torej deluje le, če je okvara znotraj območja delovanja tako po amplitudi, kot po kotu, drugače je blokirana. Smer okvare se ugotavlja le za tiste faze, v katerih je okvara. V ostalih, zdravih fazah se smerni pogoj ne upošteva.

Smer okvare je določena s kotom med smerjo okvare in referenčno smerjo. Območje delovanja definiramo s parametri **RCA Direction angle** in **RCA Correction angle**.



Slika 5.18: RCA smerni pogoj, smerna blokada

Delovanje s smerno karakteristiko se vklopi ali izklopi s parametrom **Directional mode** z izbiro selektorja med *Off*, *RCA*, *Wattmetric* ali *Varmetric*.

Vrednosti karakterističnega kota **Direction angle** se nastavi v območju od $+90^\circ$ do -90° . Usmerjenost pa se da spremeniti za 180 stopinj s parametrom **Direction** z izbiro vrednosti *Forward* ali *Reverse* tako za metodo

RCA kot za Wattmetric in VArmetric metodi. Smerno karakteristiko je možno korigirati v smislu zožanja področja delovanja na manj kot 180° s parametrom **Correction angle**.

V splošnem, pri normalni vezavi (kjer je istosmerna priključitev toka IE in napetosti UE) veljajo naslednja priporočila za karakteristični kot RCA:

- $+90^\circ$ - izolirana omrežja,
- 0° - uporovno ali preko dušilke ozemljena omrežja in
- -7° - direktno ozemljena omrežja.

V kolikor nimamo drugačnih zahtev je priporočljivo nastaviti korekcijski faktor na 5° do 10° . Seveda so to le priporočila, ki jih je potrebno pri vsaki konkretni aplikaciji - glede na dodatne zahteve - ustrezno korigirati!

5.2.4.1 Wattmetrična in Varmetrična metoda

Pri teh dveh metodah za amplitudo okvare vzamemo sinusno ali kosinusno komponento toka okvare:

- Wattmetric: $I_x = I_0 \cdot \cos(\varphi - \alpha)$
- Warmetric: $I_x = I_0 \cdot \sin(\alpha - \varphi)$

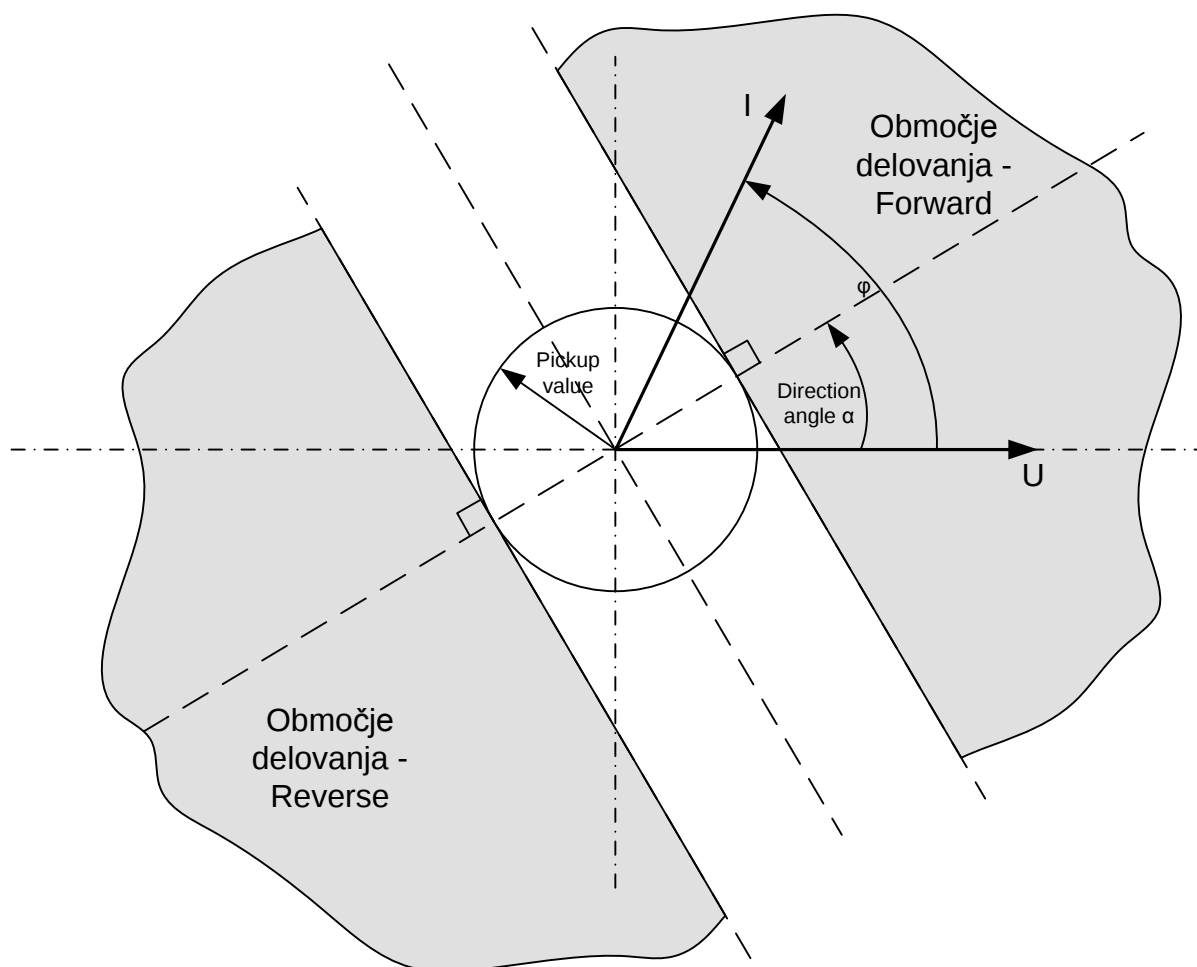
kjer so:

α parameter **Direction angle**.

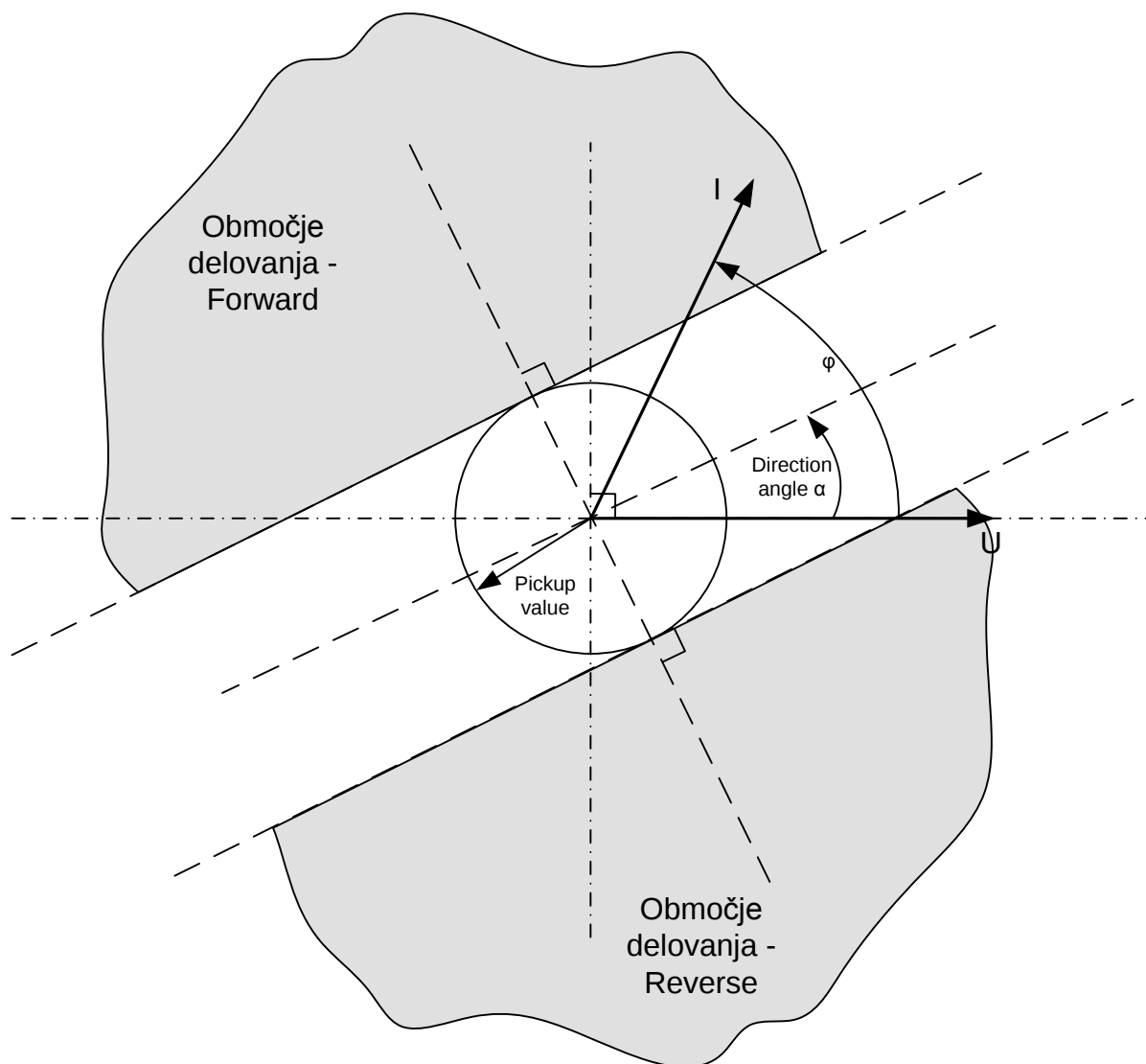
I_0 amplituda izmerjenega toka okvare

I_x amplituda okvare.

φ kot med referenčno smerjo in tokom okvare



Slika 5.19: območja delovanja pri Wattmetrični metodi



Slika 5.20: Območja delovanja pri Varmetrični metodi

5.2.4.2 Referenčna smer

Kot referenčna smer za ugotavljanje smeri toka okvare je uporabljena smer zemeljskostične napetosti (UE). V primeru, ko referenčna napetost pade pod minimalno vrednost **RCA Minimal voltage**, je zaščita blokirana.

5.2.5 DVN funkcionalnost

V primeru visokoohmskega zemeljskega stika je zemeljskostični tok premajhen, da bi ga običajna zemeljska zaščita zaznala. Zaradi tega uporabimo usmerjeno senzitivno zemeljskostično zaščito, kot eno od stopenj zemeljskostične zaščite. Uporaba smernega pogoja je obvezna, saj je amplituda toka okvare, ki ga povzroči visokoohmski zemeljski stik, primerljiv s kapacitivnimi tokovi, ki običajno tečejo v energetskega sistema. Tok okvare se od njih loči le po smeri pretoka. Tako majhen tok ni nevarnost za delovanje EE sistema, lahko pa je nevaren ljudem in živalim na mestu okvare, zato mora biti vod izključen. Časovna zakasnitev je običajno neodvisna od toka okvare in je ponavadi nastavljena na daljši čas delovanja kot pri prvih dveh stopnjah zemeljskostične zaščite.

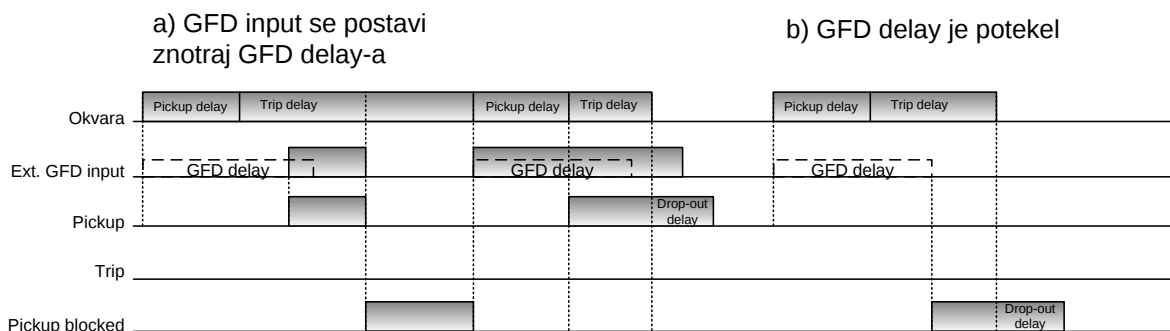
Usmerjena senzitivna zemeljskostična zaščita pa je pri visokoohmskih zemeljskih stikih večkrat premalo občutljiva (ne deluje pri dovolj majhnem toku), zaradi tega, ker je pri primarnih tokovih okvare pod 3 A težko pravilno določiti smer. Razlog je premajhna zemeljskostična napetost UE in s tem napaka pri merjenju kotov z merilnimi transformatorji. V tem primeru lahko uporabimo nesmerno delovanje senzitivne zemeljskostične zaščite v kombinaciji s pogojem za delovanje, ki ga preko digitalnega vhoda pripeljemo od izhoda občutljivega pretokovnega releja nameščenega v zvezdišču energetskega transformatorja – DVN

funkcionalnost. V nastavitvah se ta imenuje **External GFD** (*Ground fault detection*). Delovanje senzitivne zemeljskostične zaščite je dovoljeno le, če je digitalni vhod **External GFD / Input** postavljen. Funkcionalnost **External GFD** vklopimo s parametrom **External GFD / Enabled**.

Časovnik **GFD Delay** starta, ko starta časovnik **Pickup delay**. Pogoji za delovanje zaščite je:

- tok je v področju okvare
- pretečen **Pickup delay**
- postavljen **GFD Input** znotraj časa **GFD delay**.

Če sta **GFD delay** in **Pickup delay** potekla in je okvara še prisotna, GFD signal pa se ni pojavil, se postavi **Pickup blocked**.



Slika 5.21: Delovanje DVN funkcionalnosti (External GFD - Ground fault detection)

5.2.6 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.2.7 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D

Operate mode Off Instantaneous Definite time Normal inverse Very inverse Extremely inverse Long-time inverse	Način delovanja zaščitne funkcije: <i>Off</i> – funkcija neaktivna <i>Instantaneous</i> – takojšnje delovanje <i>Definite time</i> – konstanten čas delovanja ... <i>inverse</i> – izbrana inverzna karakteristika IDMT
IDMT coefficient 0,05...1,00	Koeficient izbrane IDMT karakteristike.
Pickup value 0,005...0,10...1,25 x In	Meja opazovane veličine, nad katero zaščita prime.
Trip delay 0,00...2,00...300,00 sec	Konstantna zakasnitev signala Trip .

Directional mode Off RCA Wattmetric VArmetric	Izbira smernega pogoja: <i>Off</i> – smerni pogoj je neaktiven
Direction Forward Reverse	<i>Forward</i> : Delovanje smernega člena naprej <i>Reverse</i> : Delovanje smernega člena nazaj
Direction angle -90...0...90 °	Referenčni kot za smer toka glede na referenčno napetost. 3° histereze.

Control settings

Group selection A, B, C, D, Input select	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitvev: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation 0...25...1000 ms	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay 0...5...1000 ms	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay 0,00...0,20...60,00 s	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio 0,80...0,95...0,99	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.
RCA Correction angle 0...90°	Korekcija kota pri smernem pogoj.
RCA Minimal voltage 0.00...0,65...1.00 Un	Najmanjša amplituda referenčne napetosti, pri kateri smerni člen še deluje. Če je referenčna napetost manjša je zaščita blokirana.

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 vhod (digitalni)	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip vhod (digitalni)	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked izhod (digitalni)	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Block settings \ External GFD

Enabled true, false	Omogočanje funkcije.
Input vhod (digitalni)	Status zunanjega detektorja visoko-ohmskih napak. Pogoj za delovanje zaščite.
Delay 0,00...0,05...60,00 sec	Zakasnitev aktiviranja blokade.

Inputs

Current amplitude I_o vhod (analogni)	Amplituda zemeljskega toka
Current angle I_o vhod (analogni)	Kot zemeljskega toka
Voltage UE vhod (analogni)	Amplituda zemeljskostične napetosti, asimetrije napetosti.
Voltage angle UE vhod (analogni)	Kot zemeljskostične napetosti asimetrije
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.
Unit angle konstantni vhod (analogni)	Vrednost enote kota 1°.

Outputs

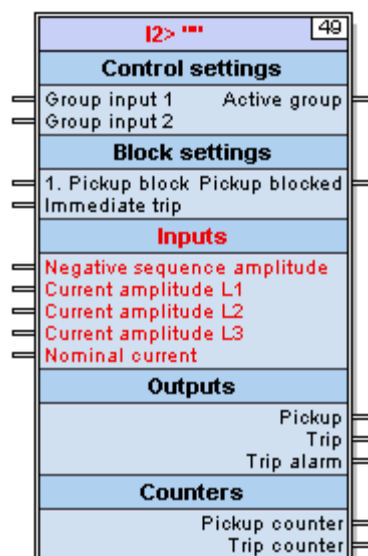
Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.3 Zaščita z negativnim zaporedjem (I₂>)

Zaščita z negativnim zaporedjem zaznava nesimetrične obremenitve v elektroenergetskem sistemu. Za njeno delovanje je potreben izračun simetrične komponente negativnega zaporedja trifaznega rotirajočega sistema. Nesimetrično breme lahko povzroči neenakomerno razporeditev tokov v omrežju, ki nastane zaradi neenakomerne obremenjenosti, nesimetričnih (enofaznih in dvofaznih) zemeljskih stikov, prekinitve vodov in nepravilnih stikalnih manevrov.



Slika 5.22: Funkcijski blok zaščite z negativnim zaporedjem

5.3.1 Delovanje zaščite

Opazovana veličina na katero deluje zaščita, je simetrična komponenta negativnega zaporedja trifaznega sistema tokov **Negative sequence amplitude**. Vrednost negativnega zaporedja je določena z nesimetričnostmi energetskega sistema in služi za doseganje potrebne občutljivosti za vse nesimetrične napake.

Zaščita lahko deluje z neodvisno časovno zakasnitvijo (*Definite time*) ali inverznimi časovnimi karakteristikami (*...inverse*).

Hkrati lahko teče več modulov **I2>** zaščit, ki so med seboj neodvisne. Običajno nastavimo dve stopnji zaščit s časovno neodvisno karakteristiko in časovno inverzno karakteristiko.

Da se prepreči nepravilno delovanje in boljšo selektivnost, ima zaščita dodatna pogoja za delovanje, sicer je zaščita blokirana:

- tok mora biti vsaj v eni fazi večji od nastavljene vrednosti **Minimal current** in
- vsi fazni tokovi morajo biti manjši od vrednosti **Maximal current**.

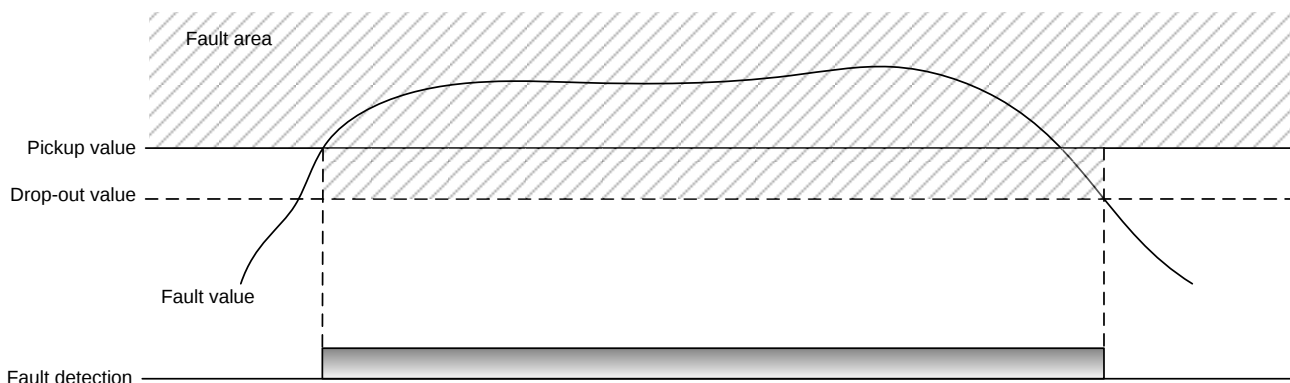
Da se zagotovi selektivnost zaščite mora biti čas zakasnitve nastavljen na daljši čas, kot je tisti pri glavnih zaščitah (npr. pri nadtokovni zaščiti).

5.3.2 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.23: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.3.2.1 Signal Pickup

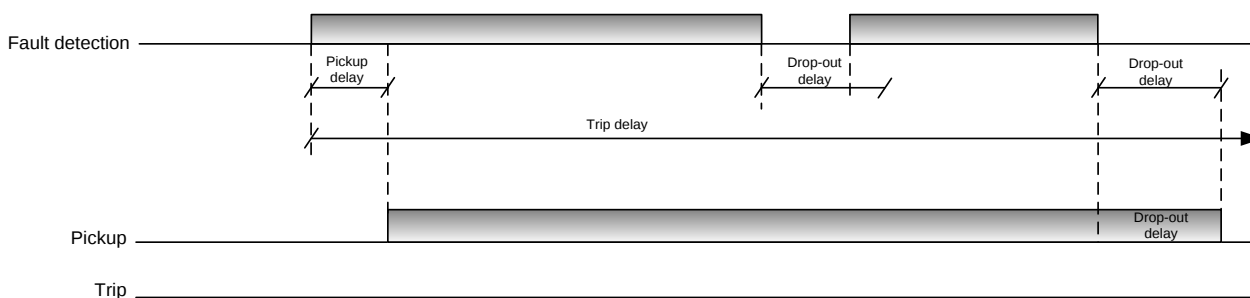
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

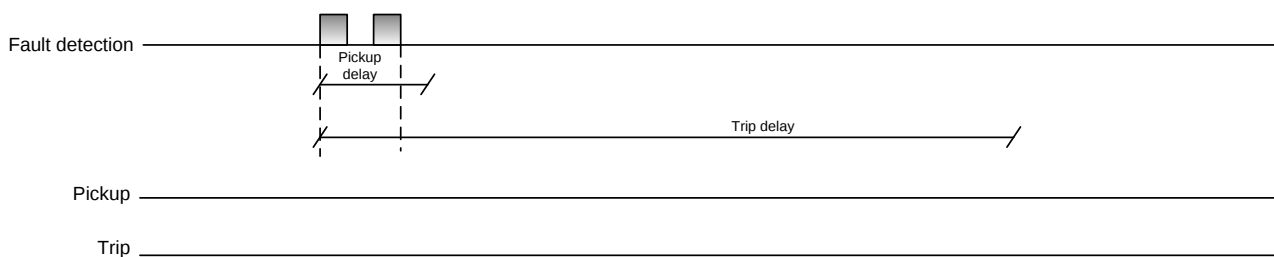
- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.



Slika 5.24: Signal **Pickup**



Slika 5.25: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.3.2.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

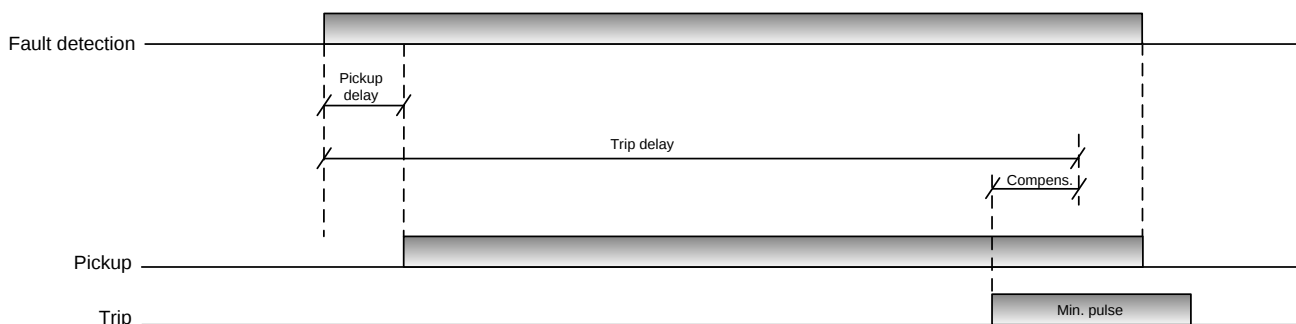
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.26: Delovanje zaščite

5.3.2.3 Časovne karakteristike

Inverzne časovne karakteristike (**IDMT – Inverse Definite Minimum Time**) so izbrane po predpisih standardov IEC 60255-4: 1974 in British Standard B.S.142:1966. Bistvo karakteristik je, da večji kot je amplituda okvare, krajši je čas delovanja zaščite. Pri določeni vrednosti okvare, mora zaščita delovati v času, ki ga odčitamo iz karakteristike.

Razpoložljivo območje inverzne časovne karakteristike je definirano na območju od $1,1$ do $20 \times I_p$, kjer I_p pomeni vrednost **Pickup value**. Amplitude nad $20 \times I_p$, imajo enak izklopni čas kot pri $20 \times I_p$. Amplitude od vrednosti $1,1 \times I_p$ in navzdol pa imajo enak izklopni čas kot pri vrednosti $1,1 \times I_p$.

Tip časovne karakteristike izberemo s parametrom **Operate mode**. Potrebno je nastaviti parametra **Pickup value** in **IDMT koeficient**. Vrednosti so uporabljene pri vseh tipih časovnih karakteristik. Faktor **IDMT koeficient** definira stopnjo časovne zakasnitve. Manjše vrednosti pomenijo hitrejše delovanje pri enakih okvarnih tokih. Parameter **Open compensation** se pri inverznih karakteristikah ne upošteva.

Amplituda okvare ni vedno konstantna in se med okvaro lahko tudi spreminja. Algoritem zato v času okvare dinamično integrira delčke časa glede na karakteristiko in ko vsota doseže izklopno mejo, zaščita deluje.

$$T = \frac{k \cdot \beta}{\left(\frac{I}{I_P}\right)^\alpha - 1}$$

Tabela 5.7: Koeficienti IEC karakteristik

Ime karakteristike	α	β
Normal inverse	0,02	0,14
Very inverse	1	13,5
Extremely inverse	2	80
Long time inverse	1	120

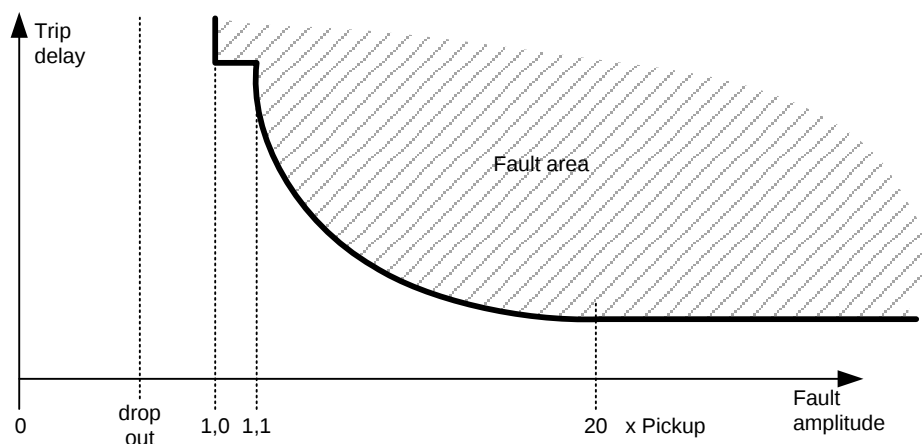
T čas delovanja zaščite

k faktor **IDMT koeficient**

α, β tabelirana faktorja po IEC standardu

I amplituda okvare

I_P nastavljena meja področja okvara, **Pickup value**



Slika 5.27: Časovna inverzna karakteristika

5.3.3 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

Tabela 5.8: Izbira skupine nastavitvev

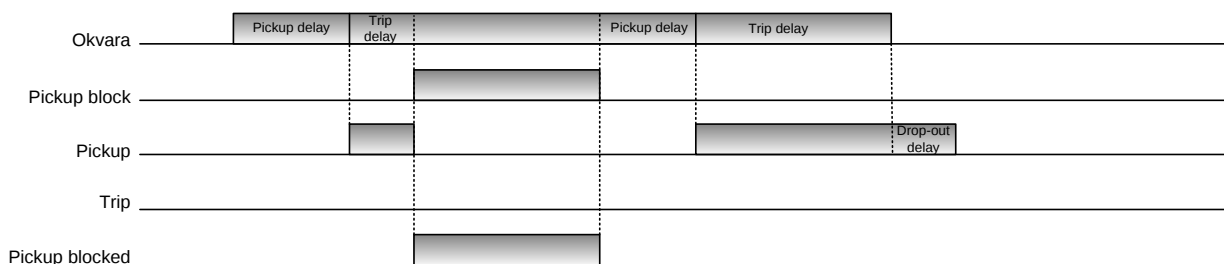
Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
---------------	---------------	-----------------

0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.3.4 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block...**. Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

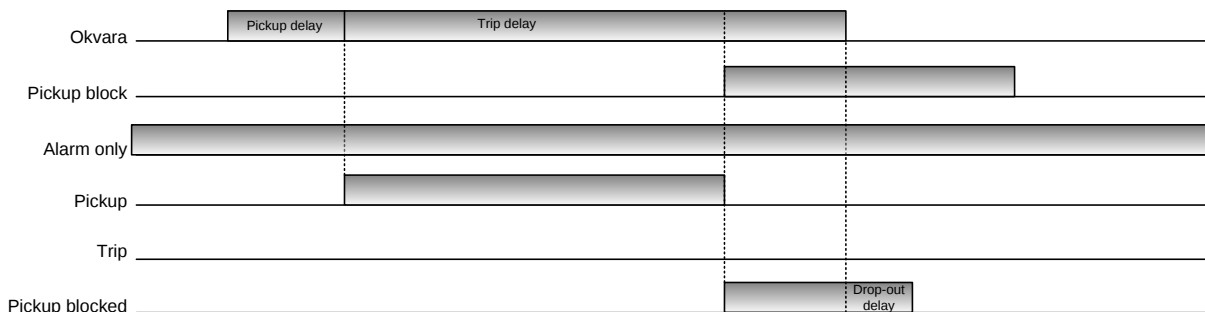


Slika 5.28: Blokada zaščite

5.3.4.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirana. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.29: Alarm only

5.3.5 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.3.6 Parametri, vhodi in izhodi modula

\ Group settings A...D \

Operate mode Off Instantaneous Definite time Normal inverse Very inverse Extremely inverse Long-time inverse	Način delovanja zaščitne funkcije: <i>Off</i> – funkcija neaktivna <i>Instantaneous</i> – takojšnje delovanje <i>Definite time</i> – konstanten čas delovanja ... <i>inverse</i> – izbrana inverzna karakteristika IDMT
IDMT koeficient 0,05...1,00	Koeficient izbrane IDMT karakteristike.
Pickup value 0,10...0,10...3,00 In	Meja opazovane veličine, nad katero zaščita prime.
Trip delay 0,00...1,50...300,00 sec	Konstantna zakasnitev signala Trip .

.Control settings

Group selection A, B, C, D, Input select	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitve: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation 0...25...1000 ms	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay 0...5...1000 ms	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay 0,00...0,20...60,00 s	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio 0,80...0,95...0,99	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 vhod (digitalni)	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip vhod (digitalni)	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked izhod (digitalni)	Signalizacija blokade delovanja zaščite.
Minimal current 0,10...0,10...2,00 x I_n	Minimalni tok, pri katerem zaščita še deluje. Če so vsi fazni tokovi manjši, je zaščita blokirana.
Maximal current 0,10...4,00...8,00 x I_n	Maksimalni tok, pri katerem zaščita še deluje. Če je katerikoli fazni tok večji, je zaščita blokirana.

\ Inputs \

Negative sequence amplitude vhod (analogni)	Amplituda negativnega zaporedja
Current amplitude L1 vhod (analogni)	Amplituda toka L1.
Current amplitude L2 vhod (analogni)	Amplituda toka L2.
Current amplitude L3 vhod (analogni)	Amplituda toka L3.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok.

Outputs

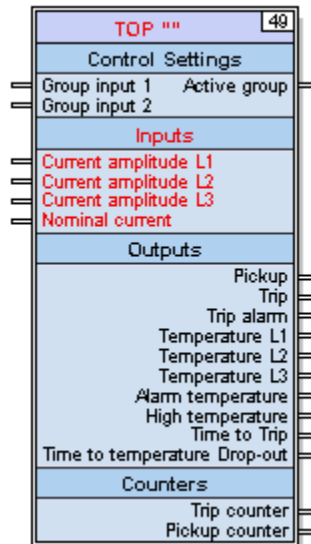
Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.4 Termična zaščita (TOP)

Termična zaščita je namenjena zaščiti vodov, kablov in transformatorjev pred toplotno preobremenitvijo. Zaščita modelira termično sliko zaščenega objekta in s tem pri delovanju upošteva zgodovino obremenitev.



Slika 5.30: Funkcijski blok termične zaščite

5.4.1 Delovanje termične zaščite

Algoritem izračuna relativno temperaturo naprave iz izmerjenega toka. Temperatura je izračunana za vsako fazo posebej. Opazovana veličina za delovanje zaščite je najvišja izračunana temperatura. Spodnje enačbe veljajo za delovanje termične zaščite.

5.4.1.1 Enačba segrevanja in ohlajanja:

$$\frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot \Theta = \frac{\Theta_I}{\tau} \quad \dots \text{diferencialna enačba segrevanja in ohlajanja}$$

$$I_{alm} = \sqrt{\Theta_{alm}} \cdot k \cdot I_n \quad \dots \text{tok, pri katerem dosežemo alarmno mejo}$$

$$\Theta_I = \left(\frac{I}{k \cdot I_n} \right)^2 \quad \dots \text{temperatura, ki bi jo dosegli pri toku}$$

$$\Theta = \Theta_I + (\Theta_0 - \Theta_I) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \dots \text{temperatura, ki bi jo dosegli pri toku } I \text{ v času } t, \text{ iz začetne temperature } \Theta_0.$$

5.4.1.2 Enačba za izračun časa do delovanja (Trip):

$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{\Theta_I - \Theta}{\Theta_I - 1} \right); \text{ če velja } abs(\Theta_I - 1) > 0; \quad I > k \cdot I_n; \quad \Theta_{alm} < \Theta < 1;$$

5.4.1.3 Enačba za izračun časa do odpusta (Drop-out):

$$t = \tau \cdot \ln \left(\frac{\Theta_I - \Theta}{\Theta_I - \Theta_{alm}} \right); \text{ če velja } abs(\Theta_I - \Theta_{alm}) > 0; \quad I < I_{alm}; \quad \Theta_{alm} < \Theta;$$

Ko je dosežena alarmna temperatura **Alarm temperature value**, se postavi opozorilni signal **Alarm temperature**. Vrednost alarmne temperature **Alarm temperature value** je določena v odstotkih izklopne temperature. Da je izračun časa do izklopa mogoč, je potrebno nastaviti konstanto segrevanja **Heating time constant**. Podatek o konstanti segrevanja se dobi v tabelah ali od proizvajalca. Za vode velja, da je konstanta ohlajanja enaka konstanti segrevanja.

Zaščita detektira okvaro, ko je presežen maksimalni dovoljeni trajni (termični) tok I_{max} , ki povzroči začetek segrevanja nad maksimalno dovoljeno temperaturo. Potrebno je nastaviti konstanto **k-factor**, ki je definirana kot $k = I_{max}/I_N$, kjer je I_{max} maksimalni termični tok in I_N nazivni tok elementa.

Dovoljeni maksimalni termični tok določajo značilnosti materiala in konstrukcijske lastnosti ter mora biti določen glede na okoliščine. Dobiti ga je mogoče iz tabel ali od proizvajalca.

Ko je kritična temperatura **High temperature value** presežena in je tok še vedno nad dovoljeno mejo (postavljen signal **Pickup**), zaščita deluje (postavi se signal **Trip**) in povzroči izklop okvarjenega elementa. Signal **Trip** pade, ko pade tok pod mejo maksimalnega termičnega toka.

Signal kritične temperature **High temperature** se obnaša različno, glede na nastavljen način delovanja **High temperature mode**:

- **Start on trip** - Signal **High temperature** se postavi skupaj s signalom **Trip** in pade, ko temperatura pade pod kritično vrednost (**High temperature value**).
- **Start on high temperature** - Signal **High temperature** je postavljen vedno, ko je temperatura nad kritično mejo **High temperature value**.

*Opomba: Ko odklopnik izklopi vod zaradi termične zaščite, **Trip** signal pade, drugače bi se sprožila CBFP zaščita v modulu Circuit breaker.*

*Vklop odklopnika mora biti blokiran, dokler temperatura ne pade pod kritično mejo **High temperature value**. Ta meja ni nujno enaka alarmni meji. Signal **High temperature** se torej lahko uporabi za blokado vklopa odklopnika v modulu Circuit breaker.*

Trenutne vrednosti nadtemperature se zapisujejo na izhode **Temperature Lx** za vsako fazo posebej. Vrednost je izražena v relativnih enotah, kjer 100% ali 1 pomeni, da je dosežena maksimalna dovoljena nadtemperatura. Tem izhodom je možno nastaviti začetno vrednost z vpisom vrednosti na izhode modula preko uporabniškega vmesnika. Ob zagonu naprave imajo ti izhodi vrednost 0 (kar pomeni brez nadtemperature). Te izhode lahko povežemo s permanentnimi registri (na modul **Retentive registers**). V tem primeru se bodo vrednosti zapisovale v trajni pomnilnik in v primeru izpada napajanja ohranile zadnjo vpisano temperaturo.

5.4.2 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklap skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklap preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklap skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap, medtem ko zaščita deluje, se preklap izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklap se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

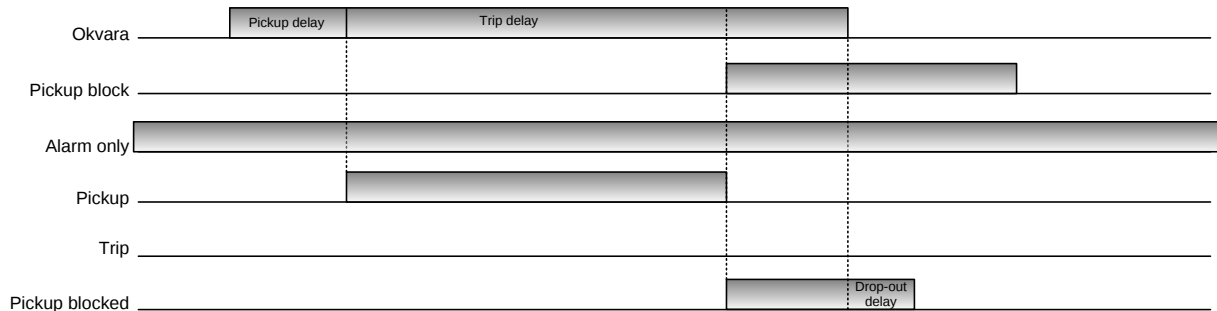
Tabela 5.9: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.4.3 Blokada Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokiran. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.31: Alarm only

5.4.4 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija **I2t** v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)
-

5.4.5 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D

Operate mode <i>Off, On</i>	<i>Off</i> – zaščitna funkcija neaktivna <i>On</i> – zaščitna funkcija aktivna
k-factor <i>0,10...1,10...4,00 x In</i>	Maksimalni dovoljeni trajni tok relativno na nazivni tok.
Alarm temperature value <i>45,0...90,0...99,0 %</i>	Alarmna meja, θ_{alm} .
High temperature value <i>45,0...95,0...99,0 %</i>	Kritična meje temperature.

Control settings

Group selection <i>A, B, C, D, Input select</i>	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 <i>vhod (digitalni)</i>	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 <i>vhod (digitalni)</i>	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .

Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitev: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Heating time constant 1,0...100,0...1000,0 min	Časovna konstanta segrevanja in ohlajanja, τ .
High temperature mode Start on Trip, Start on high temperature	Način postavljanja signala High temperature .

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
---------------------------------	-------------------------------

Inputs

Current amplitude L1 vhod (analogni)	Amplituda toka L1.
Current amplitude L2 vhod (analogni)	Amplituda toka L2.
Current amplitude L3 vhod (analogni)	Amplituda toka L3.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok.

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Temperature L1 vhod-izhod (analogni)	Trenutna izračunana relativna nadtemperatura objekta, faza L1, 100% = 1000 delcev
Temperature L2 vhod-izhod (analogni)	Trenutna izračunana relativna nadtemperatura objekta, faza L2, 100% = 1000 delcev
Temperature L3 vhod-izhod (analogni)	Trenutna izračunana relativna nadtemperatura objekta, faza L3, 100% = 1000 delcev
Alarm temperature izhod (digitalni)	Presežena alarmna meja temperature, katerakoli faza, 1% histereze.
High temperature izhod (digitalni)	Presežena maksimalna meja temperature, katerakoli faza, 1% histereze.
Time To Trip izhod (digitalni)	Čas do dosega maksimalne temperature in Trip-a (najmanjši čas vseh faz) v minutah.
Time To Drop-out izhod (digitalni)	Čas do padca temperature pod alarmno mejo (največji čas vseh faz) v minutah

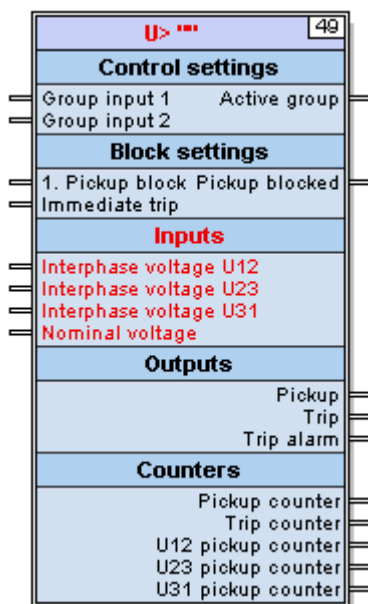
Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.5 Prenapetostna zaščita (U>)

Prenapetostna zaščita ščiti električne naprave pred prenapetostjo. Tako obratovalno stanje je problematično, saj prenapetost lahko povzroči npr. preboj izolacije. Prenapetostna zaščita je namenjena zaščiti vodov in električnih strojev pred nedovoljenimi prenapetostmi.

Hkrati lahko teče več prenapetostnih zaščitnih modulov z različnimi nastavitvami, ki so lahko vključene v delovanje neodvisno ena od druge. Običajno sta pri podnapetostni zaščiti konfigurirani dve zaščitni stopnji. Med njima lahko uporabimo tako napetostno kot časovno stopnjevanje. V primeru večjih prenapetosti uporabimo krajše izklopne čase in obratno.



Slika 5.32: Funkcijski blok prenapetostne zaščite U>

5.5.1 Delovanje zaščite

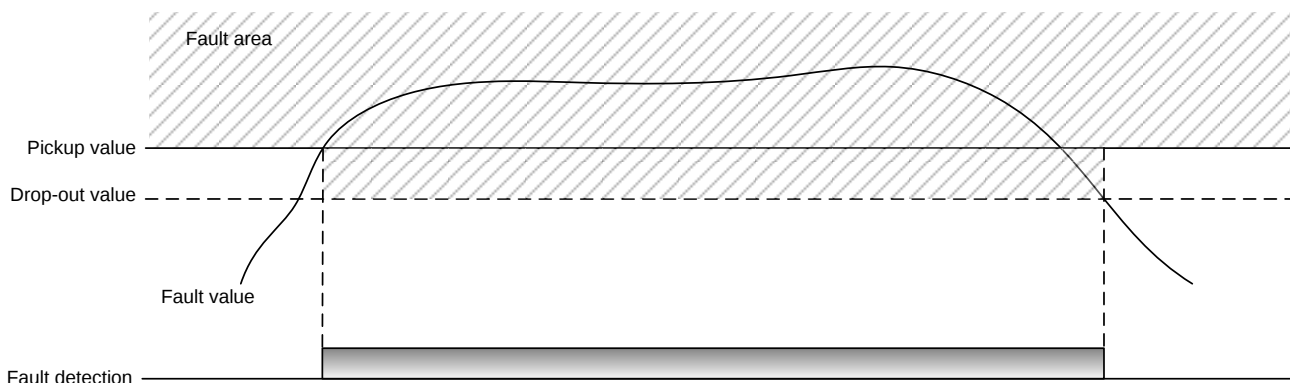
Za delovanje prenapetostne zaščite uporabimo navadno tri medfazne napetosti, ki so izračunane iz faznih. Opazovane veličine so torej tri medfazne napetosti na vseh **Interphase voltage L12**, **Interphase voltage L23** in **Interphase voltage L31**. Za delovanje se uporabi največja od medfaznih napetosti.

5.5.2 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.33: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.5.2.1 Signal Pickup

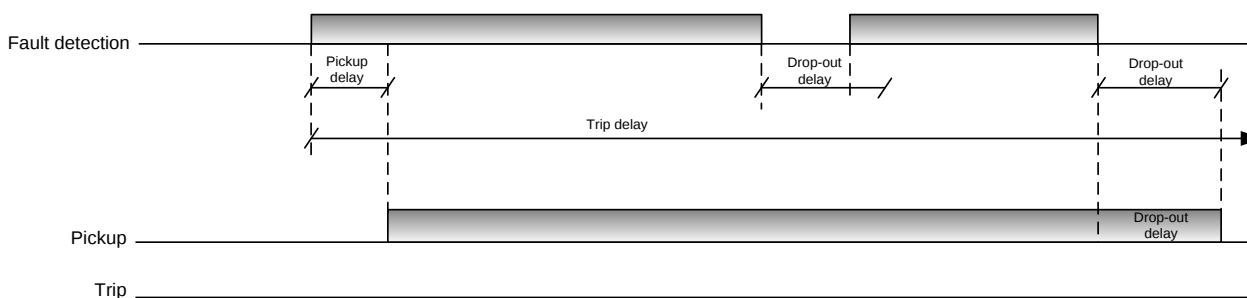
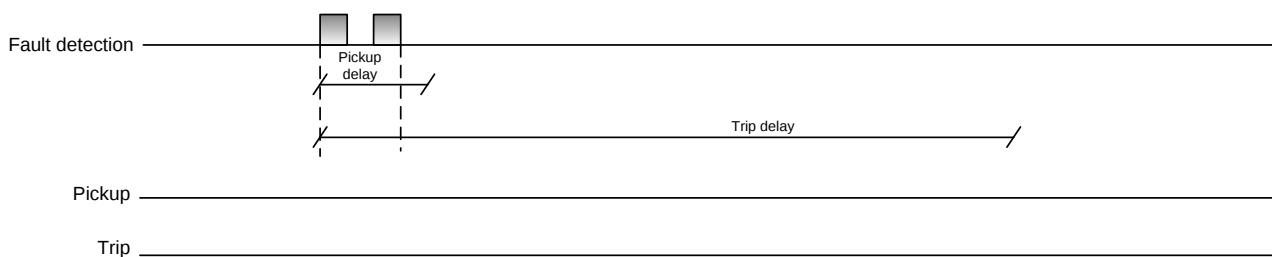
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.

Slika 5.34: Signal **Pickup**Slika 5.35: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.5.2.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

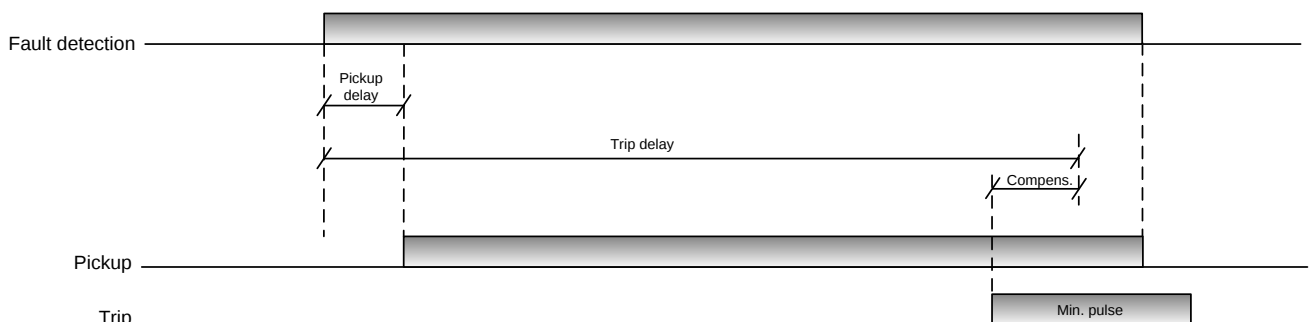
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.36: Delovanje zaščite

5.5.2.3 Trifazno delovanje

Zaščitni algoritem se izvede ločeno in neodvisno za vsako fazo posebej. Če pride do detekcije okvare vsaj na eni fazi, in ni blokade se postavi skupni signal **Pickup**. V primeru da pride do detekcije okvare na eni ali več fazah in je hkrati prisotna blokada se postavi signal **Pickup blocked**.

5.5.3 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklap skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklap preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklap skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap,

medtem ko zaščita deluje, se preklap izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklap se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

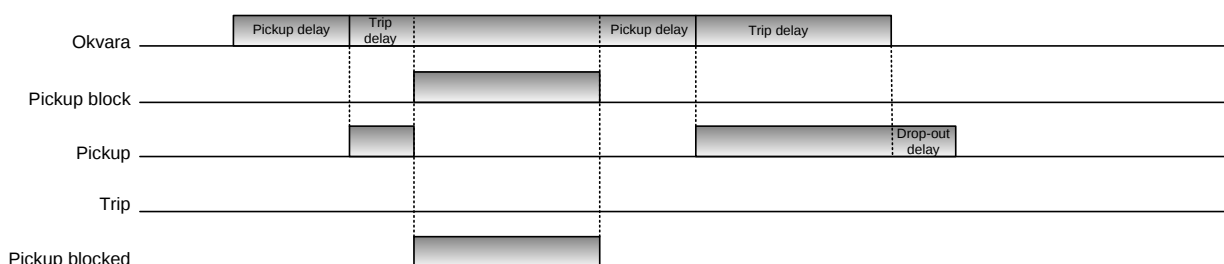
Tabela 5.10: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.5.4 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block....** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

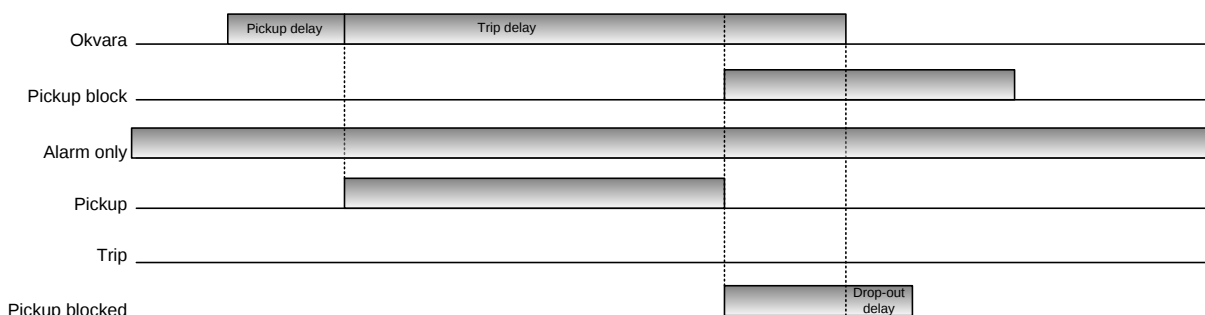


Slika 5.37: Blokada zaščite

5.5.4.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirán. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.38: Alarm only

5.5.5 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.5.6 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D	
Operate mode Off, On	Off – zaščitna funkcija neaktivna On – zaščitna funkcija aktivna
Pickup value 0,05...1,10...2,00 x Un	Meja opazovane veličine, nad katero zaščita prime.
Trip delay 0,00...0,50...300,00 sek	Zakasnitev signala Trip po detekciji okvare.

Control settings	
Group selection A, B, C, D, Input select	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitv: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation 0...25...1000 ms	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay 0...5...1000 ms	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay 0,00...0,20...60,00 s	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio 0,80...0,95...0,99	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 vhod (digitalni)	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip vhod (digitalni)	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked izhod (digitalni)	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Inputs

Interphase voltage L12 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U12.
Interphase voltage L23 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U23.
Interphase voltage L31 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U31.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

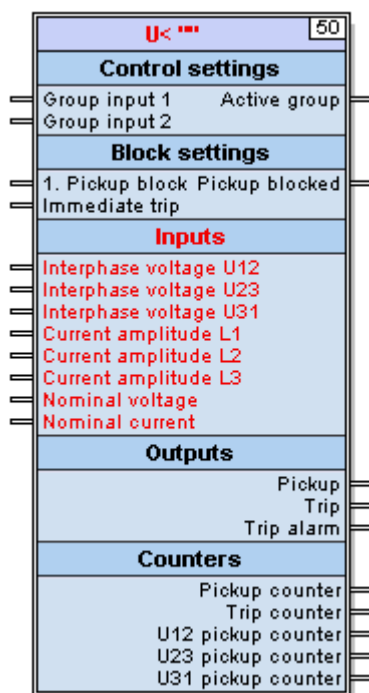
Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.
L12 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L12.
L23 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L23.
L13 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L13.

5.6 Podnapetostna zaščita ($U_{<}$)

Podnapetostna zaščita ščiti električne naprave pred podnapetostjo. Obratovalno stanje je problematično, saj podnapetost pa lahko povzroči probleme s stabilnostjo sistema.

Zaščita deluje pri zaznavanju padca napetosti na daljnovodih in velikih električnih postrojih ter odpravlja nedovoljena stanja elektroenergetskega sistema (preprečitev napetostne nestabilnosti sistema).

Hkrati lahko teče več podnapetostnih zaščit z različnimi nastavitvami, ki so lahko vključene v delovanje neodvisno ena od druge. Običajno sta pri podnapetostni zaščiti konfigurirani dve zaščitni stopnji. Enak modul se uporablja za vse stopnje zaščite.



Slika 5.39: Funkcijski blok podnapetostne zaščite U<

5.6.1 Delovanje zaščite

Za delovanje podnapetostne zaščite uporabimo navadno tri medfazne napetosti, ki so izračunane iz faznih. Opazovane veličine za zaščito so torej tri medfazne napetosti na vseh **Interphase voltage L12**, **Interphase voltage L23** in **Interphase voltage L31**. Za delovanje se uporabi najmanjša od medfaznih napetosti.

5.6.1.1 Tokovni kriterij

Delovanje podnapetostne zaščite oziroma njeno parametriranje zavisi od načina priključitve napetostnega merilnega transformatorja. Ta je lahko priključen na strani zbiralk ali pa na strani odvoda za odklopnikom. V drugem primeru se po delovanju podnapetostne zaščite, in izklopu voda, napetost ne vrne na nazivno vrednost in podnapetostna zaščita bi ostala v področju delovanja. Da bi to preprečili, uporabimo kot pogoj za delovanje podnapetostne zaščite tokovni kriterij. Zaščita lahko deluje le, če je tok odvoda večji od nastavljenе vrednosti **Zero current level**. Za tokovni kriterij se uporabi največji izmed faznih tokov.

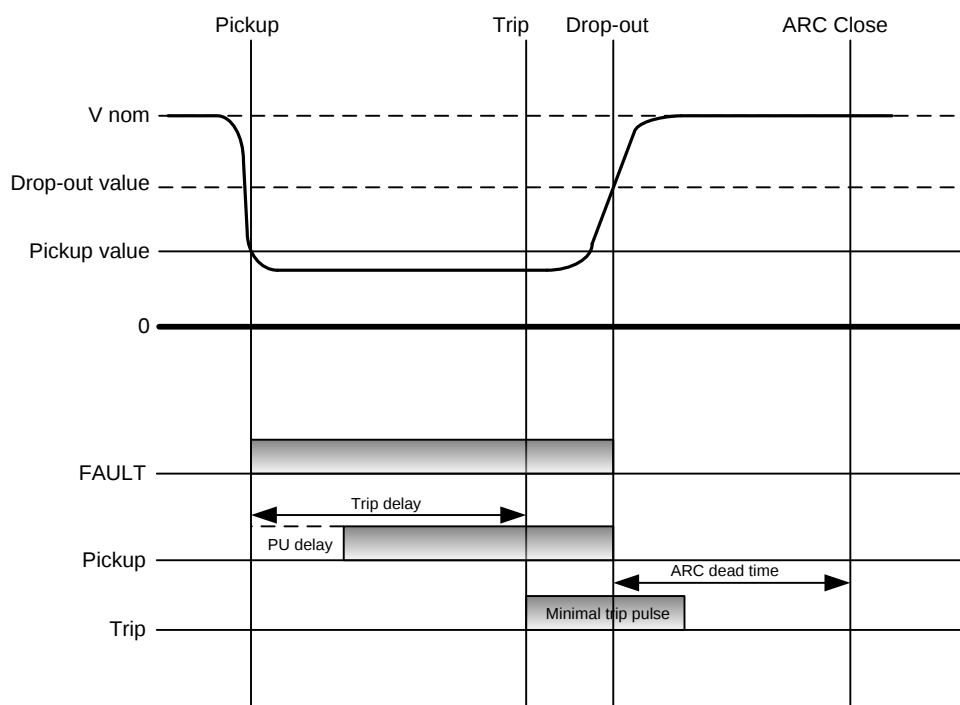
5.6.1.2 Priključitev napetostnih transformatorjev na strani zbiralk

Na sliki (Slika 5.40) je prikazano delovanje podnapetostne zaščite pri tipičnem poteku okvare in je napetostnik na strani zbiralk.

Ker je po delovanju odklopnika ponovno prisotna celotna napetost uporaba tokovnega kriterija v tem primeru ni potrebna. Po padcu napetosti pod nastavljen **Pickup** vrednost in po preteku časovne zakasnitve zaščita oddela. Zaščita ima neodvisno časovno karakteristiko. Po dvigu napetosti nazaj čez odpustno vrednost **Drop-out ratio** se vod zopet vklopi, običajno preko APV funkcije ali ročno.

Opomba

Pri nastavljanju časa "Minimal trip pulse" v CB modulu, je potrebno paziti, da je ta čas krajši od časa "Dead time" v ARC modulu.



Slika 5.40: Delovanje podnapetostne zaščite - napetostnik na strani zbiralk

5.6.1.3 Priključitev napetostnih transformatorjev na strani odvoda

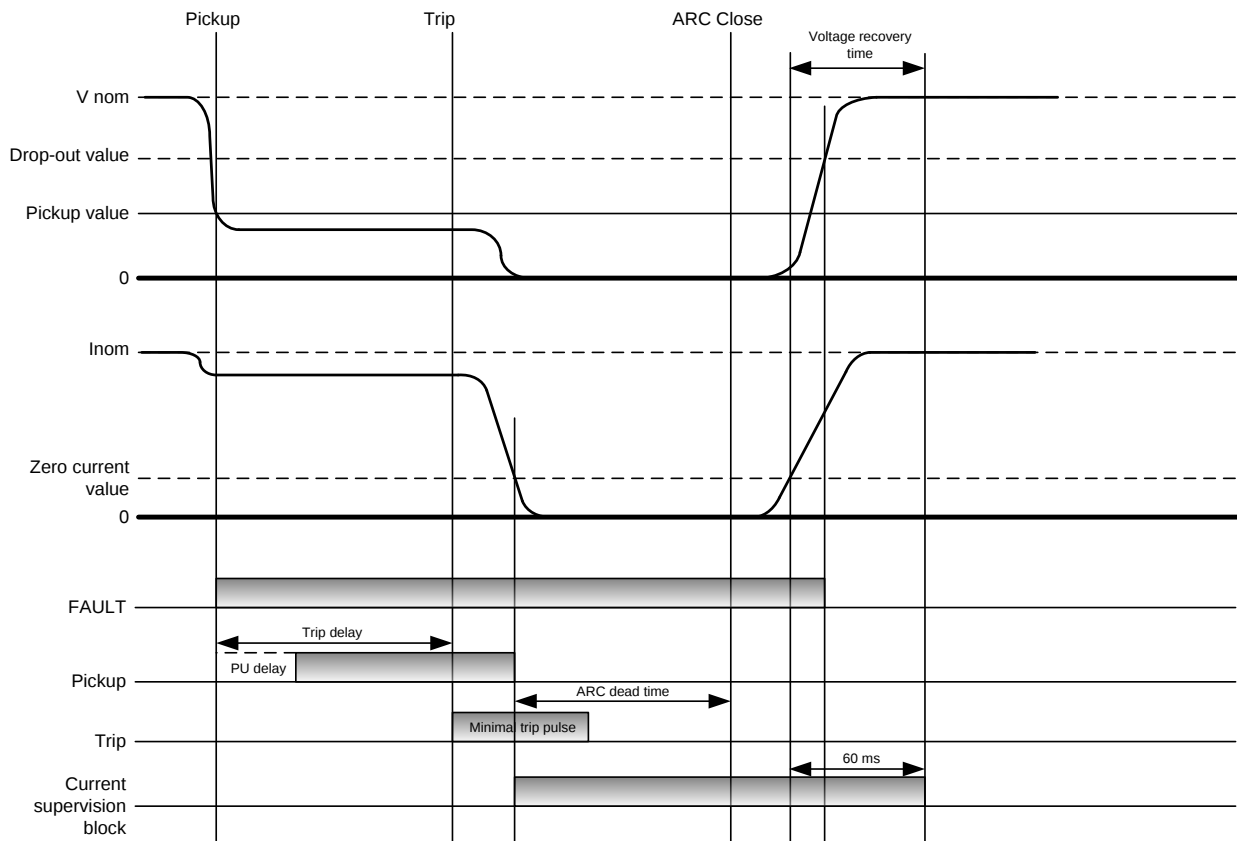
Na sliki (Slika 5.41) je prikazano delovanje podnapetostne zaščite pri tipičnem poteku okvare in je napetostnik na strani odvoda.

Po delovanju odklopnika ostane napetost pod vrednostjo delovanja. Zaradi tega moramo aktivirati tokovni kriterij **Zero current level**, ki nam zagotovi, da signal **Pickup** pade, ko bremenski tok zaradi delovanja odklopnika pade pod nastavljeno vrednost.

Po padcu napetosti pod nastavljeno **Pickup** vrednost in po preteku časovne zakasnitve zaščita oddela. Ko posledično po odklopu odklopnika pade tok pod nastavljeno vrednost **Zero current level**, se proži **Current supervision** blokada. Ta povzroči padec signalov **Pickup** in **Trip** (po preteku **Minimal pulse time**) in signal **Pickup blocked** se postavi. Običajno se tedaj sproži vklop voda s strani ARC funkcije (modul ARC). Po uspešnem vklopu voda in ponovnem dvigu toka čez **Zero current level** se **Current supervision** blokada podaljša še za 60 ms. V tem času se mora napetost dvigniti čez **Drop-out value**, sicer podnapetostna zaščita ponovno oddela.

Opomba

Pri nastavljanju časa "Minimal trip pulse" v CB modulu, je potrebno paziti, da je ta čas krajši od časa "Dead time" v ARC modulu.



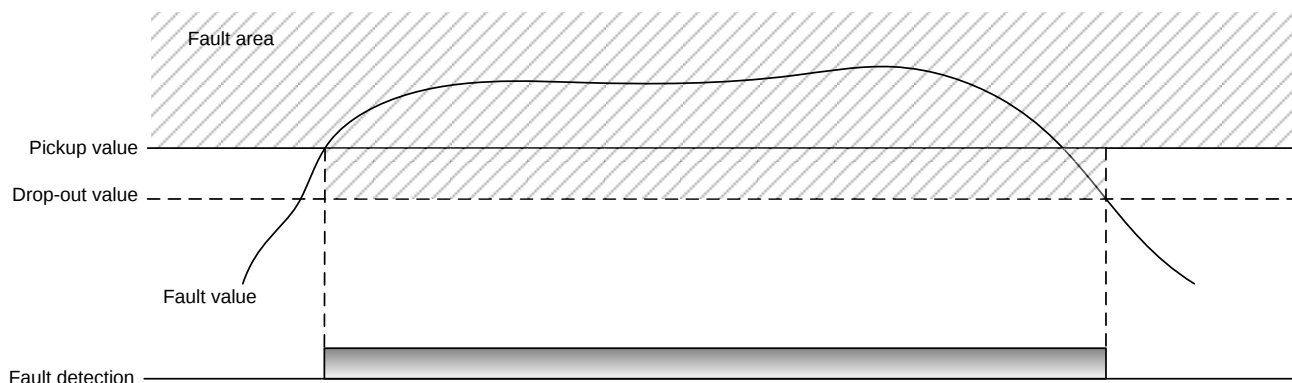
Slika 5.41: Delovanje podnapetostne zaščite - napetostnik na strani odvoda

5.6.2 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.42: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.6.2.1 Signal Pickup

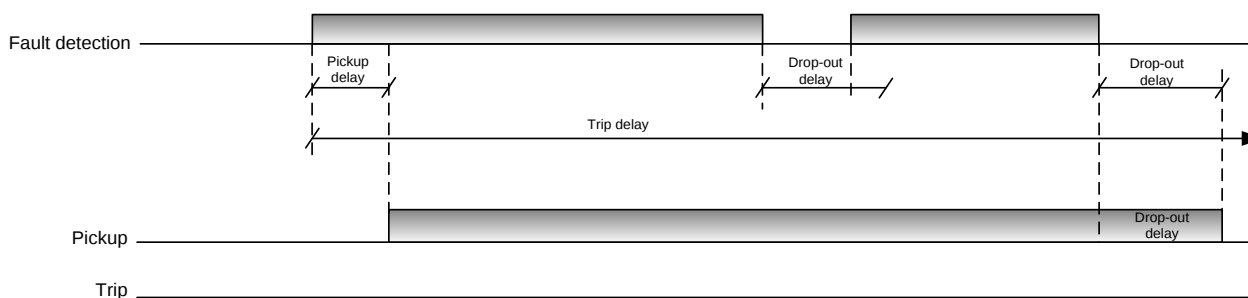
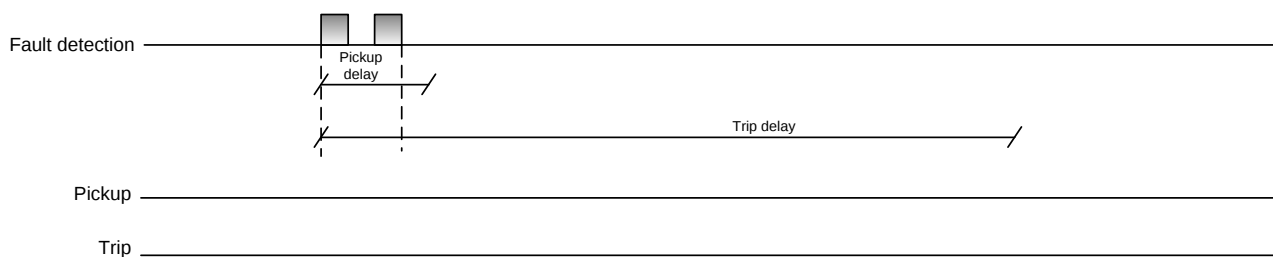
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.

Slika 5.43: Signal **Pickup**Slika 5.44: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.6.2.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

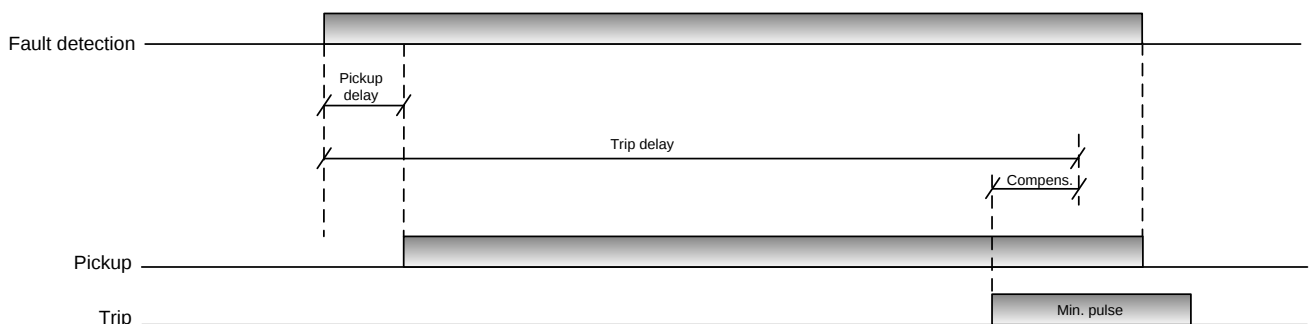
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.45: Delovanje zaščite

5.6.2.3 Trifazno delovanje

Zaščitni algoritem se izvede ločeno in neodvisno za vsako fazo posebej. Če pride do detekcije okvare vsaj na eni fazi, in ni blokade se postavi skupni signal **Pickup**. V primeru da pride do detekcije okvare na eni ali več fazah in je hkrati prisotna blokada se postavi signal **Pickup blocked**.

5.6.3 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklap skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklap preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklap skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap,

medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

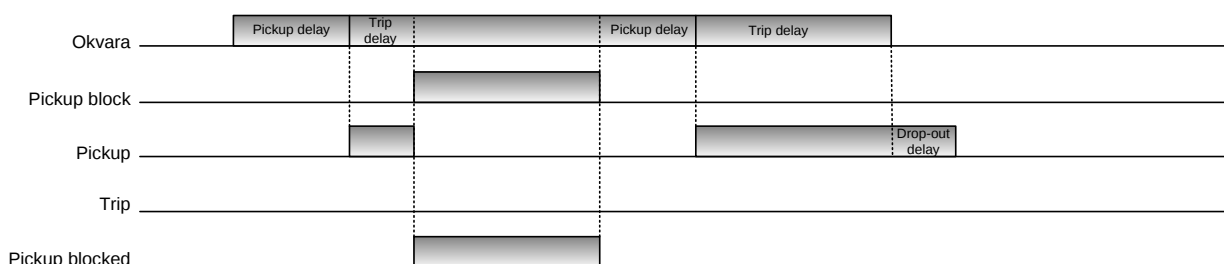
Tabela 5.11: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.6.4 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block....** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

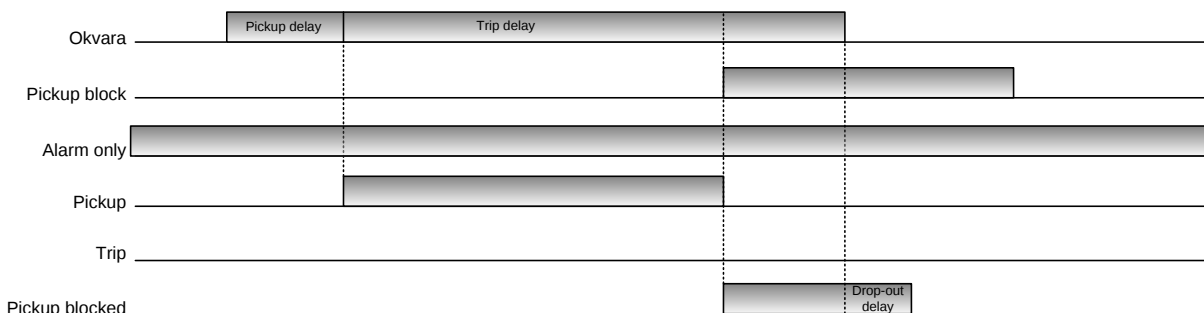


Slika 5.46: Blokada zaščite

5.6.4.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirán. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.47: Alarm only

5.6.5 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.6.6 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D

Operate mode Off, On	Off – zaščitna funkcija neaktivna On – zaščitna funkcija aktivna
Pickup value 0,10...0,75...2,00 x Un	Meja opazovane veličine, pod katero zaščita prime.
Trip delay 0,00...0,50...300,00 sek	Zakasnitev signala Trip po detekciji okvare.

Control settings

Group selection A, B, C, D, Input select	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group izhod (analogni)	Trenutno aktivna skupina nastavitve: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation 0...25...1000 ms	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanega izhodnega releja naprave.
Pickup delay 0...5...1000 ms	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay 0,00...0,20...60,00 s	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio 1,01...1,20...3,00 Pickup	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.

Block settings

Alarm only true false	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 vhod (digitalni)	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip vhod (digitalni)	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked izhod (digitalni)	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Current supervision

Enabled true, false	Omogočanje funkcije.
Zero current level 0,04...1,00 x In	Nivo toka, pod katerim blokiramo delovanje zaščite.

Inputs

Interphase voltage L12 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U12.
Interphase voltage L23 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U23.
Interphase voltage L31 vhod (analogni)	Amplituda medfazne napetosti U31.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.
Current angle L1 vhod (analogni)	Kot toka L1.
Current angle L2 vhod (analogni)	Kot toka L2.
Current angle L3 vhod (analogni)	Kot toka L3.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok.

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

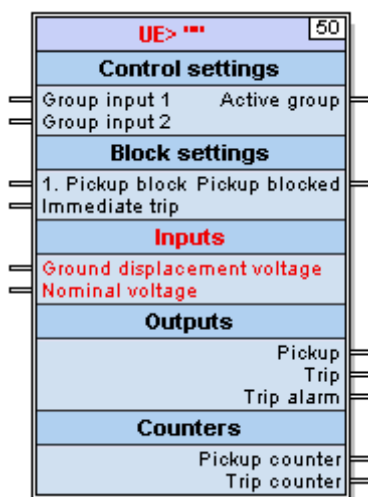
Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
---	------------------------

Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.
U12 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L12.
U12 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L23.
U12 pickup counter števec	Števec detekcij okvar v napetosti L13.

5.7 Zemeljskostična prenapetostna zaščita (UE>)

Zemeljskostična prenapetostna zaščita je namenjena detekciji zemeljskih stikov in zaščiti vodov pri zemeljskih stikih predvsem v izoliranih omrežjih. Zemeljskostična napetost se uporablja tudi za ugotavljanje smeri pri občutljivi zemeljskostični pretokovni zaščiti.

Hkrati lahko teče več zemeljskostičnih prenapetostnih zaščit z različnimi nastavitvami, ki so lahko vključene v delovanje neodvisno ena od druge.



Slika 5.48: Funkcijski blok zemeljskostične prenapetostne zaščite UE>

5.7.1 Delovanje zaščite

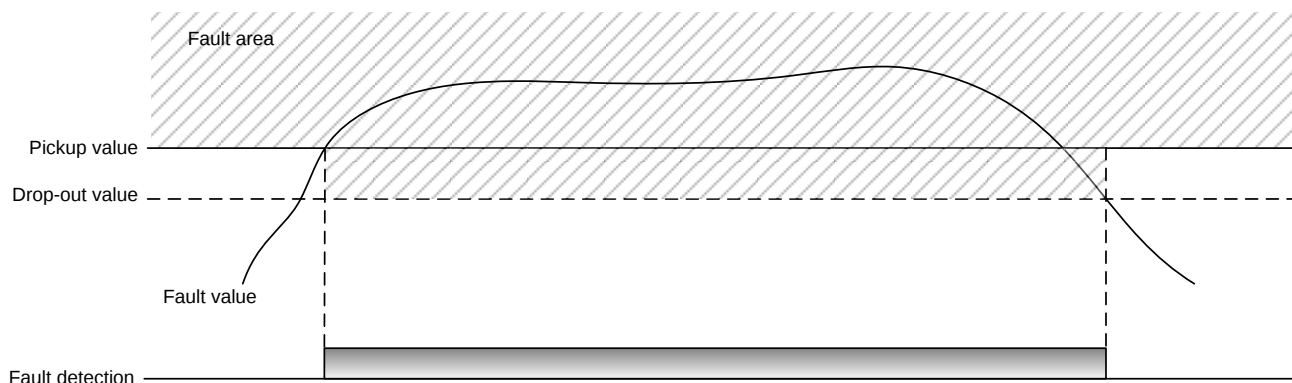
Za delovanje zemeljskostične prenapetostne zaščite kot opazovano veličino uporabimo poseben vhod, ki je priključen na residualno napetost – zemeljskostično napetost ali vsoto faznih napetosti. Zaščita ima neodvisno časovno karakteristiko.

5.7.2 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prijela nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.49: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.7.2.1 Signal Pickup

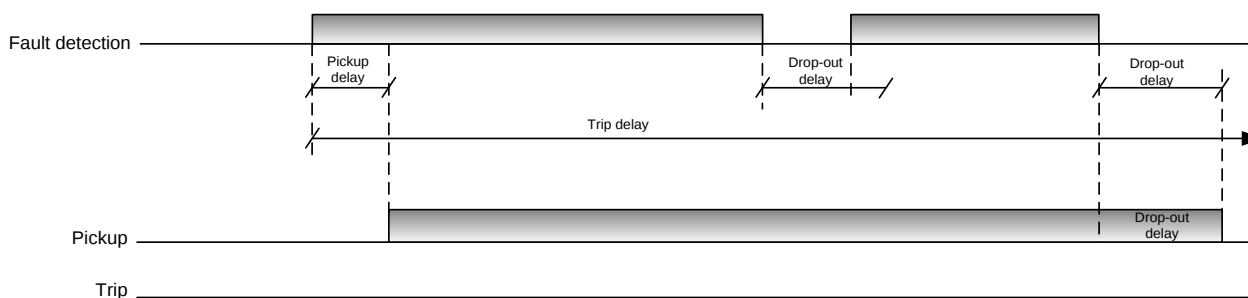
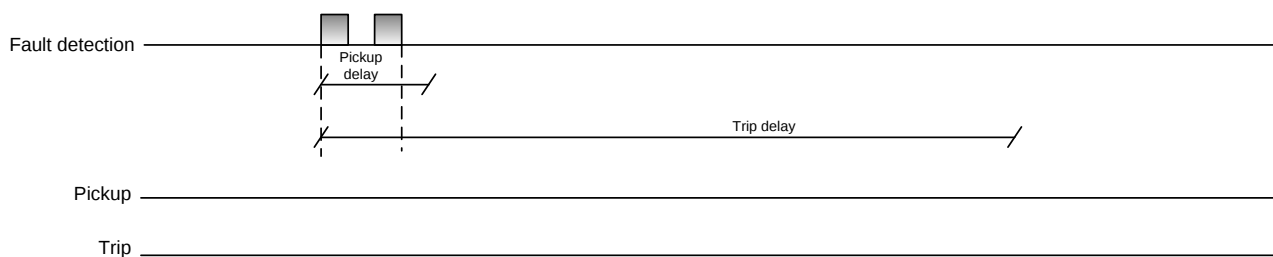
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.

Slika 5.50: Signal **Pickup**Slika 5.51: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.7.2.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

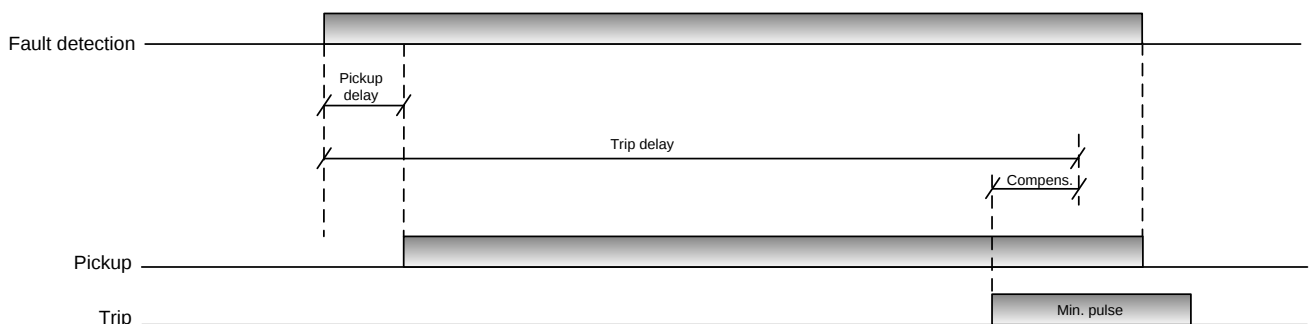
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.52: Delovanje zaščite

5.7.3 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na **"Off"**.

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

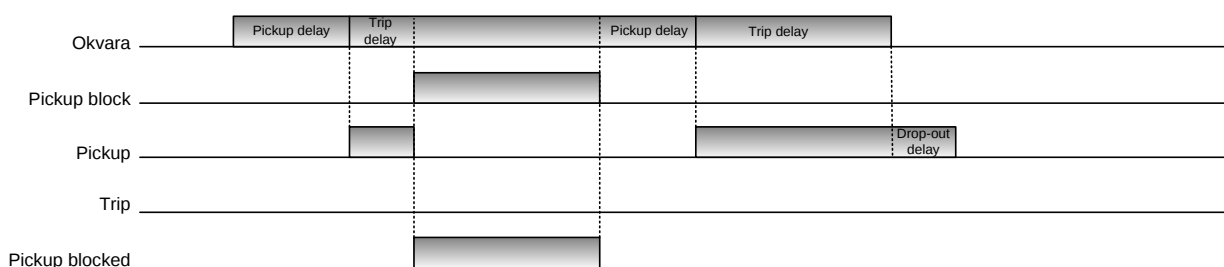
Tabela 5.12: Izbira skupine nastavitev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.7.4 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block...** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

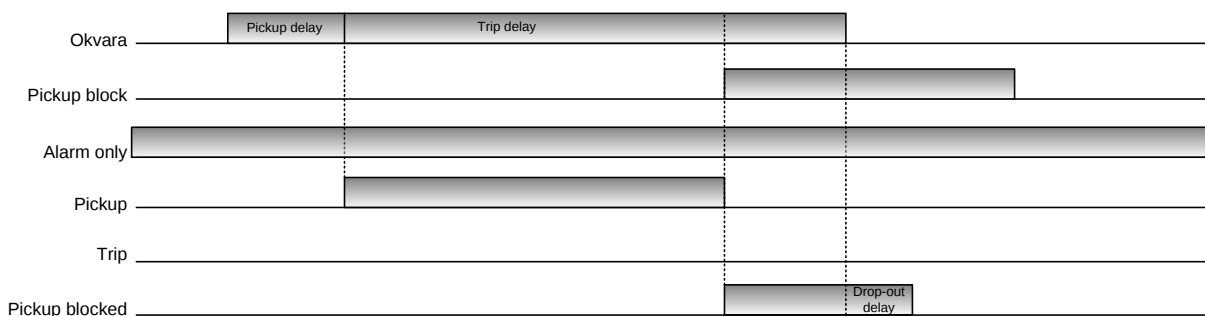


Slika 5.53: Blokada zaščite

5.7.4.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirano. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.54: Alarm only

5.7.5 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)
-

5.7.6 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D

Operate mode <i>Off, On</i>	<i>Off</i> – zaščitna funkcija neaktivna <i>On</i> – zaščitna funkcija aktivna
Pickup value <i>0,01...0,40...2,00 x Un</i>	Meja opazovane veličine, nad katero zaščita prime.
Trip delay <i>0,00...0,50...300,00 sek</i>	Zakasnitev signala Trip po detekciji okvare.

Control settings

Group selection <i>A, B, C, D, Input select</i>	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 <i>vhod (digitalni)</i>	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 <i>vhod (digitalni)</i>	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group <i>izhod (analogni)</i>	Trenutno aktivna skupina nastavitve: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation <i>0...25...1000 ms</i>	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay <i>0...5...1000 ms</i>	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay <i>0,00...0,20...60,00 s</i>	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Drop-out ratio <i>0,80...0,95...0,99</i>	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti.

Block settings

Alarm only <i>true false</i>	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 <i>vhod (digitalni)</i>	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip <i>vhod (digitalni)</i>	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked <i>izhod (digitalni)</i>	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Inputs

Ground displacement voltage vhod (analogni)	Amplituda zemeljskostične napetosti UE.
Nominal voltage konstantni vhod (analogni)	Nazivna medfazna napetost.

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

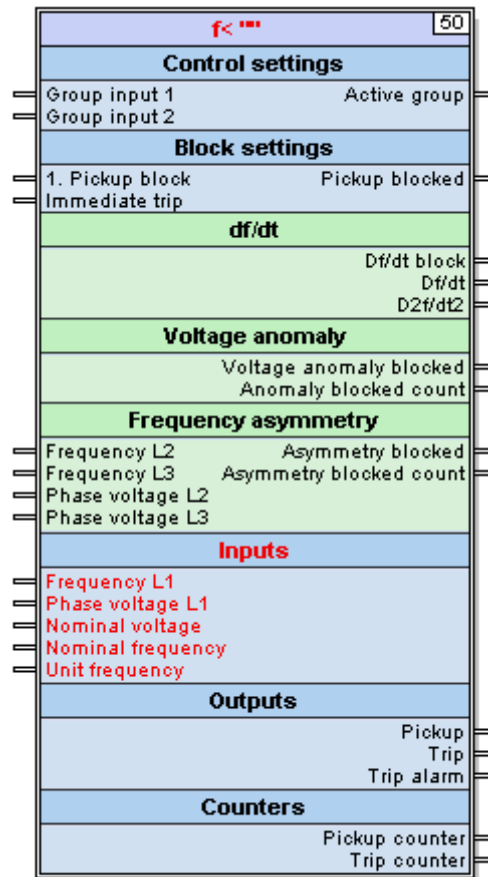
Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.8 Frekvenčna zaščita ($f>$, $f<$)

Frekvenčna zaščita zaznava nenormalno visoke ali nizke frekvence v elektroenergetskem sistemu. Če frekvenca leži izven dovoljene meje, se sprožijo ustrezne akcije, kot so frekvenčno razbremenjevanje (odklapljanje bremen) ali ločitev generatorja od sistema.

Znižanje sistemske frekvence se pojavi, ko se v sistemu pojavi preveliko realno povečanje porabe, ali se pojavi izpad na generacijskem delu, pri otočnem obratovanju in podobno.

Porast frekvence se zgodi, kadar se npr. veliki bloki bremen izklopijo iz sistema ali pride do okvare na generatorskem regulatorju.



Slika 5.55: Funkcijski blok frekvenčne zaščite, primer za $f <$

5.8.1 Delovanje zaščite

Opazovana veličina na katero zaščita deluje je frekvenca omrežja, merjena na napetostnem vhodu UL1. Meritev frekvence je na razpolago vsakih 10 ms. Zaščita ima neodvisno časovno karakteristiko.

Drop-out value je vrednost nad ali pod mejno vrednostjo **Pickup value**. Npr. če je **Pickup value** nastavljen na 48 Hz in **Drop-out value** nastavljen na 0,5 Hz, zaščita odpusti pri 48,5 Hz.

Zaščiti nastavimo tudi najmanjša amplitudo referenčne napetosti UL1 **Minimal voltage**, pri kateri zaščita še deluje. Če je referenčna napetost manjša od nastavljene, je delovanje zaščite blokirano.

5.8.2 Podfrekvenčna in nadfrekvenčna zaščita

Hkrati lahko teče več frekvenčnih zaščit z različnimi nastavitvami, ki so lahko vključene v delovanje neodvisno ena od druge. Frekvenčna zaščita lahko deluje kot podfrekvenčna ali nadfrekvenčna zaščita. Običajno lahko nastavimo eno ali dve nadfrekvenčni stopnji in eno ali dve podfrekvenčni.

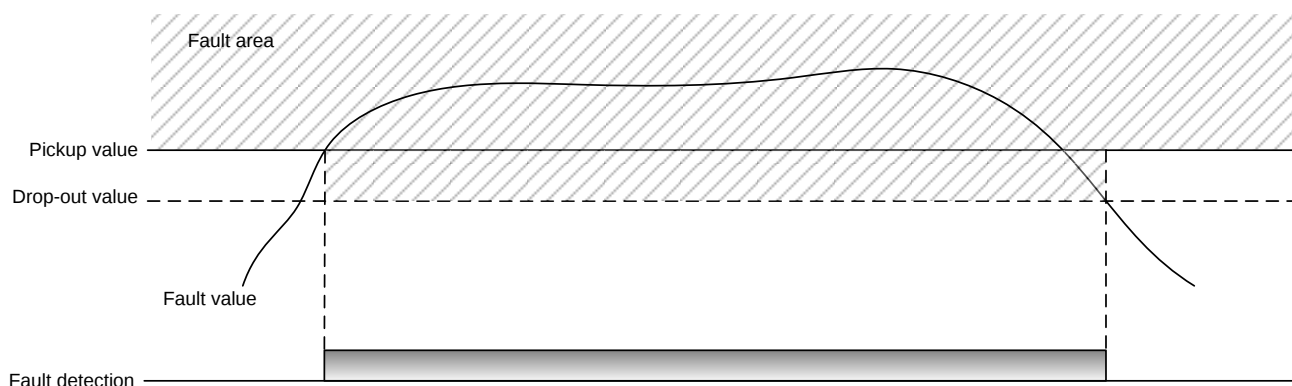
Pri podfrekvenčni zaščiti lahko nastavimo parameter **Pickup value** pod nazivno frekvenco omrežja. Območje delovanja zaščite je pod **Pickup value** mejo. Pri nadfrekvenčni zaščiti pa lahko **Pickup value** nastavimo nad nazivno frekvenco omrežja. Območje delovanja zaščite je nad **Pickup value** mejo. Če je **Pickup value** nastavljen točno na nazivno frekvenco, je funkcija neaktivna.

5.8.3 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.56: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.8.3.1 Signal Pickup

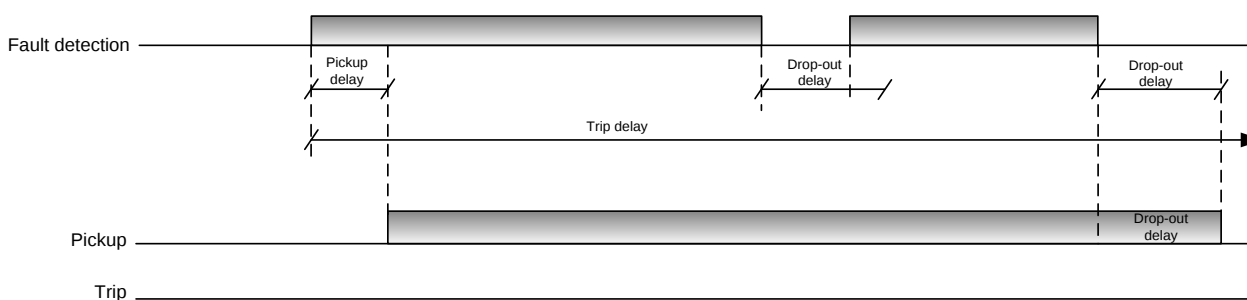
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

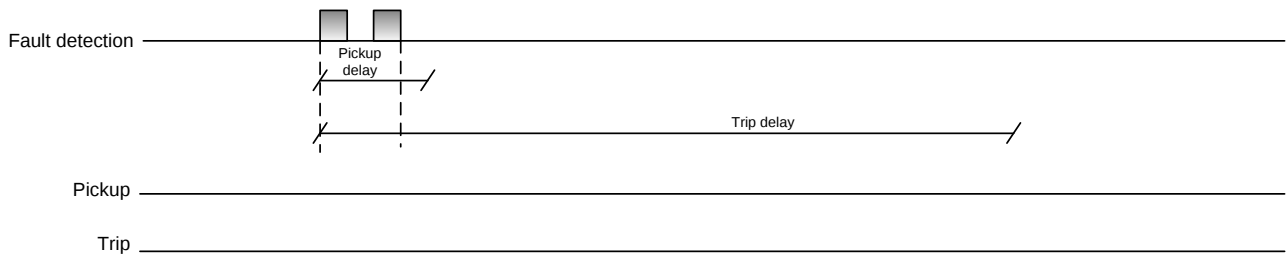
- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.



Slika 5.57: Signal **Pickup**



Slika 5.58: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.8.3.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

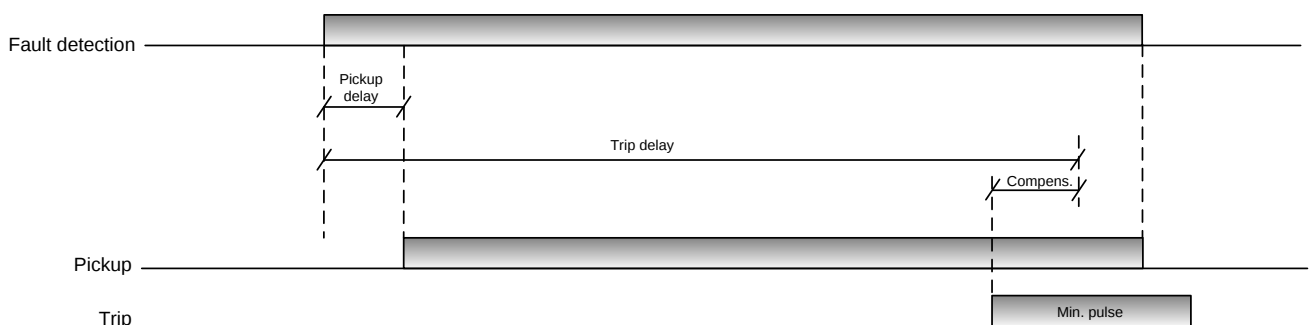
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.59: Delovanje zaščite

5.8.4 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna

skupina nastavitve zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitve se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na "Off".

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklop, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

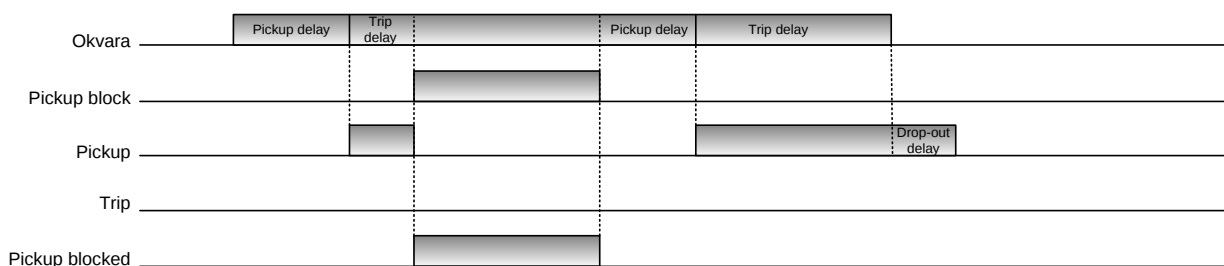
Tabela 5.13: Izbira skupine nastavitvev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.8.5 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block...** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

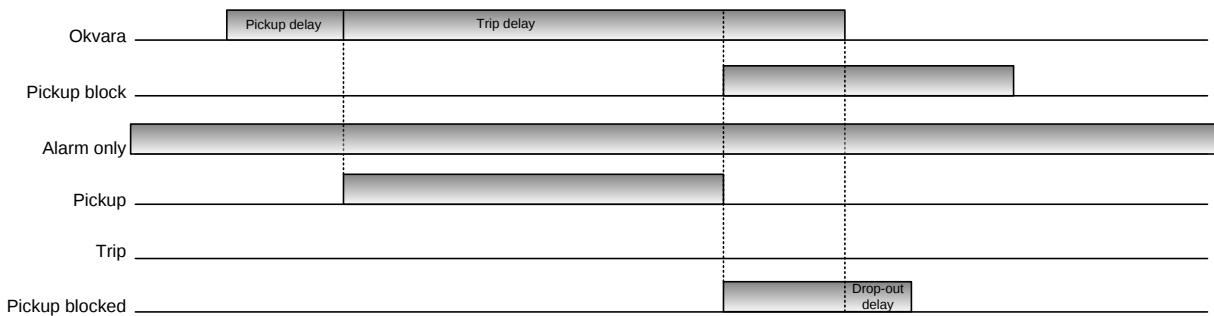


Slika 5.60: Blokada zaščite

5.8.5.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirana. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.61: Alarm only

5.8.5.2 Blokada df/dt

Blokada df/dt je namenjena blokiranju delovanja zaščite pri prehodnih pojavih kjer frekvenca močno zaniha in lahko sproži nepravilno delovanje zaščite. Tak primer dobimo na primer, pri zemeljskih stikih in ozemljitvijo s Petersenovo dušilko, kjer se vzpostavi RLC nihajni člen drugega reda.

Merita se prvi in drugi odvod frekvence s časovno diferenco 20 ms in se zapisujeta na izhoda **df/dt** in **d^2f/dt^2** .

Pogoj za blokado je, ko:

- absolutna vrednost **df/dt** preseže nastavljeno mejo **df/dt level**, ali
- absolutna vrednost amplitude **d^2f/dt^2** preseže nastavljeno mejo **df/dt level** za faktor **d^2f/dt^2 factor**.

Blokada je aktivna, ko je postavljen pogoj za blokado in se podaljša za čas **Block drop-off delay**. Časovnik **Block drop-off delay** starta, ko izgine pogoj za blokado in je namenjen stabilizaciji blokade. Ko je blokada aktivna, je postavljen signal **df/dt block**, postavi se signal **Pickup blocked**. Števec **df/dt block count** šteje blokade delovanj zaščite.

5.8.5.3 Blokada napetostne anomalije

Anomalija na napetostnem vhodu se pojavi, če se na amplitudi med dvema zaporednima vzorcema pojavi hiter porast amplitude - stopnica večja od nastavitve **Anomaly level**.

Če funkcija zazna anomalijo, se časovnika za **Pickup** in **Trip** zamrzneta. Zamrznitev starta po preteku časa **Block delay** in traja **Block duration**. V tem času se postavi signal **Voltage anomaly blocked**. Pojave teh blokad šteje števec **Anomaly blocked count**.

Če se pojavi nova anomalija še preden se izteče stara, se jo upošteva na enak način glede na nastavitve. Blokade se torej lahko prekrivajo. Skupni čas blokade je tako od trenutka, ko se prva blokada začne do trenutka, ko se druga blokada konča (ob izteku časa **Block duration** po pojavu druge blokade).

Še en indikator napetostne anomalije je asimetrija frekvenc med tremi napetostnimi fazami. Blokado na asimetrijo frekvenc nastavljamo v segmentu **Frequency asymmetry**. Asimetrija frekvenc je, če se katerikoli dve frekvenci treh faz (vhodi **Frequency L1**, **Frequency L2**, **Frequency L3**) razlikujeta za več kot nastavljen nivo **Asymmetry level** in so vse tri napetosti večje od minimalnega nivoja **Minimal voltage**.

Če funkcija zazna asimetrijo frekvenc, se časovnika za **Pickup** in **Trip** zamrzneta in postavi se signal **Asymmetry blocked**. Pojave teh blokad šteje števec **Asymmetry blocked count**.

5.8.6 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija **I2t** v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.8.7 Parametri, vhodi in izhodi modula

\ Group settings A...D \

Operate mode <i>Off, On</i>	<i>Off</i> – zaščitna funkcija neaktivna <i>On</i> – zaščitna funkcija aktivna
Pickup value <i>45,00...49,50...55,00 Hz</i>	Meja opazovane veličine, nad/pod katero zaščita prime.
Trip delay <i>0,00...60,00...300,00 s</i>	Zakasnitev signala Trip po detekciji okvare.

Control settings

Group selection <i>A, B, C, D, Input select</i>	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 <i>vhod (digitalni)</i>	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 <i>vhod (digitalni)</i>	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group <i>izhod (analogni)</i>	Trenutno aktivna skupina nastavitve: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation <i>0...25...1000 ms</i>	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay <i>0...5...1000 ms</i>	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay <i>0,00...0,20...60,00 s</i>	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.
Minimal voltage <i>0,00...0,65...1,00 Un</i>	Najmanjša amplituda referenčne napetosti, pri kateri zaščita še deluje.. Če je referenčna napetost manjša je zaščita blokirana. 10% histereze
Drop-out value <i>0,01...1,00 Hz</i>	Odpustna vrednost, kjer zaščita odpusti glede na nastavljeno mejo Pickup value .

Block settings

Alarm only <i>true false</i>	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 <i>vhod (digitalni)</i>	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip <i>vhod (digitalni)</i>	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked <i>izhod (digitalni)</i>	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Block settings / df/dt

Enabled <i>true, false</i>	Omogočanje funkcije.
df/dt level <i>0,2...10,0 Hz/s</i>	Meja za izpolnjen pogoj blokade df/dt.
d2f/dt2 factor <i>0...100...500</i>	Meja za izpolnjen pogoj blokade d2f/dt2 relativno na df/dt level . Vrednost 0 pomeni, da se ta pogoj ne upošteva pri blokadi.
Block drop-off delay <i>0...20...2000 ms</i>	Čas po padcu pogoja blokade, ko je blokada še aktivna

df/dt block izhod (digitalni)	Blokada je aktivna.
df/dt izhod (analogni)	Prvi odvod frekvence po času.
d2f/dt2 izhod (analogni)	Drugi odvod frekvence po času.
df/dt block count števec	Števec blokiranih Pickup signalov zaradi te blokade.

Block settings / Voltage anomaly

Enabled true, false	Omogočanje funkcije.
Anomaly level 0...1200...65000	Minimalna vrednost stopnice v delcih.
Block delay 0...70...1000 ms	Maksimalna zakasnitev blokade.
Block duration 0...180...1000 ms	Minimalno trajanje blokade.
Voltage anomaly blocked izhod (digitalni)	Blokada v teku.
Anomaly blocked count števec	Števec delovanj blokad.

Block settings / Frequency asymmetry

Enabled true, false	Omogočanje funkcije.
Asymmetry level 0,00...0,10...5,00 Hz	Maksimalna razlika med dvema frekvencama.
Frequency 2 vhod (analogni)	Frekvenca napetosti 2.
Frequency 3 vhod (analogni)	Frekvenca napetosti 3.
Voltage amplitude 2 vhod (analogni)	Amplituda napetosti 2.
Voltage amplitude 3 vhod (analogni)	Amplituda napetosti 3.
Asymmetry blocked izhod (digitalni)	blokada je v teku
Asymmetry blocked count števec	Števec delovanj blokad.

Inputs

Frequency L1 vhod (analogni)	Frekvenca fazne napetosti L1.
Phase voltage L1 vhod (analogni)	Amplituda fazne napetosti L1.
Nominal frequency konstantni vhod (analogni)	Nazivna frekvenca.
Unit frequency konstantni vhod (analogni)	Vrednost enote frekvence.

Outputs

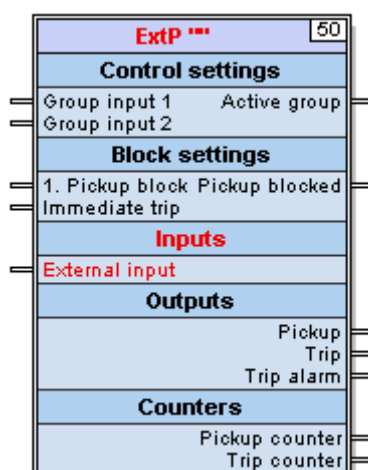
Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.9 Zunanja zaščita (ExtP)

Funkcionalnost Zunanja zaščita je namenjena priključitvi drugih zunanjih zaščit na digitalni vhod naprave.



Slika 5.62: Funkcijski blok zunanje zaščite

5.9.1 Delovanje zaščite

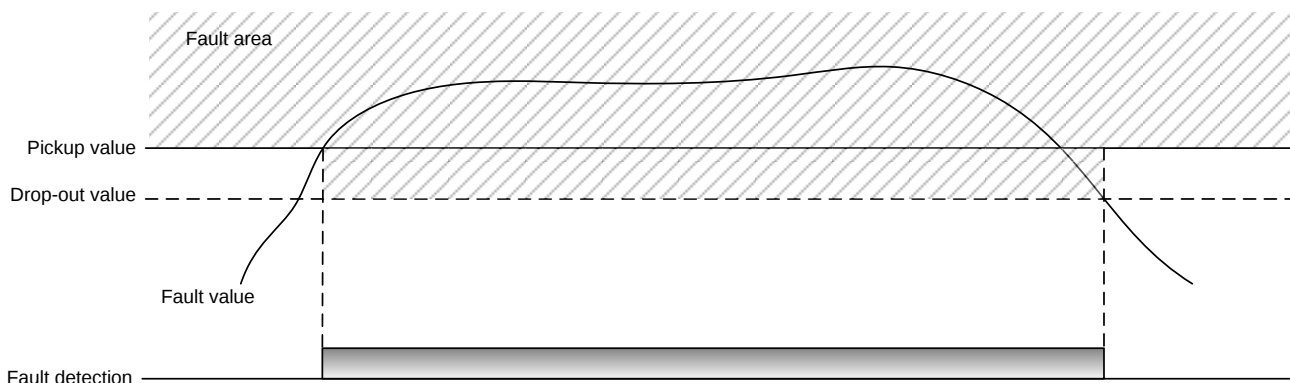
Algoritem zunanje zaščite je realiziran podobno kot ostale zaščite, le da opazovana veličina ni analogna ampak digitalna vrednost, običajno stanje zunanjega digitalnega vhoda.

5.9.2 Element detekcije (Pickup člen)

Okvara je, ko opazovana veličina pride v območje delovanja zaščite. Pri določanju območja delovanja zaščite se upošteva histerezni značaj. Začetno območje delovanja je nad mejo **Pickup value**, nato se območje delovanja zaščite spremeni, tako da je nova meja nad **Drop-out value**. Drop-out histereza se običajno nastavlja relativno glede na **Pickup value**.

*Primer: **Pickup value** 1,1 pri 300 A nazivnega toka pomeni, da bo zaščita prišla nad 330 A. Pri **Drop-out** histerezi 0,95 bo zaščita odpustila pri 313,5 A.*

Ko je opazovana veličina v območju delovanja zaščite, rečemo da zaščita prime ali deluje. Ko veličina izpade iz območja delovanja, rečemo da zaščita odpusti ali se resetira.



Slika 5.63: Območje delovanja zaščite - območje okvare

5.9.2.1 Signal Pickup

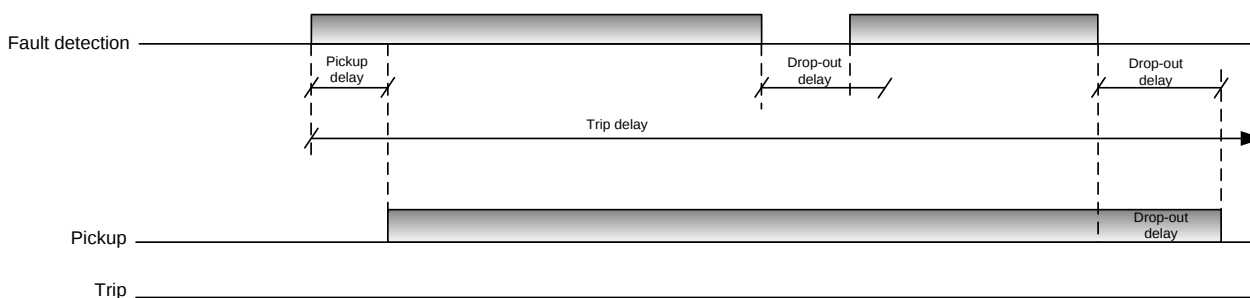
Indikator, da je prišlo do okvare nam sporoča izhod **Pickup**. Čas potrditve **Pickup delay** je namenjen stabilizaciji signalizacije okvare in preprečuje, da bi se zelo kratke motnje v merilnem delu sistema javljale kot okvare.

Pickup se postavi:

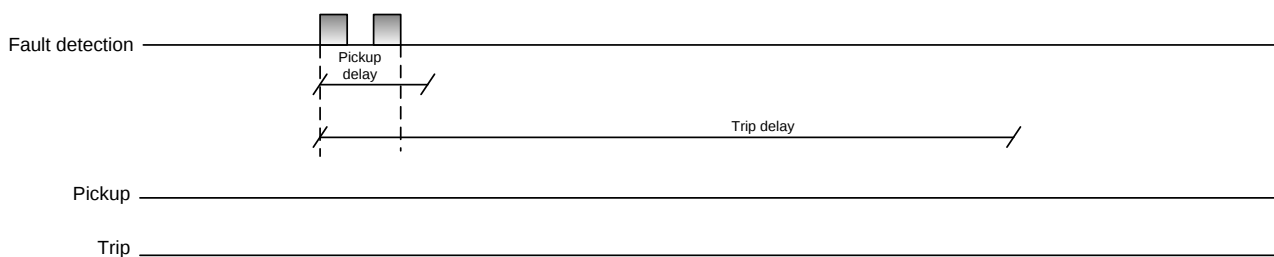
- ko je prisotna okvara in
- poteče čas potrditve **Pickup delay** in
- ni nobene blokade

Pickup pade:

- ko ni okvare in poteče **Drop-out delay**, če se signal **Trip** še ni postavil ali,
- ko ni okvare, če se je signal **Trip** že postavil ali,
- ko se pojavi blokada.



Slika 5.64: Signal **Pickup**



Slika 5.65: Čas potrditve okvare (**Pickup delay**)

5.9.2.2 Signal Trip

Signal **Trip** je namenjen proženju izklopa odklopnika, ki izklopi okvarjen element iz omrežja. Velik delež okvar je prehodnega značaja, ki izginejo v zelo kratkem času. V takih primerih izklop ni potreben, zato se izklopni Trip signal nekoliko zakasni. Drugi razlog za zakasnitev izklopa je zagotovitev selektivnosti izklopov vzdolž voda. Zakasnitev nastavimo s parametrom **Trip delay**. V primeru, da je zaščita blokirana, se signal **Trip** ne bo postavil.

Trip se postavi:

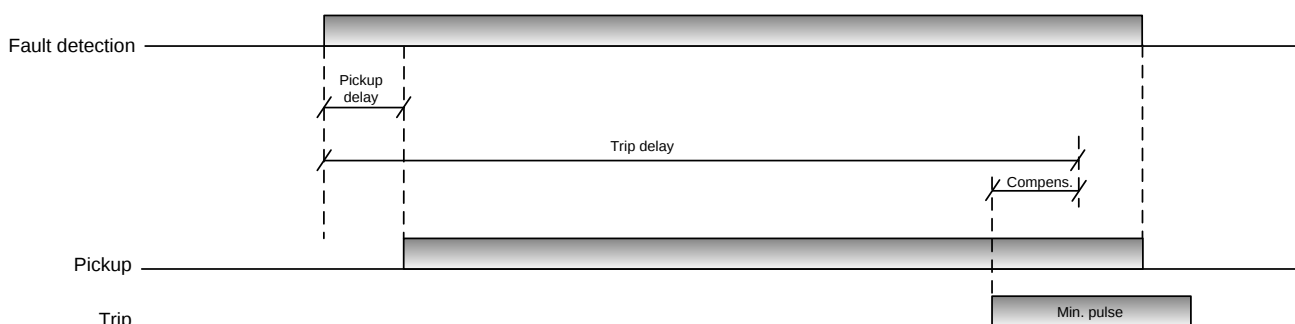
- ko je prisotna okvara in
- je postavljen signal **Pickup** in
- poteče čas **Trip delay** in
- ni nobene blokade.

Signal **Trip** pade:

- ko pade **Pickup** in
- poteče čas **Minimal Trip pulse**.

Zaščita lahko začasno deluje tudi brez zakasnitve **Trip delay = 0**. Za ta namen ima zaščita poseben vhod **Immediate trip**, ki postavi način delovanja zaščite s takojšnjim izklopom - signal **Trip** se postavi istočasno kot **Pickup**. Uporabi se lahko na primer za povezavo z **APV** funkcijo, kjer želimo da v drugem ciklu APV zaščita deluje takoj.

Pri delovanju zaščite pride do določenih zakasnitev na nivoju detekcije in izvedbe izklopa. Naprava potrebuje nekaj časa da zazna okvaro, po postavitvi signala Trip pa se nekaj milisekund zakasnitve pridela tudi pri prenosu signala na zunanji izhodni rele in naprej na izklopni tokokrog odklopnika. Za časovno kompenzacijo tega izgubljenega lastnega časa nastavimo parameter **Open compensation**.



Slika 5.66: Delovanje zaščite

5.9.3 Skupine nastavitvev

Skupine nastavitvev omogočajo dinamični preklap med različnimi nastavitvami med obratovanjem in s tem preklap med različnimi režimi delovanja sistema. Nastaviti je možno do štiri različne skupine. Posamezna skupina nastavitvev zajema ključne in specifične nastavitve, ki jih omogoča zaščitna funkcija. Parametri, ki se nahajajo v skupinah nastavitvev se zato lahko nastavijo v štirih različnih variantah, ali pa se skupina, ki se ne uporabi, nastavi na **"Off"**.

Preklop skupine se proži preko dveh digitalnih vhodov, **Group input 1** in **Group input 2**, tako imamo močnih več opcij. Preklop preko zunanjih digitalnih vhodov ali po komunikaciji preko daljinske komande. Preklop skupine se izvrši le v mirujočem stanju zaščite, ko zaščita ne deluje. Če pride do zahteve za preklap, medtem ko zaščita deluje, se preklop izvrši šele ko zaščita zopet preide v mirujoče stanje. Preklop se izvede v trenutku.

Če je skupina v kontrolnih nastavitvah izklopljena (na primer **Operate mode = Off**) in uporabnik izbere to skupino s parametrom **Group selection** ali z **Input select** je zaščitna funkcija neaktivna. Nastavitve izbire skupin se nahajajo v skupini nastavitvev **Control settings**.

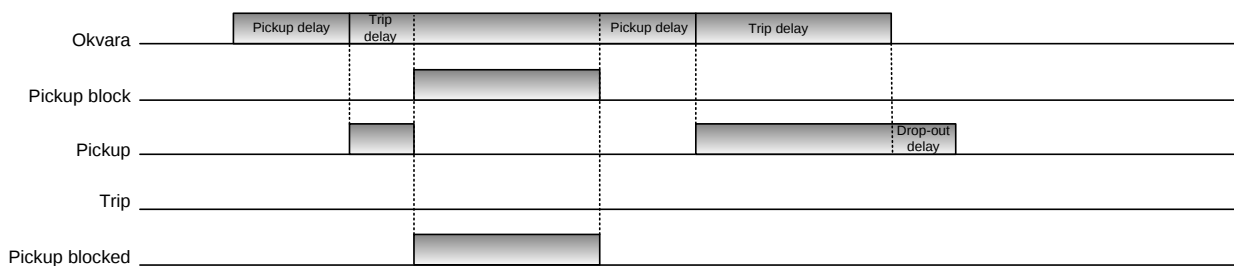
Tabela 5.14: Izbira skupine nastavitev

Group input 1	Group input 2	Izbrana skupina
0	0	A
1	0	B
0	1	C
1	1	D

5.9.4 Blokada

Za potrebe blokiranja ima zaščitna funkcija do 10 digitalnih vhodov, ki jih lahko poljubno povezujemo preko izhodov drugih funkcionalnih modulov. Na ta način lahko na primer blokiramo zaščito z katerim koli zunanjim digitalnim vhodom ali izhodnimi signali, kot na primer: rezultat zapahovanja na nivoju celice, poljubne logične funkcije in podobno.

Zaščita je blokirana, ko je postavljen katerikoli vhod **Pickup block...** Če je zaščita blokirana, se namesto signala **Pickup** postavlja signal **Pickup blocked**. Če pride do blokade med okvaro, blokada podre morebitno postavljen signal **Pickup** in ponastavi časovnik **Trip delay**. V primeru ko blokada izgine in je okvara še prisotna, zaščitna funkcija ponovno starta od začetka kot nova okvara.

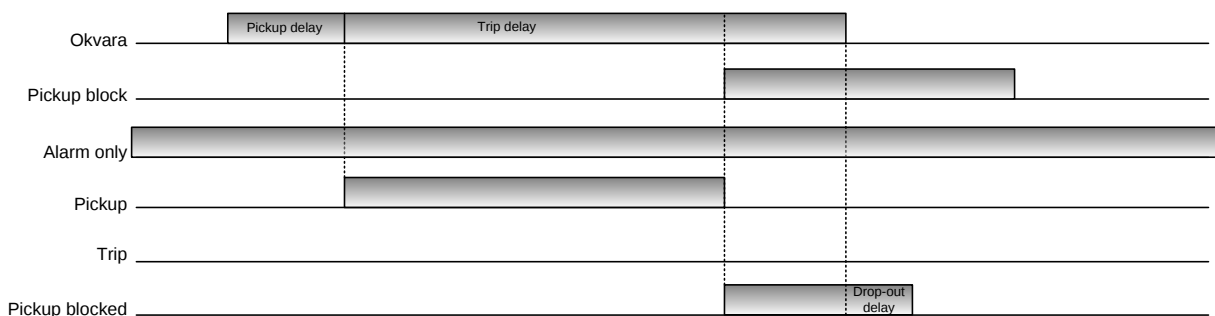


Slika 5.67: Blokada zaščite

5.9.4.1 Alarm only

V običajnem režimu delovanja je funkcija namenjena izklopu okvarjenega elementa preko signala **Trip**, ki je preko **ACQ** modula povezan na zunanji digitalni rele naprave. Pri delovanju zaščite se postavljata oba signala **Trip** in **Trip alarm**.

"Alarm only" je poseben način delovanja zaščitne funkcije, kjer je zaščitna funkcija namenjena le signalizaciji in ne izklopu. V "Alarm only" načinu se postavlja le signal **Trip alarm**, **Trip** pa je blokirano. Ta način vklopimo s parametrom **Alarm only**.



Slika 5.68: Alarm only

5.9.5 Statistični števci

Za namene statistične analize detekcije okvar in delovanja zaščite so v modulu zaščite števci, ki štejejo število operacij. Števci se uporabljajo na primer za analizo obrabe primarnih elementov ter določitev najbolj pogostih tipov okvar, ki se pojavljajo v omrežju.

*Opomba: Za bolj podrobno meritev obrabe polov je bolj natančna funkcija I2t v modulu **Circuit Breaker Control (CB)**, ki računsko določa termično obrabo polov odklopnika glede na izklopni tok okvare.*

Modul na svoje izhode zapisuje:

- število detekcij okvar (izhod **Pickup counter**)
- število delovanj zaščite (izhod **Trip counter**)

5.9.6 Parametri, vhodi in izhodi modula

Group settings A...D

Operate mode <i>Off, On</i>	<i>Off</i> – zaščitna funkcija neaktivna <i>On</i> – zaščitna funkcija aktivna
Trip delay <i>0,00...0,50...300,00 sek</i>	Zakasnitev signala Trip po detekciji okvare.

Control settings

Group selection <i>A, B, C, D, Input select</i>	A-D: izbira skupine Input select: skupina se izbira glede na vhoda Input1 in Input2
Group input 1 <i>vhod (digitalni)</i>	Prvi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Group input 2 <i>vhod (digitalni)</i>	Drugi digitalni vhod za izbiro skupine v načinu <i>Input select</i> .
Active group <i>izhod (analogni)</i>	Trenutno aktivna skupina nastavitvev: 0: A, 1: B, 2: C, 3: D
Open compensation <i>0...25...1000 ms</i>	Kompenzacija časa Trip delay zaradi lastnega časa delovanja zunanjega izhodnega releja naprave.
Pickup delay <i>0...5...1000 ms</i>	Časovna stabilizacija detekcije okvare, proti motnjam na merilnih tokokrogih. Čas predno zaščita še prime.
Drop-out delay <i>0,00...0,20...60,00 s</i>	Časovna stabilizacija Pickup signala. Čas, ko je vrednost opazovane veličine izven območja delovanja zaščite vendar zaščita še ne odpusti.

Block settings

Alarm only <i>true false</i>	Blokada signala Trip .
Pickup block 1...10 <i>vhod (digitalni)</i>	Blokada delovanja zaščite.
Immediate trip <i>vhod (digitalni)</i>	Aktivacije takojšnjega delovanja zaščite (Trip delay = 0).
Pickup blocked <i>izhod (digitalni)</i>	Signalizacija blokade delovanja zaščite.

Inputs

External input <i>vhod (digitalni)</i>	Digitalna opazovana veličina.
--	-------------------------------

Outputs

Pickup izhod (digitalni)	Detekcija okvare.
Trip izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen izklopu okvarjenega elementa.
Trip alarm izhod (digitalni)	Signal delovanja zaščite namenjen le signalizaciji.
Minimal Trip pulse 0...20...1000 ms	Minimalni čas izhodnega signala Trip .

Counters

Pickup counter števec	Števec detekcij okvar.
Trip counter števec	Števec delovanj zaščite.

5.10 Kontrola izklopnih tokokrogov (TCS)

Naprava avtonomno izvaja funkcijo kontrole izklopnih tokokrogov (*TCS – Trip circuit supervision*). V ta namen je vedno potrebno parametrirati dva digitalna vhoda (**Input1** in **Input2**), ki smeta biti strojno izvedena tako, da sta popolnoma galvansko ločena, imata ločeno maso. Naprava mora biti priključena na način, ki je prikazan na sliki (Slika 5.70). Rezultat kontrole izklopnih tokokrogov je status oziroma alarm na digitalnem izhodu.

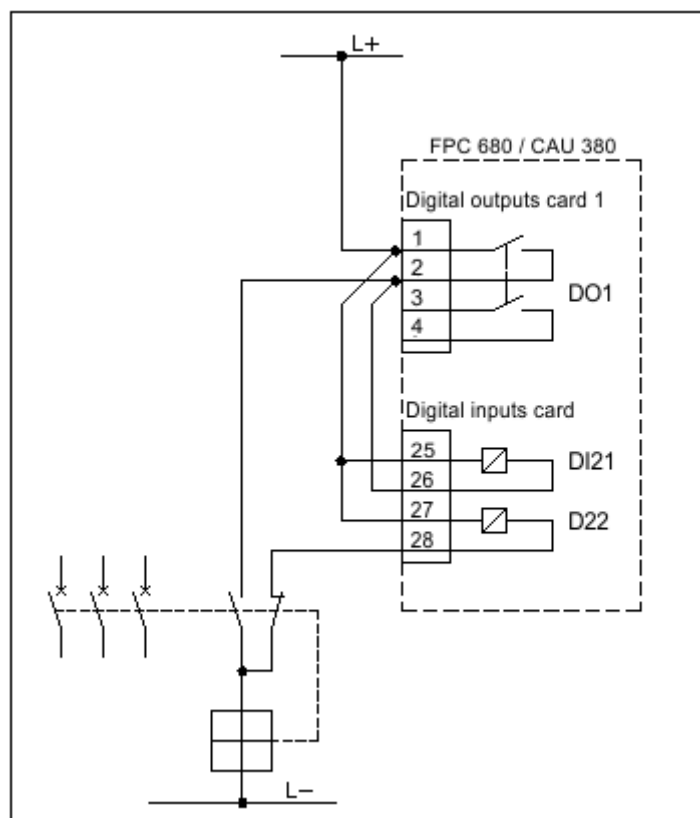


Slika 5.69: Funkcijski blok kontrole izklopnih tokokrogov

Tabela 5.15: Delovanje funkcije kontrole izklopnih tokokrogov

Input1	Input2	Alarm
0	0	Po preteku časa Delay00
0	1	brez
1	0	brez
1	1	Po preteku časa Delay11

Delovanje modula kaže zgornja Tabela 5.15: Stanje TCS je normalno, če ima točno eden od vhodov **Input1** ali **Input2** vrednost 1. Neregularni stanji sta **00** in **11**. Za vsako od teh dveh neregularnih stanj določimo zakasnitev (**Delay00**, **Delay11**), po preteku katere se sproži alarmni signal **Alarm**.



Slika 5.70: Primer priključitve kontrole izklopnih tokokrogov

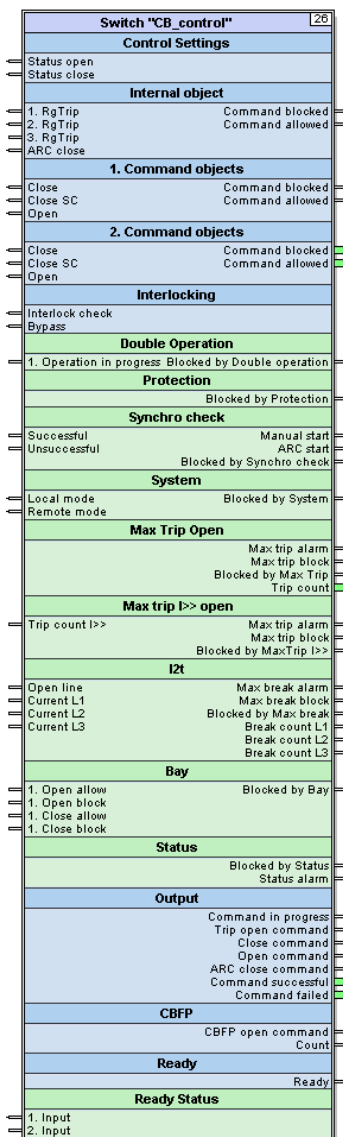
5.10.1 Parametri, vhodi in izhodi modula

Delay for 00 0...1000...60000 ms	Zakasnitev alarmiranja stanja 00 .
Delay for 11 0...5...10000 ms	Zakasnitev alarmiranja stanja 11 .
Input1 vhod (digitalni)	Prvi digitalni vhod.
Input2 vhod (digitalni)	Drugi digitalni vhod.
Alarm izhod (digitalni)	Alarm zakasnitve ali nepravilnega stanja.

6 Funkcije vodenja

6.1 Nadzor odklopnika (Switch)

Modul *Switch* je osrednji modul vodenja za celovit nadzor ter izvedbo komand nad stikalnimi elementom - odklopnikom. Naprava FPC stalno spremlja stanje odklopnika. Če želimo nadzirati več odklopnikov ali stikal, imamo za vsako odklopnik svoj modul.



Slika 6.1: Funkcijski blok nadzora odklopnika

Glavna funkcija modula je izvedba komande preko preverjanja zapahovanja. Proces komande je zato razdeljen na več faz:

1. Prejem komande: modul loči vklopne, izklopne, lokalne, daljinske, *ARC*, *Synchro Check* in *Trip* komande.
2. Preverjanje zapahovanja, 1. del: ali se katera komanda že izvaja in ali je prisoten *Trip*.
3. Preverjanje zapahovanja, 2. del: vsa ostala zapahovanja – preverjanje sinhronizma, sistemska blokada, blokada v celici, maksimalno število izklopov, maksimalno število izklopov po kratkostični zaščiti, obraba polov I2t, nepravilen položaj.

4. Izvedba komande: komanda na izhodni rele
5. Preverjanje izvedbe: preverjanje uspešnosti, zaščita pred zatajitvijo in štetje dogodkov.

6.1.1 Stalni procesi nadzora

V modulu teče več stalnih procesov, ki se stalno nadzirajo stanje odklopnika in takoj javijo nepravilnosti:

- Detekcija prekoračitve števila izklopov (**Max trip alarm**)
- Detekcija prekoračitve števila izklopov kratkostične zaščite (**I>> max trip alarm**)
- Detekcija nepravilnega položaja odklopnika (**Status alarm**)
- Stanje pripravljenosti odklopnika (**Ready**)

6.1.1.1 Prekoračitev meje izklopov po zaščiti

Proces spremlja prekoračitev dovoljenega števila izklopov po zaščiti. Števec izklopov **Trip count** se primerja z dvema nastavljenima mejama: alarmno in blokirno mejo. Alarmna meja je indikacija, da je odklopnik blizu svoje meje maksimalnega števila izklopov. Izhod **Max break alarm** je postavljen, ko je števec večji ali enak alarmni meji in **Max trip block** je postavljen, ko je števec večji ali enak blokirni meji.

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku / **Interlocking / Max trip open**.

6.1.1.2 Prekoračitev meje izklopov I>>

Delovanje tega procesa je podobno predhodnemu procesu, le da spremlja število izklopov kratkostične zaščite **I>> Trip count I>>**.

Ta funkcionalnost je namenjena ločevanju med številom izklopov po kratkostični zaščiti in številu izklopov po ostalih zaščitah. Pri kratkostični zaščiti gre običajno za zelo velike tokove, ki bolj obrabljajo pole in obremenjujejo odklopnik, zato je število dovoljenih izklopov pri tej zaščiti običajno manjše.

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku / **Interlocking / Max trip I>> open**.

6.1.1.3 Spremljanje položaja

Proces spremlja in signalizira okvaro položaja odklopnika preko izhoda **Status alarm**. Izhod **Status alarm** je postavljen:

- ko je položaj odklopnika 11.
- ko je položaj odklopnika 00 in preteče čas **Output / Command Timeout**.

Položaj odklopnika povežemo na vhoda **Input / Status...**

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku / **Interlocking / Status**.

6.1.1.4 Spremljanje stanja pripravljenosti

Stanje pripravljenosti odklopnika opisuje ali je odklopnik zmožen opravljati preklope. Sestavlja ga več signalov, ki morajo biti dostopne napravi, bodisi preko zunanjih digitalnih vhodov, bodisi preko interne signalizacije. Če katerokoli od posameznih stanj ni pripravljeno, tudi stanje odklopnika ni pripravljeno.

Posamezne signale povežemo na vhode **Status / Input**, jim določimo njihove normalne vrednosti in jih omogočimo preko parametra **Enable**. Normalna vrednost signala (**Status / Ready value**) je vrednost, ki indicira da je odklopnik pripravljen in brezhiben.

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku / **Ready**.

Nekaj primerov signalov, ki jih lahko uporabimo za stanje pripravljenosti odklopnika:

- dosežena blokirna meja števila vseh izklopov zaščite (**Max trip open**)
- dosežena blokirna meja števila vseh izklopov kratkostične zaščite (**Max trip I>> open**)
- dosežena blokirna meja obrabe polov (**I2t**)

- vzmet ne-navita
- kontrola izklopnih tokokrogov (*TCS*)
- nepravilen položaj odklopnika
- nepravilen pritisk plina v plinskem odklopniku

6.1.2 Prejem komande

Preko tega modula izvajamo različne vrste daljinskih in lokalnih komand. Zahteve za komando prihajajo na vhode, ki se nahajajo v skupinah **Internal object** in **Command object....** V primeru konflikta med vklopom in izklopom, ima prednost tisti, ki je prišel prej. Komanda **Close SC** gre poleg ostalih preverjanj tudi preko preverjanja sinhronizma. Ob prejemu komande se postavi signal **Command in progress**, ki indicira komando v izvajanju.

Ročne komande lahko izvajamo na naslednje načine:

- daljinski vklop ali izklop, preko komunikacije, iz centra ali SCADA-e
- lokalni vklop ali izklop, preko zunanega digitalnega vhoda

6.1.2.1 Komandni objekti

V napravi je interni komandi objekt (**Internal object**) in več ostalih komandnih objektov (**Command object...**). V internem objektu sta komandi, ki ju generira naprava sama: *Trip* in *ARC*, v ostalih komandnih objektih pa so ročne komande, lokalne ali daljinske.

Komandni objekt predstavlja izvor od koder je prišla komanda, kar je pomembno za nadaljno obravnavo komande. Komandni objekt ima vhode za prejem komande in dva izhoda za status zapahovanja **Command blocked** in **Command allowed**. S parametrom **Source** določimo ali gre za lokalno ali daljinsko komando.

Opomba: Komandni objekti so namenjeni ločitvi povratnih signalov, ki morajo biti ločeni za vsak komandni objekt, ki je izdal komando in nato čaka na odgovor.

6.1.2.2 Trip komanda

Signal **Trip** je najpomembnejša komanda v napravi in se izvede takoj, mimo vseh ostalih komand in mimo zapahovanja. Izda jo zaščitna funkcija, ko zazna okvaro na izvodu. Izhod **Trip** je prisoten toliko časa, dokler je prisotna okvara. Signal **Trip** ima prednost pred ostalimi komandami. Če se v času izvajanja katerekoli komande pojavi **Trip**, se ostale komande takoj prekinijo ne glede na to v kateri fazi ali stanju so.



Pomembno!

Trip prekine izvedbo ostalih komand, se izvede brezpogojno in ne gre čez preverjanje zapahovanja!

6.1.2.3 Prioriteta komand

Komande se normalno izvajajo tako, da se izvede tista, ki pride prva. Naenkrat se lahko izvaja le ena komanda, vsaka komanda, ki pride med izvajanjem prve komande je blokirana preko zapahovanja (*Double operation*).

6.1.3 Zapahovanje

Funkcija zapahovanja je namenjena varnemu izvajanju različnih komand oziroma blokiranju komand, ki se zaradi različnih pogojev ne smejo izvesti. Pogoji zapahovanja se preverja v trenutku prejema zahteve za komando. Če se na primer pogoji za zapahovanje spremenijo po prejemu zahteve za komando, ne morejo več vplivati na izvedbo komande. Funkcijo posameznega zapahovanja vklopimo ali izklopimo s parametrom **Enable**.

Možne so sledeče blokade:

- Blokada pred istočasnim izvajanjem komand (*Double operation*).

- Blokada zaradi zaščite (*Protection*)
- Preverjanje sinhronizma (*Synchro check*)
- Način vodenja lokalno/daljinsko (*System interlocking*)
- Blokada v celici (*Bay interlocking*)
- Blokada zaradi prevelikega števila izklopov po zaščiti (*Max trip open*)
- Blokada zaradi prevelikega števila izklopov po kratkostični zaščiti (*Max I>> trip open*)
- Blokada zaradi obrabe polov (*I2t interlocking*)
- blokada zaradi že pravilnega položaja odklopnika (*Status interlocking*)

Zapahovanje (*Interlocking*) se preverja v dveh delih. V prvem delu se najprej preveri ali se komada že izvaja in ali je prisoten vhod **Trip**.

Drugi del preverjanja zapahovanja se izvede le, če komanda ni bila blokirana v prvem delu. V drugem delu se neodvisno preverijo vsa ostala zapahovanja. Ena komanda je namreč lahko blokirana z več zapahovanji istočasno.

Če je komanda blokirana, se na koncu preverjanja postavi **Blocked by...** izhod od posamezne blokade in skupni izhod **Command blocked**. V nasprotnem primeru, ko je komanda dovoljena, se postavi **Command allowed**. Skupni status se postavi v tistem komandnem objektu iz katerega je prišla komanda.

Na enem komandnem objektu lahko sprejmemo le eno komando naenkrat. Vse nadaljnje komande na istem komandnem objektu, ki pridejo v času izvajanja prve komande naknadno, se zavržejo.

Izhod **Command in progress** pade na koncu drugega dela preverjanja zapahovanja, če je bila komanda blokirana.

6.1.3.1 Preverjanje zapahovanja

Če želimo le preveriti stanje blokade, predhodno postavimo **Interlock check** in nato pošljemo zahtevo za komando. Preverijo se vse blokade razen preverjanja sinhronizma, komanda ne gre v izvedbo. Vsi ostali signali zapahovanja se postavljajo normalno, skupni in posamični. To funkcionalnost se uporablja za komande tipa Select-Check-Before-Execute (*SCBO*), ki se nahajajo v nadzornem gonilniku za komunikacijo.

6.1.3.2 Obvod zapahovanja

Preverjanje zapahovanja komand se da obiti, če pred pošiljanjem komande na vhod **Bypass** pripeljemo signal 1. Obvod zapahovanja ne velja za:

- Blokada zaradi zaščite (*Protection*)
- Blokada pred istočasnim izvajanjem komand (*Double operation*).
- Način vodenja lokalno/daljinsko (*System interlocking*)

6.1.4 Vrste zapahovanj

6.1.4.1 Istočasno izvajanje

Blokada onemogoča, da bi se dve komandi istočasno izvajali. Naenkrat se lahko izvaja le ena komanda naenkrat. V primeru da pride med izvajanjem komande še ena komanda, se bo sprožila ta blokada. Komande se normalno izvajajo tako, da se izvede tista, ki pride prva, ostale so blokirane dokler se prva ne izvede do konca. Blokada blokira vklopne in izklopne komande. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **Interlocking / Double operation**. Ob blokadi se postavi izhod **Double operation blocked**.

Blokada se aktivira v času prejema nove komande v dveh primerih:

- če je postavljen katerikoli vhod **Operation in progress** ali
- če se že izvaja katerakoli komanda.

Če imamo v električnem sistemu več stikal, običajno povežemo vse izhode **Command in progress** od ostalih stikal, na vhod **Operation in progress** tega modula.

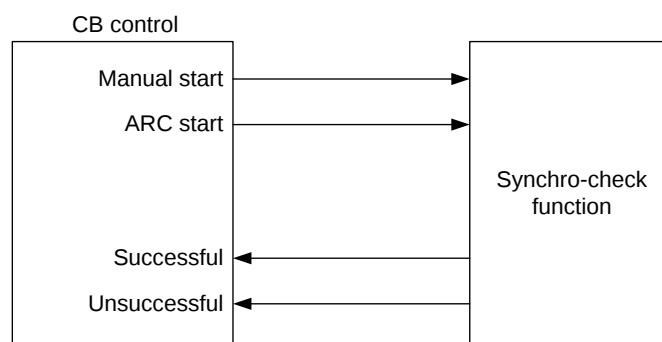
6.1.4.2 Blokada zaradi zaščite

Blokada zaradi delovanja zaščite se pojavi, če je prisoten katerikoli vhodni signal **Trip**. Ta blokada ima zelo pomembno funkcijo. Vedno je aktivna in se je ne da izklopiti niti obiti. Trip komanda ima absolutno prednost pred ostalimi komandami in se vedno izvede prednostno. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Protection**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Protection**.

6.1.4.3 Preverjanje sinhronizma

Blokada zaradi ne-sinhronizma dveh električnih sistemov, ki jih želimo spojiti. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Synchro check**. To funkcijo vklopimo s parametrom **ARC enabled**. Ročne komade gredo preko postopek preverjanja sinhronizma (modul **Synchro-check**), če so bile prejete preko vhoda **Close SC**.

Preverjanje sinhronizma se izvaja izven tega modula. Lahko jo izvaja modul **Synchro-check** v tej napravi, lahko pa je tudi ločena zunanja naprava. Če preverjanje izvaja ločena naprava, moramo ustrezne signale povezati preko zunanjih digitalnih vhodov in nato na vhode tega modula (Slika 6.2).



Slika 6.2: Povezava vhodov in izhodov modula Switch control na Synchro-check funkcijo

Sinhronizem se začne preverjati z zahtevo za start preverjanja sinhronizma, postavitvijo enega izmed izhodov **Manual start** ali **ARC start**, odvisno od prejete komande (ARC ali ročna). Pulz zahteve traja, dokler ne dobimo povratne informacije. Povratni informaciji se spremljata preko vhodov **Successful** in **Unsuccessful**.

Komanda je dovoljena, če se po izdani zahtevi za start preverjanja sinhronizma postavi signal **Successful**. Komanda je blokirana, če se po izdani zahtevi po preverjanju sinhronizma postavi signal **Unsuccessful** ali se prej izteče čas **Timeout**. V zadnjem primeru se postavi izhod **Blocked by Synchro check**.

6.1.4.4 Blokada zaradi načina vodenja

Sistemska blokada preverja stanje načina vodenja lokalno/daljinsko. V lokalnem načinu so blokirane daljinske komande, v daljinskem načinu pa so blokirane ročne lokalne. Preklopka načina vodenja se običajno nahaja na sprednjem LDU panelu. Če stanje načina vodenja ni definirano (tj. ima stanje 00 ali 11) so lokalne in daljinske komande vedno blokirane. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / System**. Če vhoda **Local mode** in **Remote mode** nista povezana, se smatra, da naprava deluje v lokalnem načinu. Ta blokada velja za vklopne in izklopne komande in se je ne da obiti. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by System**.

Nastaviti je možno način delovanja, kjer so lokalne komande vedno dovoljene, blokirane so le daljinske. To opcijo nastavimo s parametrom **Local always allowed**.

Tabela 6.1: Podrobno delovanje blokad, glede na načina vodenja in parametre

Local mode	Remote mode	Local always allowed	Lokalna komanda	Daljinska komanda
0	0	x	blokirana	blokirana
1	1	x	blokirana	blokirana
0	1	0	blokirana	dovoljena

0	1	1	dovoljena	dovoljena
1	0	x	dovoljena	blokirana

6.1.4.5 Blokada v celici

Blokada v celici se uporablja za zapahovanje na osnovi notranjih in zunanjih signalov iz različnih električnih elementov, kot so na primer položaji stikal. Običajno se za izračun pogoja zapahovanja v celici uporablja kompleksne logične operacije, ki jih izvedemo s pomočjo blokov logičnih operatorjev. Logični izraz, npr. izračunava pogoje za vklop ali izklop odklopnika. Rezultat tega logičnega izraza je nato pripeljan na vhode te blokade. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Bay**. Na **...Allow** vhode povežemo vse signale, ki morajo biti postavljeni, da je komanda dovoljena, na **...Block** vhode pa povežemo vse signale, ki blokirajo komando.

Preverja se tudi veljavnost blokade. Če na primer blokada ni veljavna, je komanda ravno tako blokirana. Blokada ločeno blokira vklopne in izklopne komande. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Bay**.

6.1.4.6 Pravilen položaj odklopnika

Pred izvedbo komande se preveri stanje položaja odklopnika. Če je odklopnik že vklopljen, je komanda za vklop in obratno, če je odklopnik že izklopljen, je blokirana komanda za izklop. Komande so blokirane tudi ko je odklopnik v nedefiniranem ali okvarjenem položaju (položaj 00 ali 11). Blokada blokira vklopne in izklopne komande. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Status**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Status**.

6.1.4.7 Preveliko število izklopov

Blokada zaradi prevelikega števila izklopov po zaščiti. Blokada, ki blokira le vklop, se aktivira, če je postavljen **Max trip block** signal. **Max trip block** se izračunava v stalnem procesu v tem modulu in pomeni, da je število izklopov doseglo ali preseglo blokirno mejo. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Max trip open**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Max trip**.

6.1.4.8 Preveliko število izklopov I>>

Blokada zaradi prevelikega števila izklopov po kratkostični zaščiti. Blokada, ki blokira le vklop, se aktivira, če je postavljen **Max trip block**. **Max trip block** izračunava stalni proces v tem modulu in pomeni, da je število izklopov doseglo ali preseglo blokirno mejo. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Max trip I>> open**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Max open**.

Ta funkcionalnost je namenjena ločevanju med številom izklopov po kratkostični zaščiti in številu izklopov po ostalih zaščitah. Pri kratkostični zaščiti gre običajno za zelo velike tokove, ki bolj obrabljajo pole in obremenjujejo odklopnik, zato je število dovoljenih izklopov pri tej zaščiti običajno manjše.

6.1.4.9 Prevelika obraba polov I2t

Blokada zaradi prevelike obrabe polov, ki se stalno izračunava v tem modulu. Blokada, ki blokira le vklop, se aktivira, če je postavljen **Max break block**. Postavljen **Max break block** signal pomeni, da je izračunana obraba polov dosegla ali presegla blokirno mejo. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / I2t**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by I2t**.

Ta funkcionalnost je namenjena zelo točnemu merjenju obrabe polov pri vseh vrstah zaščite, tako pri majhnih, kot pri velikih tokovih. Ta funkcionalnost nadomešča prej opisani blokadi zaradi prevelikega števila izklopov Trip.

6.1.5 Izvedba komande

Po fazi prejema in uspešnega preverjanja zapahovanj, pride komanda do izvedbe. Postavi se ustrezen izhod glede na zahtevano komando (Tabela 6.2) nato starta detekcija pravilne izvedbe. Pri izklopnih komandah se povečajo števcji obrabe. Pri Trip izklopnih komandah starta časovnik zaščite pred zatajitvijo CBFP.

Tabela 6.2: Seznam izhodov glede na zahtevano komando

Izhod	Opis
Trip open command	Izklopna komanda zaradi zaščite Trip.
Close command	Ročni lokalni ali daljinski vklop.

Open command	Ročni lokalni ali daljinski izklop.
ARC close command	Vklop po funkciji avtomatskega ponovnega vklopa.
CBFP open command	Izklopna komanda zaradi zaščite pred zatajitvijo.

Ob izvedbi komande se ustrezen izhod postavi za čas **Minimal pulse time**. Izhod iz tega modula za izklopno komando običajno povežemo na izhodni digitalni izhod (rele), ki da električni signal izklopni tuljavi odklopnika.

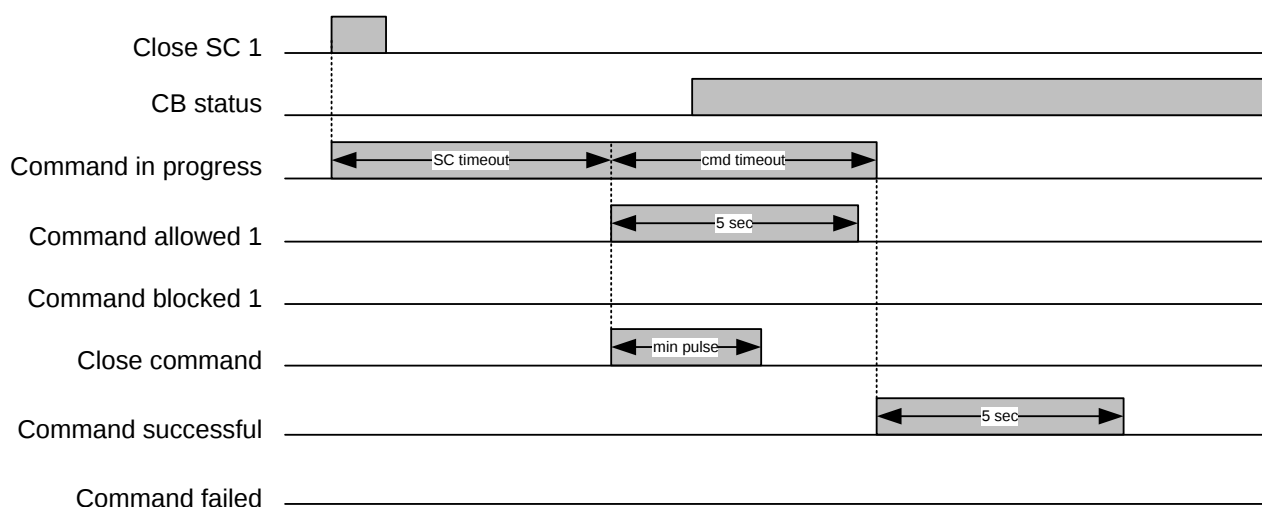
6.1.5.1 Detekcija pravilne izvedbe ali zatajitve

Ta funkcionalnost daje informacijo ali je odklopnik zatajil in se izvede po izvedbi komande. Po izvedbi komande startata časovnik **Command timeout**, ki določa čas v katerem se mora komanda izvesti ter proces preverjanja uspešnosti izvedbe komande. Dokler je komanda v izvajanju, je postavljen izhodni signal **Command in progress**.

Odklopnik lahko zataji in komanda je neuspešna. Zatajitev odklopnika se detektira na podlage naslednjih stanj:

- po katerikoli komandi položaj odklopnika ni pravilen v času **Command timeout** ali
- odklopnik je v okvarjenem položaju 11 ali
- delovanje zaščite pred zatajitvijo (CBFP)

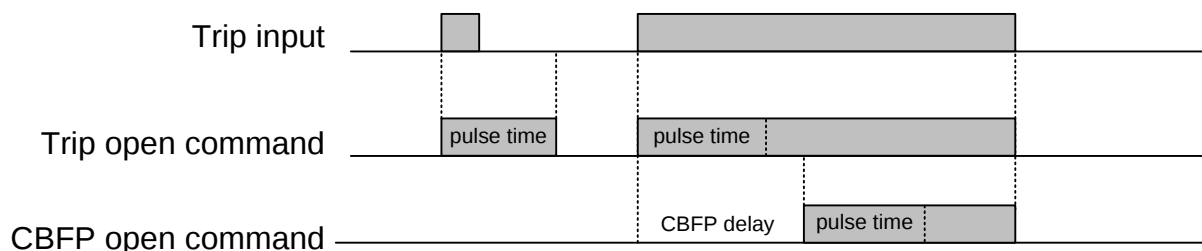
Če odklopnik izvrši komando uspešno in se postavi v pravilen položaj znotraj časa **Command timeout**, se postavi izhod **Command successful**, v nasprotnem primeri, če zataji, pa se postavi izhod **Command failed**. Na spodnji sliki je prikazan primer uspešne izvedbe komande (Slika 6.3).



Slika 6.3: Uspešna izvedba dovoljene komande

6.1.5.2 Zaščita pred zatajitvijo (CBFP)

Zaščita pred zatajitvijo (CBFP) je namenjena zaščiti pred napakami pri izklapljanju odklopnika po zaščiti. Ko pride do izklopne komande (**Trip**), starta časovnik **CBFP Delay**. V tem času mora signal **Trip** pasti sicer se postavi izhod **CBFP open command**, ki traja minimalen čas **Minimal pulse time**. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/CBFP**.



Slika 6.4: Trip in CBFP komanda

6.1.5.3 Števec izklopov Trip

Vsak izklop zaradi Trip-a poveča vrednost števca **/Interlocking / Max trip open / Trip count** za 1.

6.1.5.4 Obraba polov I2t

Ta funkcionalnost je namenjena zelo točnemu merjenju obrabe polov pri vseh vrstah zaščite, tako pri majhnih, kot pri velikih tokovih. Osnovna ideja je štetje in primerno vrednotenje vsakega delovanja odklopnika. Izklopni tok se upošteva v trenutku razklenitve polov in preko njegove velikosti se po metodi "2p" izračuna obrabo.

Funkcija beleži tudi vsak normalen izklop odklopnika in sicer tako, kot bi bil izveden pri nazivnem toku. Življenjska doba odklopnika je namreč podana tudi z mehansko življenjsko dobo. Ko se obraba približuje meji največjega dovoljenega števila nazivnih izklopov imamo dve opozorili: alarmno in blokirno.

Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / I2t**. Alarmna in blokirna meja sta nastavljeni s parametroma **Alarm set** in **Block set**.

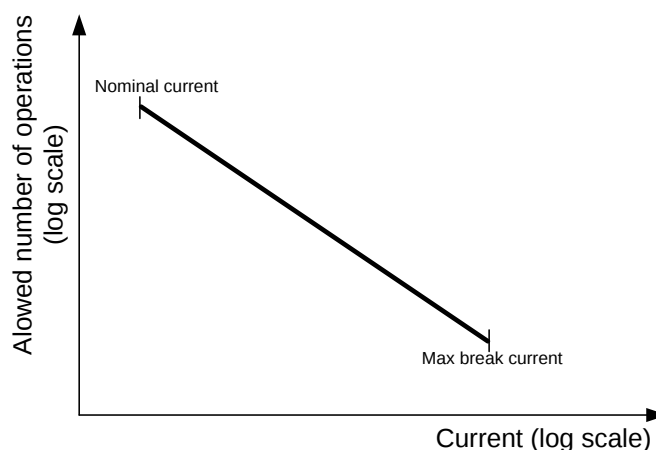
Pogoj za izračun obrabe je postavljen vhod **Open line** v času izvedbe komande. V primeru, da **Open line** ni povezan se izračun vedno izvede. Po izračunu se nova obraba polov prišteje k akumulirani obrabi **Break count L...**, za vsako fazo posebej.

Vrednosti tokov **Current L...** na posameznih fazah, ki nastopajo v enačbah, se preberejo v trenutku razklenitve polov odklopnika. Za pravilen izračun tega časa, morata biti nastavljeni parametra **DO close time** in **CB operation time**.

Običajno se karakteristika obrabe polov odklopnika podaja kot karakteristika iz proizvajalčevega kataloga v amperih v dvojni logaritemski skali. Karakteristika ima obliko daljice in je podana z dvema točkama, začetno in končno, Slika 6.5.

Vsak izračun obrabe se zaokroži navzgor, njena minimalna vrednost je 1. Če je tok večji od maksimalnega dovoljenega toka odklopnika, je obraba enaka maksimalni obrabi odklopnika (parameter **Block set**).

Parametri **CB nominal current**, **CB max break current**, **Num of ops at nominal curr** in **Num of ops at max break curr** definirajo točke karakteristike v dvojni logaritemski skali.



Slika 6.5: Primer karakteristike odklopnika v dvojni logaritemski skali

6.1.6 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

/ Control settings	
Command timeout 0,00...0,20...1000,00 sek	Maksimalna dolžina izvajanja komande.
CB operation time 0...100...2000 ms	Lasten čas delovanja odklopnika, čas med sklenitvijo DO kontakta in začetka razhajanja polov odklopnika.
DO close time 0...9...100 ms	Lasten čas vklapljanja DO releja na napravi, čas med izvršitvijo izklopne komande in sklenitvijo DO kontakta.
Status open vhod (digitalni)	Izklopni bit za položaj odklopnika (bit 0).
Status close vhod (digitalni)	Vklopni bit za položaj odklopnika (bit 1).

/ Internal object	
Trip 0...50 vhod (digitalni)	Izklop po zaščiti.
ARC close vhod (digitalni)	Vklop po ARC funkciji.
Command blocked izhod (digitalni)	Komanda blokirana. Ena ali več blokad se je aktivirala (5 sekundni pulz).
Command allowed izhod (digitalni)	Komanda dovoljena. Nobena od blokad se ni aktivirala (5 sekundni pulz).

/ Command object 1...6	
Source Local, Remote	Lokalna ali daljinska komanda.
Close vhod (digitalni)	Komanda za vklop.
Close SC vhod (digitalni)	Komanda za vklop preko preverjanja sinhronizma.
Open vhod (digitalni)	Komanda za izklop.
Command blocked izhod (digitalni)	Komanda blokirana. Ena ali več blokad se je aktivirala (5 sekundni pulz).
Command allowed izhod (digitalni)	Komanda dovoljena. Nobena od blokad se ni aktivirala (5 sekundni pulz).

/ Interlocking	
Interlock check vhod (digitalni)	Način za samo-preverjanje stanja zapahovanja.
Bypass vhod (digitalni)	Način obvoda funkcije zapahovanja. Ne preveri nekaterih zapahovanj.

/ Interlocking / Double Operation	
Operation in progress 0...10 vhod (digitalni)	Komanda že v teku.
Blocked by Double operation izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokirani (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / Protection

Blocked by Protection izhod (digitalni)	Vklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).
--	--

/ Interlocking / Synchro check

ARC enabled true, false	Omogočanje preverjanja sinhronizma po ARC komandi.
Manual start izhod (digitalni)	Komanda za začetek preverjanja sinhronizma pri ročnih komandah.
ARC start izhod (digitalni)	Komanda za začetek preverjanja sinhronizma pri ARC komandah.
Timeout 0,00...10,00...100,00 sek	Največji dovoljeni čas preverjanja sinhronizma.
Successful vhod (digitalni)	Povratni signal: vklop dovoljen.
Unsuccessful vhod (digitalni)	Povratni signal: vklop blokiran.
Blocked by Synchro check izhod (digitalni)	Vklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / System

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
Local always allowed true, false	Omogočanje, da je komanda v lokalnem načinu vedno dovoljena.
Local mode vhod (digitalni)	Način vodenja: lokalno, privzeta vrednost.
Remote mode vhod (digitalni)	Način vodenja: daljinsko.
Blocked by System izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / Max trip open

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
Alarm set 1...1.000...100.000	Alarmna meja števila trip-ov.
Block set 1...1.010...100.000	Blokirna meja števila trip-ov.
Max trip alarm izhod (digitalni)	Trip count je dosegel ali presešel nastavljeno vrednost Alarm set .
Max trip block izhod (digitalni)	Trip count je dosegel ali presešel nastavljeno vrednost Block set .
Blocked by Max Trip izhod (digitalni)	Vklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).
Trip count števec	Števec tripov.

/ Interlocking / Max trip I>> open

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
-------------------------------	---------------------

Trip count I>> vhod (analogni)	Števec tripov I>>.
Alarm set 0...1.000...100.000	Alarmna meja števila trip-ov.
Block set 0...1.010...100.000	Blokirna meja števila trip-ov.
Max trip alarm izhod (digitalni)	Trip count I>> je dosegel ali presegel nastavljeno vrednost Alarm set .
Max trip block izhod (digitalni)	Trip count I>> je dosegel ali presegel nastavljeno vrednost Block set .
Blocked by Max Trip I>> izhod (digitalni)	Vklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / I2t

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
Alarm set 0...24.000...100.000	Nastavitev alarmne meje.
Block set 0...30.000...100.000	Nastavitev blokirne meje.
CB nominal current 0,00...0,60...50,00 kA	Nazivni tok odklopnika.
CB max break current 0,00...30,00...150,00 kA	Maksimalni odklopni tok odklopnika.
Num of ops at nominal curr 0...30.000...100.000	Število dovoljenih izklopov pri nazivnem toku odklopnika.
Num of ops at max break curr 0...50...100.000	Število dovoljenih izklopov pri maksimalnem dovoljenem toku odklopnika.
Open line vhod (digitalni)	Detekcija prekinjenega stanja.
Current L1 vhod (analogni)	Tok faze L1.
Current L2 vhod (analogni)	Tok faze L2.
Current L3 vhod (analogni)	Tok faze L3.
Nominal current konstantni vhod (analogni)	Nazivni tok naprave.
Primary nominal current konstantni vhod (analogni)	Primarni nazivni tok v delcih.
Max break alarm izhod (digitalni)	Alarmna meja je dosežena ali presežena.
Max break block izhod (digitalni)	Blokirna meja je dosežena ali presežena.
Blocked by Max break izhod (digitalni)	Vklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).
Break count L1 statič (analogni)	Števec obrabe pola L1.
Break count L2 statič (analogni)	Števec obrabe pola L2.
Break count L3 statič (analogni)	Števec obrabe pola L3.

/ Interlocking / Bay

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
-------------------------------	---------------------

Open allow 0...10 vhod (digitalni)	Izklop dovoljen, če so vsi, ki so povezani, postavljeni.
Open block 0...10 vhod (digitalni)	Izklop blokiran, če je vsaj eden postavljen.
Close allow 0...10 vhod (digitalni)	Vklop dovoljen, če so vsi, ki so povezani, vrednost 1
Close block 0...10 vhod (digitalni)	Vklop blokiran, če je vsaj eden postavljen.
Blocked by Bay izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / Status

Enabled true, false	Omogočanje blokade.
Blocked by Status izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).
Status alarm izhod (digitalni)	Trenuten položaj odklopnika ni pravilen.

/ Output

Minimal pulse time 0,00...0,20...100,00 sek	Minimalna dolžina izhodnega pulza.
Command in progress izhod (digitalni)	Komanda je v teku.
Trip open command izhod (digitalni)	Izklop po zaščitni funkciji.
Close command izhod (digitalni)	Ročni lokalni ali daljinski vklop.
Open command izhod (digitalni)	Ročni lokalni ali daljinski izklop.
ARC close command izhod (digitalni)	ARC vklop. Pulz z minimalno dolžino.
Command successful izhod (digitalni)	Komanda je bila uspešna (5 sekundni pulz).
Command failed izhod (digitalni)	Odklopnik je zatajil (5 sekundni pulz).

/ CBFP

Enabled true, false	Omogočanje funkcionalnosti CBFP
CBFP delay 0,00...0,20...100,00 sek	Zakasnitev izklopa CBFP.
CBFP open command izhod (digitalni)	CBFP izklop. Pulz z minimalno dolžino.
Count števec	Števec CBFP izklopov.

/ Ready

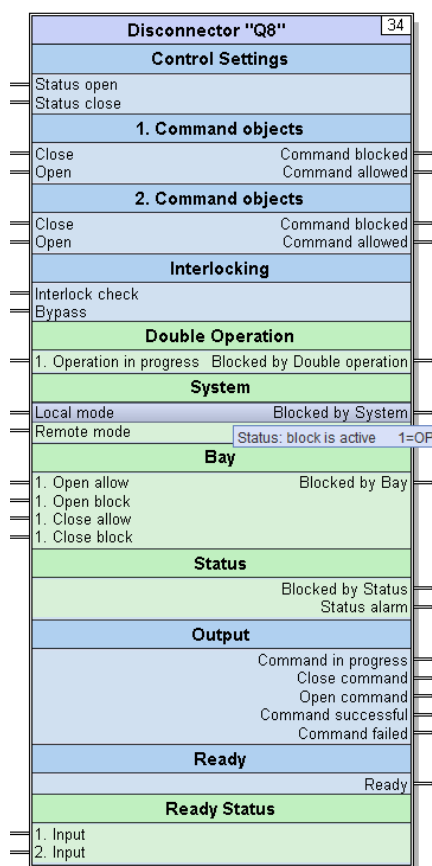
Enabled true, false	Omogočanje funkcionalnosti <i>Ready</i> .
Ready izhod (digitalni)	Odklopnik je pripravljen.

/ Ready / Status 1...20

Enabled <i>true, false</i>	Omogočanje opazovanja tega stanja.
Input <i>vhod (digitalni)</i>	Trenutna vrednost stanja.
Ready value <i>0, 1</i>	Vrednost stanja pri katerem je odklopnik pripravljen.

6.2 Nadzor ločilnika (Disconnecter)

Modul *Disconnecter* je modul vodenja za nadzor ter izvedbo komand nad stikalnimi elementom - ločilnikom. Naprava FPC stalno spremlja stanje ločilnika. Če želimo nadzirati več ločilnikov ali stikal, imamo za vsak ločilnik svoj modul.



Slika 6.6: Funkcijski blok nadzora ločilnika

Glavna funkcija modula je izvedba komande preko preverjanja zapahovanja. Proces komande je zato razdeljen na več faz:

- Prejem komande: modul loči vklopne, izklopne, lokalne in daljinske komande.
- Preverjanje zapahovanja, 1. del: ali se katera komanda že izvaja.
- Preverjanje zapahovanja, 2. del: vsa ostala zapahovanja – sistemska blokada, blokada v celici, nepravilen položaj.
- Izvedba komande: komanda na izhodni rele
- Preverjanje izvedbe: preverjanje uspešnosti, zaščita pred zatajitvijo in štetje dogodkov.

6.2.1 Stalni procesi nadzora

V modulu teče več stalnih procesov, ki se stalno nadzirajo stanje ločilnika in takoj javijo nepravilnosti:

- Detekcija nepravilnega položaja ločilnika (**Status alarm**)
- Stanje pripravljenosti ločilnika (**Ready**)

6.2.1.1 Spremljanje položaja

Proces spremlja in signalizira okvaro položaja ločilnika preko izhoda **Status alarm**. Izhod **Status alarm** je postavljen:

- ko je položaj ločilnika 11.
- ko je položaj ločilnika 00 in preteče čas **Output / Command Timeout**.

Položaj ločilnika povežemo na vhoda **Input / Status...**

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku **/ Interlocking / Status**.

6.2.1.2 Spremljanje stanja pripravljenosti

Stanje pripravljenosti ločilnika opisuje ali je ločilnik zmožen opravljati preklope. Sestavlja ga več signalov, ki morajo biti dostopne napravi, bodisi preko zunanjih digitalnih vhodov, bodisi preko interne signalizacije. Če katerikoli od posameznih stanj ni pripravljeno, tudi stanje ločilnika ni pripravljeno.

Posamezne signale povežemo na vhode **Status / Input**, jim določimo njihove normalne vrednosti in jih omogočimo preko parametra **Enable**. Normalna vrednost signala (**Status / Ready value**) je vrednost, ki indicira da je ločilnik pripravljen in brezhiben.

Nastavitve, vhodi in izhodi so v odseku **/Ready**.

Nekaj primerov signalov, ki jih lahko uporabimo za stanje pripravljenosti ločilnika:

- vzmet ne-navita
- kontrola izklopnih tokokrogov (**TCS**)
- nepravilen položaj ločilnika
- nepravilen pritisk plina v plinskem ločilniku

6.2.2 Prejem komande

Preko tega modula izvajamo različne vrste daljinskih in lokalnih komand. Zahteve za komando prihajajo na vhode, ki se nahajajo v skupinah **Command object...**. V primeru konflikta med vklopom in izklopom, ima prednost tisti, ki je prišel prej. Komanda **Close SC** gre poleg ostalih preverjanj tudi preko preverjanja sinhronizma. Ob prejemu komande se postavi signal **Command in progress**, ki indicira komando v izvajanju.

Ročne komande lahko izvajamo na naslednje načine:

- daljinski vklop ali izklop, preko komunikacije, iz centra ali SCADA-e
- lokalni vklop ali izklop, preko zunanjega digitalnega vhoda

6.2.2.1 Komandni objekti

V napravi je več komandnih objektov (**/ Command object...**). V komandnih objektih so ročne komande, lokalne ali daljinske.

Komandni objekt predstavlja izvor od koder je prišla komanda, kar je pomembno za nadaljno obravnavo komande. Komandni objekt ima vhode za prejem komande in dva izhoda za status zapahovanja **Command blocked** in **Command allowed**. S parametrom **Source** določimo ali gre za lokalno ali daljinsko komando.

Opomba: Komandni objekti so namenjeni ločitvi povratnih signalov, ki morajo biti ločeni za vsak komandni objekt, ki je izdal komando in nato čaka na odgovor.

6.2.2.2 Prioriteta komand

Komande se normalno izvajajo tako, da se izvede tista, ki pride prva. Naenkrat se lahko izvaja le ena komanda, vsaka komanda, ki pride med izvajanjem prve komande je blokirana preko zapahovanja (*Double operation*).

6.2.3 Zapahovanje

Funkcija zapahovanja je namenjena varnemu izvajanju različnih komand oziroma blokiranju komand, ki se zaradi različnih pogojev ne smejo izvesti. Pogoji zapahovanja se preverja v trenutku prejema zahteve za komando. Če se na primer pogoji za zapahovanje spremenijo po prejemu zahteve za komando, ne morejo več vplivati na izvedbo komande. Funkcijo posameznega zapahovanja vklopimo ali izklopimo s parametrom **Enable**.

Možne so sledeče blokade:

- Blokada pred istočasnim izvajanjem komand (*Double operation*).
- Način vodenja lokalno/daljinsko (*System interlocking*)
- Blokada v celici (*Bay interlocking*)
- blokada zaradi že pravilnega položaja ločilnika (*Status interlocking*)

Zapahovanje (*Interlocking*) se preverja v dveh delih. V prvem delu se najprej preveri ali se komanda že izvaja.

Drugi del preverjanja zapahovanja se izvede le, če komanda ni bila blokirana v prvem delu. V drugem delu se neodvisno preverijo vsa ostala zapahovanja. Ena komanda je namreč lahko blokirana z več zapahovanji istočasno.

Če je komanda blokirana, se na koncu preverjanja postavi **Blocked by...** izhod od posamezne blokade in skupni izhod **Command blocked**. V nasprotnem primeru, ko je komanda dovoljena, se postavi **Command allowed**. Skupni status se postavi v tistem komandnem objektu iz katerega je prišla komanda.

Na enem komandnem objektu lahko sprejmemo le eno komando naenkrat. Vse nadaljnje komande na istem komandnem objektu, ki pridejo v času izvajanja prve komande naknadno, se zavržejo.

Izhod **Command in progress** pade na koncu drugega dela preverjanja zapahovanja, če je bila komanda blokirana.

6.2.3.1 Preverjanje zapahovanja

Če želimo le preveriti stanje blokade, predhodno postavimo **Interlock check** in nato pošljemo zahtevo za komando. Preverijo se vse blokade razen preverjanja sinhronizma, komanda ne gre v izvedbo. Vsi ostali signali zapahovanja se postavljajo normalno, skupni in posamični. To funkcionalnost se uporablja za komande tipa Select-Check-Before-Execute (*SCBO*), ki se nahajajo v nadzornem gonilniku za komunikacijo.

6.2.3.2 Obvod zapahovanja

Preverjanje zapahovanja komand se da obiti, če pred pošiljanjem komande na vhod **Bypass** pripeljemo signal 1. Obvod zapahovanja ne velja za:

- Blokada pred istočasnim izvajanjem komand (*Double operation*).
- Način vodenja lokalno/daljinsko (*System interlocking*)

6.2.4 Vrste zapahovanj

6.2.4.1 Istočasno izvajanje

Blokada onemogoča, da bi se dve komandi istočasno izvajali. Naenkrat se lahko izvaja le ena komanda naenkrat. V primeru da pride med izvajanjem komande še ena komanda, se bo sprožila ta blokada. Komande se normalno izvajajo tako, da se izvede tista, ki pride prva, ostale so blokirane dokler se prva ne izvede do konca. Blokada blokira vklopne in izklopne komande. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **Interlocking / Double operation**. Ob blokadi se postavi izhod **Double operation blocked**.

Blokada se aktivira v času prejema nove komande v dveh primerih:

- če je postavljen katerikoli vhod **Operation in progress** ali
- če se že izvaja katerakoli komanda.

Če imamo v električnem sistemu več stikal, običajno povežemo vse izhode **Command in progress** od ostalih stikal, na vhod **Operation in progress** tega modula.

6.2.4.2 Blokada zaradi načina vodenja

Sistemska blokada preverja stanje načina vodenja lokalno/daljinsko. V lokalnem načinu so blokirane daljinske komande, v daljinskem načinu pa so blokirane ročne lokalne. Preklopka načina vodenja se običajno nahaja na sprednjem LDU panelu. Če stanje načina vodenja ni definirano (tj. ima stanje 00 ali 11) so lokalne in daljinske komande vedno blokirane. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / System**. Če vhoda **Local mode** in **Remote mode** nista povezana, se smatra, da naprava deluje v lokalnem načinu. Ta blokada velja za vklopne in izklopne komande in se je ne da obiti. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by System**.

Nastaviti je možno način delovanja, kjer so lokalne komande vedno dovoljene, blokirane so le daljinske. To opcijo nastavimo s parametrom **Local always allowed**.

Tabela 6.3: Podrobno delovanje blokad, glede na načina vodenja in parametre

Local mode	Remote mode	Local always allowed	Lokalna komanda	Daljinska komanda
0	0	x	blokirana	blokirana
1	1	x	blokirana	blokirana
0	1	0	blokirana	dovoljena
0	1	1	dovoljena	dovoljena
1	0	x	dovoljena	blokirana

6.2.4.3 Blokada v celici

Blokada v celici se uporablja za zapahovanje na osnovi notranjih in zunanjih signalov iz različnih električnih elementov, kot so na primer položaji stikal. Običajno se za izračun pogoja zapahovanja v celici uporablja kompleksne logične operacije, ki jih izvedemo s pomočjo blokov logičnih operatorjev. Logični izraz, npr. izračunava pogoje za vklop ali izklop ločilnika. Rezultat tega logičnega izraza je nato pripeljan na vhode te blokade. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Bay**. Na **...Allow** vhode povežemo vse signale, ki morajo biti postavljeni, da je komanda dovoljena, na **...Block** vhode pa povežemo vse signale, ki blokirajo komando.

Preverja se tudi veljavnost blokade. Če na primer blokada ni veljavna, je komanda ravno tako blokirana. Blokada ločeno blokira vklopne in izklopne komande. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Bay**.

6.2.4.4 Pravilen položaj ločilnika

Pred izvedbo komande se preveri stanje položaja ločilnika. Če je ločilnik že vklopljen, je komanda za vklop in obratno, če je ločilnik že izklopljen, je blokirana komanda za izklop. Komande so blokirane tudi ko je ločilnik v nedefiniranem ali okvarjenem položaju (položaj 00 ali 11). Blokada blokira vklopne in izklopne komande. Nastavitve, vhodi in izhodi so v sekciji parametrov **/Interlocking / Status**. Ob blokadi se postavi izhod **Blocked by Status**.

6.2.5 Izvedba komande

Po fazi prejema in uspešnega preverjanja zapahovanj, pride komanda do izvedbe. Postavi se ustrezen izhod glede na zahtevano komando (Tabela 6.2) nato starta detekcija pravilne izvedbe. Pri izklopnih komandah se povečajo številci obrabe.

Tabela 6.4: Seznam izhodov glede na zahtevano komando

Izhod	Opis
Close command	Ročni lokalni ali daljinski vklop.

Open command	Ročni lokalni ali daljinski izklop.
--------------	-------------------------------------

Ob izvedbi komande se ustrezen izhod postavi za čas **Minimal pulse time**. Izhod iz tega modula za izklopno komando običajno povežemo na izhodni digitalni izhod (rele), ki da električni signal izklopni tuljavi ločilnika.

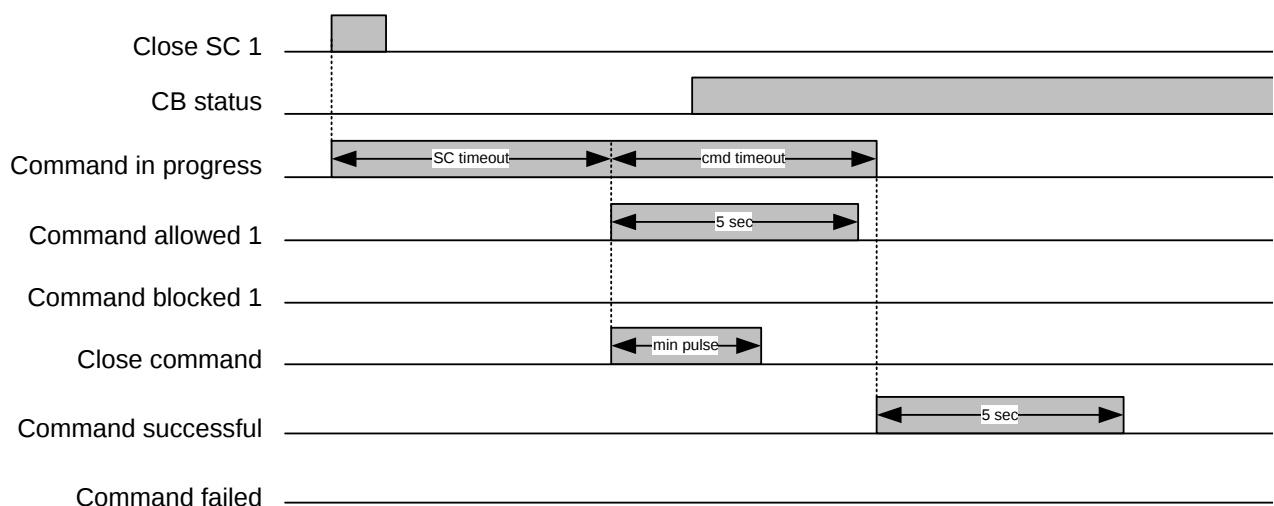
6.2.5.1 Detekcija pravilne izvedbe ali zatajitve

Ta funkcionalnost daje informacijo ali je ločilnik zatajil in se izvede po izvedbi komande. Po izvedbi komande startata časovnik **Command timeout**, ki določa čas v katerem se mora komanda izvesti ter proces preverjanja uspešnosti izvedbe komande. Dokler je komanda v izvajanju, je postavljen izhodni signal **Command in progress**.

Ločilnik lahko zataji in komanda je neuspešna. Zatajitev ločilnika se detektira na podlage naslednjih stanj:

- po katerikoli komandi položaj ločilnika ni pravilen v času **Command timeout** ali
- ločilnik je v okvarjenem položaju 11 ali

Če ločilnik izvrši komando uspešno in se postavi v pravilen položaj znotraj časa **Command timeout**, se postavi izhod **Command successful**, v nasprotnem primeri, če zataji, pa se postavi izhod **Command failed**. Na spodnji sliki je prikazan primer uspešne izvedbe komande (Slika 6.3).



Slika 6.7: Uspešna izvedba dovoljene komande

6.2.6 Tabela parametrov, vhodov in izhodov

/ Control settings	
Command timeout 0,00...0,20...1000,00 sek	Maksimalna dolžina izvajanja komande.
CB operation time 0...100...2000 ms	Lasten čas delovanja ločilnika, čas med sklenitvijo DO kontakta in začetka razhajanja polov ločilnika.
DO close time 0...9...100 ms	Lasten čas vklapljanja DO releja na napravi, čas med izvršitvijo izklopne komande in sklenitvijo DO kontakta.
Status open vhod (digitalni)	Izklopni bit za položaj ločilnika (bit 0).
Status close vhod (digitalni)	Vklopni bit za položaj ločilnika (bit 1).

/ Command object 1...6

Source Local , Remote	Lokalna ali daljinska komanda.
Close vhod (digitalni)	Komanda za vklop.
Open vhod (digitalni)	Komanda za izklop.
Command blocked izhod (digitalni)	Komanda blokirana. Ena ali več blokad se je aktivirala (5 sekundni pulz).
Command allowed izhod (digitalni)	Komanda dovoljena. Nobena od blokad se ni aktivirala (5 sekundni pulz).

/ Interlocking

Interlock check vhod (digitalni)	Način za samo-preverjanje stanja zapahovanja.
Bypass vhod (digitalni)	Način obvoda funkcije zapahovanja. Ne preveri nekaterih zapahovanj.

/ Interlocking / Double Operation

Operation in progress 0...10 vhod (digitalni)	Komanda že v teku.
Blocked by Double operation izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokirán (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / System

Enabled true , false	Omogočanje blokade.
Local always allowed true , false	Omogočanje, da je komanda v lokalnem načinu vedno dovoljena.
Local mode vhod (digitalni)	Način vodenja: lokalno, privzeta vrednost.
Remote mode vhod (digitalni)	Način vodenja: daljinsko.
Blocked by System izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokirán (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / Bay

Enabled true , false	Omogočanje blokade.
Open allow 0...10 vhod (digitalni)	Izklop dovoljen, če so vsi, ki so povezani, postavljeni.
Open block 0...10 vhod (digitalni)	Izklop blokirán, če je vsaj eden postavljen.
Close allow 0...10 vhod (digitalni)	Vklop dovoljen, če so vsi, ki so povezani, vrednost 1
Close block 0...10 vhod (digitalni)	Vklop blokirán, če je vsaj eden postavljen.
Blocked by Bay izhod (digitalni)	Vklop ali izklop je bil blokirán (5 sekundni pulz).

/ Interlocking / Status

Enabled <i>true, false</i>	Omogočanje blokade.
Blocked by Status <i>izhod (digitalni)</i>	Vklop ali izklop je bil blokiran (5 sekundni pulz).
Status alarm <i>izhod (digitalni)</i>	Trenuten položaj ločilnika ni pravilen.

/ Output

Minimal pulse time <i>0,00...0,20...100,00 sek</i>	Minimalna dolžina izhodnega pulza.
Command in progress <i>izhod (digitalni)</i>	Komanda je v teku.
Close command <i>izhod (digitalni)</i>	Ročni lokalni ali daljinski vklop.
Open command <i>izhod (digitalni)</i>	Ročni lokalni ali daljinski izklop.
Command successful <i>izhod (digitalni)</i>	Komanda je bila uspešna (5 sekundni pulz).
Command failed <i>izhod (digitalni)</i>	Ločilnik je zatajil (5 sekundni pulz).

/ Ready

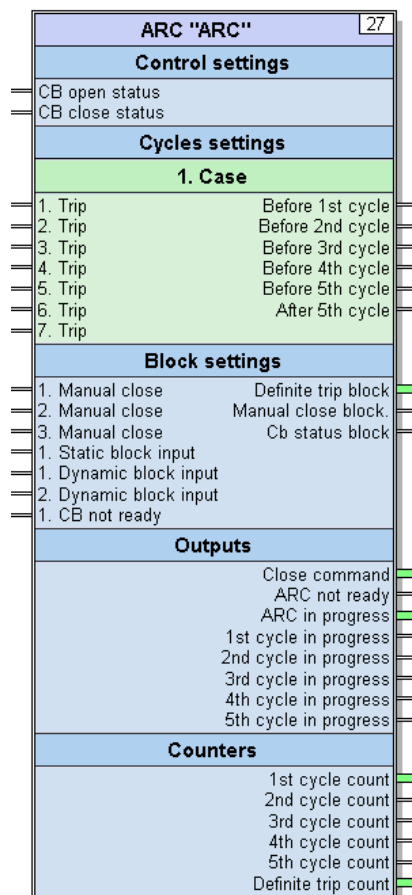
Enabled <i>true, false</i>	Omogočanje funkcionalnosti <i>Ready</i> .
Ready <i>izhod (digitalni)</i>	Ločilnik je pripravljen.

/ Ready / Status 1...20

Enabled <i>true, false</i>	Omogočanje opazovanja tega stanja.
Input <i>vhod (digitalni)</i>	Trenutna vrednost stanja.
Ready value <i>0, 1</i>	Vrednost stanja pri katerem je ločilnik pripravljen.

6.3 Avtomatski ponovni vklop (ARC)

Po izkušnjah okoli 85% okvar na nadzemnih vodih predstavljajo kratki stiki, ki so po naravi kratkotrajni in izginejo po delovanju zaščite. To pomeni, da lahko vod ponovno priključimo na omrežje. Ponovna priključitev se izvede po preteku določenega časa (mrtvi čas) preko funkcije Avtomatskega Ponovnega Vklopa. Če okvara po ponovnem vklopu ni izginila, bo zaščita ponovno izklopila odklopnik. V mnogih primerih se nastavi več poizkusov ponovnih vklopov.



Slika 6.8: Funkcijski blok avtomatskega ponovnega vklopa

Modul avtomatskega ponovnega vklopa je povezan na module zaščit preko njihovih **Trip** signalov.

ARC funkcionalnost vsebuje:

- možnost nastavitve prioritete prožilcev v primeru istočasnih prožilcev,
- koordinacija delovanja na nivoju prožilcev in stopenj preko signalov **Before 1st, 2nd, 3rd ...cycle** nazaj na zaščite, kot sta:
 - blokade zaščit
 - takojšnji izklop po zaščiti
- možnost vklopa preko funkcije *Synchro check*
- statične blokade v času pripravljenosti (stanje in položaj odklopnika, zunanja blokada)
- dinamične blokade v času delovanja sekvence (neuspešni ponovni vklopi, vklop na okvaro, nepravilno stanje ali položaj odklopnika, ročna komanda, zunanja blokada)
- statistični števci vklopov po stopnjah
- Signali o stanju delovanja: **ARC not ready**, **ARC in progress**, **1st cycle in progress**, ...

6.3.1 Delovanje

Če je ARC funkcija omogočena (**Operate mode = On**) in ni nobenih statičnih blokad, se ob zagonu modula ARC postavi v stanje pripravljenosti. Funkcija nadzira vhodne signale **Trip** in ko se kateri od njih postavi preide v delovanje po določenem scenariju.

Če se po zadnjem vklopu ARC-a, v času **Reclaim time** ne pojavi nov signal **Trip**, se šteje vklop kot uspešen in scenarij se resetira. Po tem času se ob pojavitvi Trip-a scenarij začne od začetka.

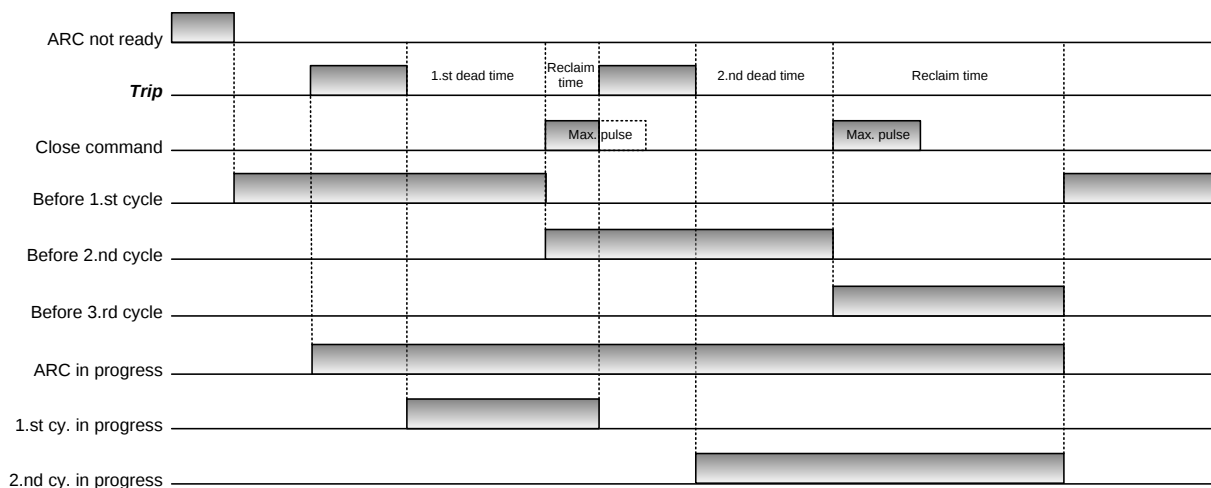
6.3.1.1 Tabela stopenj in scenarijev

Glavni del delovanja avtomatskega ponovnega vklopa se določi s pomočjo tabele stopenj in scenarijev (**Cycles settings**)

Določimo lahko do 10 različnih scenarijev (**1.Case...10.Case**). V posameznem scenariju določimo, katere zaščite bodo sprožile posamezen scenarij. Vsakemu scenariju nastavimo prioriteto, do 5 stopenj ponovnih vklopov z določitvijo mrtvih časov.

Mrtvi čas (**Dead time**) je čas breznapetostne pavze, po katerem ARC vklopi odvod nazaj v omrežje. Število stopenj je enako številu zaporednih stopenj, ki imajo nastavljeno vrednost **Dead time**. Nastavljena vrednost **Dead time** = 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene. Vkllop se izvrši preko izhodnega signala **Close command**.

ARC scenarij se aktivira, ko se postavi eden od njegovih **Trip** vhodov, v času, ko je ARC v stanju pripravljenosti in ni dinamične blokade. Delovanje ARC scenarija signalizira izhodni signal **Arc in progress**, ki je postavljen, dokler scenarij teče. Na začetnem **Trip** signalu se aktivira prva stopnja, vsak nadaljnji **Trip** aktivira naslednjo stopnjo. Delovanje vsake stopnje signalizira ustrezen signal **... cycle in progress**. Potek delovanja in uspešnega vklopa v drugi stopnji kaže Slika 6.9.



Slika 6.9: delovanje ARC: Uspešen drugi avtomatski vklop

6.3.1.2 Delovanje v povezavi z asinhronim preverjanjem sinhronizma

Če imamo v napravi vklopljeno funkcijo **Sinagro-check**, pride do določene zakasnitve med avtomatskim vklopom APV funkcije in vklopom odklopnika zaradi časa, ki ga **Sinagro-check** funkcija porabi pri asinhronem vklopu. V tem času je odklopnik izklopljen in v ARC-u teče časovnik **Reclaim time**. Maksimalni čas asinhronnega vklopa je omejen in ga moramo pri nastavljanju parametra **Reclaim time** upoštevati.

6.3.2 Prekrivanje scenarijev

V primeru, da se v prvi stopnji aktivira scenarij 1 (**Case 1**) in se nato po ARC vklopu sproži druga zaščita, ki je v scenariju 2 (**Case 2**), gre ARC v scenarij 2 na začetek, v 1. stopnjo (**1st Cycle**).

V primeru, da v neki stopnji pride do več Trip-ov v različnih scenarijih, lahko tudi ne istočasno, se upošteva tisti, ki ima višjo prioriteto, **Dead time** časovnik pa starta, ko vsi Trip-i padejo.

6.3.3 Koordinacija z zaščitnimi funkcijami

Za nastavitev bolj kompleksnih scenarijev, imamo na voljo izhodne signale **Before ... cycle**. S temi signali lahko preko ustreznih povezav na vhode zaščitnih funkcij **Block** in **Immediate trip**, vplivamo na delovanje zaščite. Za prvo stopnjo se **Before 1st cycle** postavi, ko pride ARC v stanje pripravljenosti. Za druga stopnjo se **Before 2nd cycle** postavi ob avtomatskem vklopu v prvi stopnji, itn.

*Primer 1: vse zaščite, ki imajo na **Block** vhod povezan ARC signal **Before 2nd cycle**, bodo blokirane v drugi stopnji ARC delovanja.*

*Primer 2: vse zaščite, ki imajo na **Immediate Trip** vhod povezan ARC signal **Before 3.rd cycle**, bodo v tretji stopnji ARC delovanja delovale takoj, ne glede na njihove nastavitve zakasnitev **Trip delay**.*

6.3.4 Bloкаде

Bloкаде pri ARC funkciji so dveh tipov: statične in dinamične.

6.3.4.1 Statične bloкаде

Statične bloкаде so tiste, ki se pojavijo, ko je ARC v stanju pripravljenosti in stanju mirovanja ali so prisotne v trenutku, ko se izteče časovnik **Block delay**. Statična blokada deaktivira ARC funkcijo, **ARC not ready** se postavi. Če pride do Trip-a, medtem ko ARC ni pripravljen, se ARC scenarij ne sproži.

Statične bloкаде so v naslednjih primerih:

- Odklopnik ni pripravljen (**CB not ready**).
- Odklopnik ni vklopljen (**CB status...**). Postavi se še **CB status block**.
- Postavljena blokada **Static block input...**, ki se običajno uporablja za zunanje bloкаде.

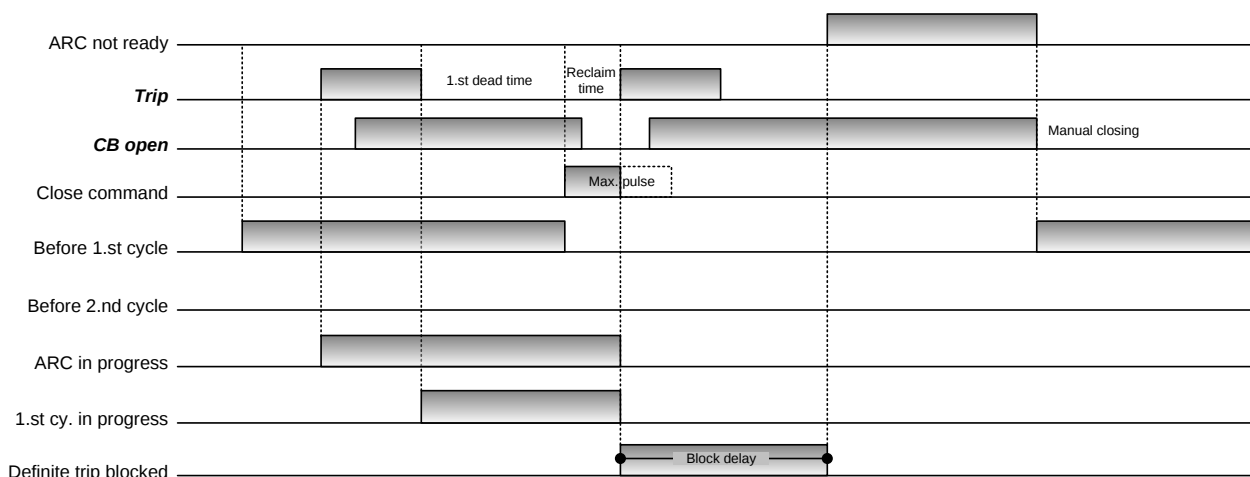
6.3.4.2 Dinamične bloкаде

Dinamične bloкаде so tiste, ki se pojavijo medtem ko je ARC scenarij aktiven (**ARC in progress** = 1).

Ko pride do dinamične bloкаде se ARC scenarij konča, **ARC in progress** pade, postavi se skupni signal **Definite trip block** in starta časovnik **Block delay**. Po izteku tega časa se najprej preveri, ali je katera od statičnih blokad prisotna. Če je, se aktivira statična blokada, v nasprotnem primeru se preveri ali je prisotna katera od dinamičnih blokad. Če je, se **Block delay** zopet starta, v nasprotnem primeru **Definite trip blocked** in vsi statusi o dinamičnih blokadah padejo in ARC preide v stanje pripravljenosti.

Dinamične bloкаде so:

- Prisoten katerikoli **Trip** v času zadnjega **Reclaim time**-a, ko so se vse stopnje neuspešnih vklopov že iztekle (Slika 6.10).
- Prisoten katerikoli **Trip** v času **Dead time**.
- Postavi se katerikoli **Trip** v času **Manual close block time**, če je parameter **Manual close block enable** omogočen. Postavi se **Manual close block**.
- Postavi se katerakoli blokada **Dynamic block input...**
- Odklopnik ni pripravljen (**CB not ready**) v trenutku avtomatskega ponovnega vklopa.
- Postavi se katerakoli ročna komanda za vklop **Manual close...**
- Odklopnik se v času **Dead time** vklopi ali ima napačno stanje.
- Po času **Dead time** odklopnik ni izklopljen. V teh primerih se postavi **CB status block**.
- Odklopnik se v času **Reclaim time** izklopi ali ima napačno stanje.
- Po času **Reclaim time** odklopnik ni vklopljen. V teh primerih se postavi **CB status block**.



Slika 6.10: Neuspešen avtomatski vklop, dinamična blokada

Pomembna signala, ki vplivata na pravilno delovanje ARC sta ročni vklop in ročni izklop odklopnika. Signala nastaneta pri komande za ročni vklop ali ročni izklop odklopnika, ki se izvede preko komunikacije in/ali signala pripeljemo preko dveh digitalnih vhodov. Komande za ročni vklop se povežejo na poseben vhod **Manual close**, medtem ko se komande za ročni izklop poveže na splošen vhod **Dynamic block input**.

Za nastavitev blokade na vklop na okvaro nastavimo parametra **Manual close block enable** in čas **Manual close block time**. Časovnik **Manual close block time** starta, ko ARC ni v delovanju in pride do vklopa odklopnika, kar se zazna preko:

- status odklopnika se postavi v vklopljen položaj ali
- ročni vklop preko vhoda **Manual close**.

Določimo lahko do 10 zunanjih blokad. Na vhode **Dynamic block input** se lahko po potrebi priključi zunanje signale. Pod dinamične blokade običajno spadajo **CBFP**, neuspešen vklop odklopnika (**CB failed**), ročna komanda za izklop odklopnika (**Manual open command**), blokirana komanda za vklop odklopnika (**Command blocked**), komanda na ločilkah, delovanje (zaščitne) funkcije, ki blokira ARC, zunanje blokade, ... Ker so nekateri od teh signalov kratki dogodki, se ta blokada sproži na pozitivno spremembo signala.

Odklopnik običajno ni pripravljen zaradi nenavite vzmeti ali ostalih okvar na odklopniku, kot je na primer plin. Odklopnik je pripravljen, ko je sposoben opraviti najmanj en ciklus izklop-vklop-izklop. Po izvršitvi tega ciklusa se začne odklopnik restavrirati (na primer: navijati vzmet). V tem času odklopnik ni pripravljen na ponovni cikel vklop-izklop, zato mora biti ARC takrat blokirano. Signal o nepripravljenosti odklopnika povežemo na vhod **CB not ready**.

6.3.5 Tabela parametrov

Control settings	
Operate mode On, Off	Off – funkcija je izklopljena On – delovanje omogočeno
Reclaim time 0,5...3,0...300,0 sec	Vzpostavitevni čas: čas, ki mora preteči po zadnjem vklopu ARC-ja brez ponovnega Trip-a, da se šteje vklop kot uspešen.
CB open status vhod (digitalni)	Položaj odklopnika: izklopljen.
CB close status vhod (digitalni)	Položaj odklopnika: vklopljen.

Cycles settings \ Case 1...10

Trip 1 ... 10 vhod (digitalni)	ALI funkcija med Trip signali. Katerikoli Trip sproži delovanje ARC-ja po tem scenariju.
Priority 1...10...100	Prioriteta scenarija v primeru več istočasnih prožilcev. Manjša številka pomeni večjo prioriteto.
1st Dead time 0,00...300,00 sek	Mrtvi čas 1. stopnje. Vrednost 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene.
Before 1st cycle izhod (digitalni)	Izhod za povratno povezavo na zaščito. Signal se postavi pred delovanjem stopnje.
2nd Dead time 0,00...300,00 sek	Mrtvi čas 2. stopnje. Vrednost 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene.
Before 2nd cycle izhod (digitalni)	Izhod za povratno povezavo na zaščito. Signal se postavi pred delovanjem stopnje.
3rd Dead time 0,00...300,00 sek	Mrtvi čas 3. stopnje. Vrednost 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene.
Before 3rd cycle izhod (digitalni)	Izhod za povratno povezavo na zaščito. Signal se postavi pred delovanjem stopnje.
4th Dead time 0,00...300,00 sek	Mrtvi čas 4. stopnje. Vrednost 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene.
Before 4th cycle izhod (digitalni)	Izhod za povratno povezavo na zaščito. Signal se postavi pred delovanjem stopnje.
5th Dead time 0,00...300,00 sek	Mrtvi čas 5. stopnje. Vrednost 0 pomeni, da so ta in vse nadaljnje stopnje onemogočene.
Before 5th cycle izhod (digitalni)	Izhod za povratno povezavo na zaščito. Signal se postavi pred delovanjem stopnje.

Block settings

Block delay 0,01...0,50...300,00 sec	Čas blokade po nastopu pogoja za dinamično blokado, po katerem se zopet preverijo pogoji za stanje pripravljenosti.
Manual close block enable true, false	Omogočanje blokade po ročnem vklopu za določen čas Manual close block time .
Manual close block time 0,20...1,00...300,00 sec	Čas po ročnem vklopu, ko je ARC v stanju blokade.
Manual close 0...10 vhod (digitalni)	Ročni vklopi odklopnika.
Static block input 0...10 vhod (digitalni)	Pogoji za statično blokado ARC pripravljenosti.
Dynamic block input 0...10 vhod (digitalni)	Pogoji za dinamično blokado ARC scenarija.
CB not ready vhod (digitalni)	Indikacija, da odklopnik ni pripravljen.
Definite trip block izhod (digitalni)	Status blokade: ARC je v stanju dinamične blokade. ARC funkcija se je deaktivirala.
Manual close block izhod (digitalni)	Status blokade: ARC je dinamično blokiran zaradi blokade po ročnem vklopu odklopnika.
CB status block izhod (digitalni)	Status blokade: ARC je blokiran zaradi nepravilnega položaja odklopnika.

Outputs

Close command izhod (digitalni)	Komanda za ponovni vklop odklopnika (pulz največje dolžine Maximal close pulse time)
Maximal close pulse time 0,00...0,10...100,00 sek	Največja možna dolžina izhodnega pulza Close command .
ARC not ready izhod (digitalni)	ARC funkcija ni v stanju pripravljenosti zaradi statične blokade.

ARC in progress izhod (digitalni)	ARC delovanje je v teku.
1st cycle in progress izhod (digitalni)	1. stopnja je v teku
2nd cycle in progress izhod (digitalni)	2. stopnja je v teku
3rd cycle in progress izhod (digitalni)	3. stopnja je v teku
4th cycle in progress izhod (digitalni)	4. stopnja je v teku
5th cycle in progress izhod (digitalni)	5. stopnja je v teku

Counters

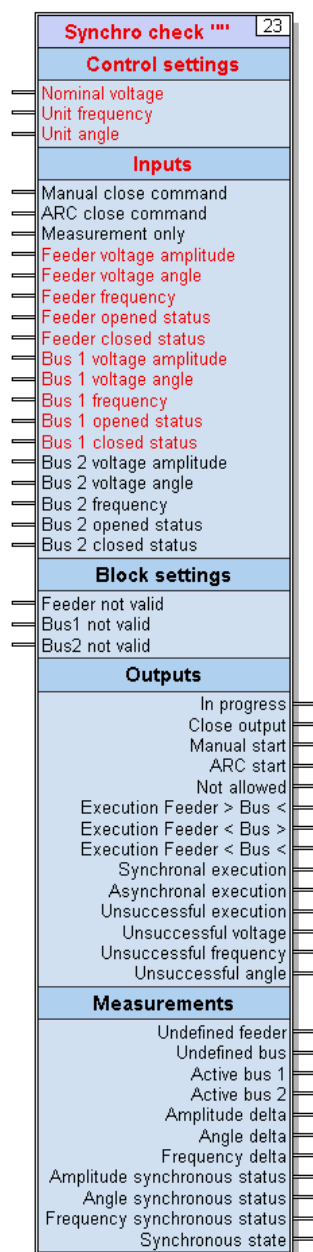
1st cycle count števec	Števec delovanj 1. stopnje.
2nd cycle count števec	Števec delovanj 2. stopnje.
3rd cycle count števec	Števec delovanj 3. stopnje.
4th cycle count števec	Števec delovanj 4. stopnje.
5th cycle count števec	Števec delovanj 5. stopnje.
Definite trip count števec	Števec delovanj definitivnih izklopov.

6.4 Preverjanje sinhronizma (Synchro check)

Synchro check je modul, ki se uporablja za varno sinhrono spajanje dveh napajanih električnih sistemov - mrež. Vklon odklopnika je omogočen, ko so razlike v frekvence, amplitude in faze znotraj nastavljenih mej in na takšen način vnašajo minimalne prehodne pojave v omrežje.

Funkcijo preverjanja sinhronizma sestavljajo naslednji sklopi:

- Način priključitve, eno ali dvo-zbiralčni sistem
- napetostna detekcija voda in zbiralke,
- način starta sinhronizacije: ročni ali APV
- način sinhronizacije: sinhroni ali asinhroni.



Slika 6.11: Modul za preverjanje sinhronizma

6.4.1 Opis delovanja

6.4.1.1 Meritve

Meritve se sprožijo ob komandah (**Manual close command**, **ARC close command** ali **Measurement only**) in trajajo vse do konca procesa, minimalno pa 5 sekund. Ciklično se izračunavajo vse vrednosti, ki so definirane v skupini izhodov **Measurements**. Po koncu procedure se meritve ustavijo, vrednosti meritev in statusov ločil, se resetirajo na 0. Referenca za izračune je aktivna zbiralka, vse meritve se izračunajo glede na njo.

Nedefinirano stanje ločil in napetosti signalizirajo **Undefined feeder** in **Undefined bus** izhodi v **Measurement** skupini izhodov. Nedefinirano stanje imamo lahko v primerih, če:

- status ločil ni veljaven, postavijo se izhodni signali **... not valid** ali
- katerakoli ločilka ni definirana, t.j. ima vrednost 00 ali 11 ali
- je katerakoli amplituda napetosti aktivne zbiralke (*bus*) ali napetosti voda (*feeder*) med **Dead level U<** in **Live level U>**.

Če je status ločilke 1 definiran in vklopljen, se postavi **Active bus 1**. Enako velja za ločilko 2. Če sta obe ločilki izklopljeni, se ne postavi noben status. Če sta definirani in vklopljeni obe ločilki, se postavitva oba statusa, upošteva se ločilka 1 kot aktivno zbiralko. V primeru, da je katerakoli ločilka nedefinirana, so meritve (**... delta**) in njihovi pripadajoči statusi (**... synchronous status**) enaki 0.

6.4.1.2 Način: Samo meritve

Ta način delovanja modula je namenjen opazovanju sinhronnega stanja sinhronizma med dvema sistemoma brez komand. Izračunavajo se samo meritve. Način ostane aktiven, dokler je postavljen vhod **Measurement only**.

6.4.2 Funkcija sinhronnega vklopa

Eden od vhodov **Manual close command** ali **ARC close command** starta funkcijo sinhronnega vklopa (SC funkcijo), postavi se signal **In progress**. Start SC funkcije je neodvisen tega, ali je **Measurement only** način že vklopljen. Če uporabnik pošlje komando, ko se že izvaja SC funkcija (**In progress**), se le-ta zavrže, SC funkcije se ne da prekiniti z novo komando.

6.4.3 Koraki delovanja

Korak 1:

Start: Glede na vhoda **Manual close command** in **ARC close command** se postavi eden od izhodov: **Manual start** ali **ARC start**.

Korak 2:

Nedefinirane napetosti ali ločilke: Če imamo nedefinirano stanje ločilk ali napetosti, se postavi **Unsucessfull execution**. Procedura se zaključi.

Korak 3:

Izvedba glede na status ločilk: Če je vsaj ena od ločilk, na vodu ali zbiralki, izklopljena se izvede komanda za vklop **Close output**. Procedura se zaključi.

Korak 4:

Izvedba z mrtvimi napetostmi: Glede na mrtve napetosti voda in zbiranke se postavijo: **Execution Feeder< Bus<** ali **Execution Feeder> Bus<** ali **Execution Feeder< Bus>**

Korak 5:

Če je blokada na določen način izvedbe (parametri **Block settings**) se postavi **Not allowed** in **Unsucessfull execution**. Procedura se zaključi.

Korak 6:

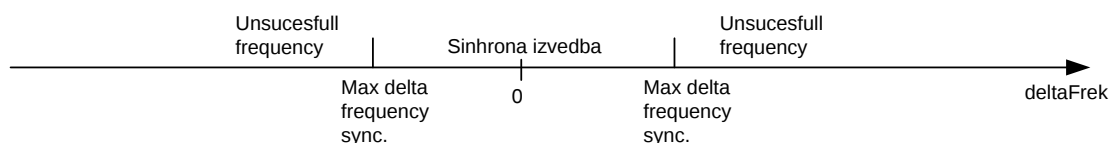
Izvedba z mrtvimi napetostmi: Če blokade ni, se izvede komanda za vklop **Close output**. Procedura se zaključi.

Korak 7:

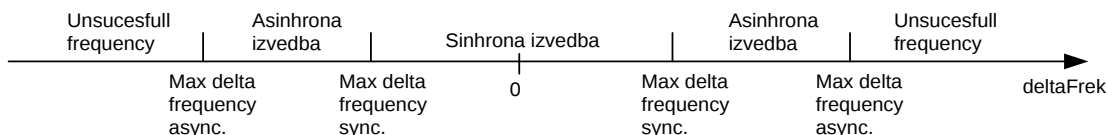
Izvedba z živimi napetostmi: Izračuna se razlika frekvence: $\Delta Freq = Freq1 - Freq2$.

Če je absolutni $\Delta Freq$ manjši od nastavljene sinhronne frekvence **Max delta frequency sync**, ali pa je asinhrona izvedba onemogočena, se postavi **Synchronous execution**.

Če je asinhrona izvedba omogočena in absolutni $\Delta Freq$ večji od nastavljene sinhronne frekvence, potem se postavi **Asynchronous execution**.



Slika 6.12: Način delovanja pri **Asynchronous mode** = off



Slika 6.13: Način delovanja pri **Asynchronous mode** = on

Izvajati se začnejo meritve katerih rezultati so dostopni na izhodih sekcije **Measurement**. Glede na vrednost *deltaFrek* se izvede sinhroni ali asinhroni način:

Korak 8a: Izvedba v sinhronem načinu:

Pogoji (napetost, kot, frekvenca) se preverijo samo enkrat:

Preverjanje frekvence: če je razlika frekvenc večja od nastavljene tolerance sinhronne frekvence, potem se postavi signal **Unsucesfull frequency**.

Preverjanje napetosti: če je razlika napetosti izven nastavljene tolerance, potem se postavi signal **Unsucesfull voltage**.

Preverjanje kota: če je razlika kota izven nastavljene tolerance, potem se postavi signal **Unsucesfull angle**.

Če se vsi pogoji izpolnjeni izvede komando za vklop **Close output** in zaključi proceduro.

Korak 8b: Izvedba v asinhronem načinu:

Pogoji (napetost, kot, frekvenca) se preverjajo stalno, dokler niso vsi izpolnjeni ali poteče čas **Max. duration**. Če se med tem časom vsi pogoji izpolnijo, se izvede komanda za vklop **Close output** in procedura se zaključi. Ko poteče čas **Max. duration**, se glede na končno stanje (napetost, kot, frekvenca) postavijo dogodki:

Preverjanje frekvence: če je razlika frekvenc večja od nastavljene tolerance asinhronne frekvence, potem se postavi signal **Unsucesfull frequency**.

Preverjanje napetosti: če je razlika napetosti izven nastavljene tolerance, potem se postavi signal **Unsucesfull voltage**.

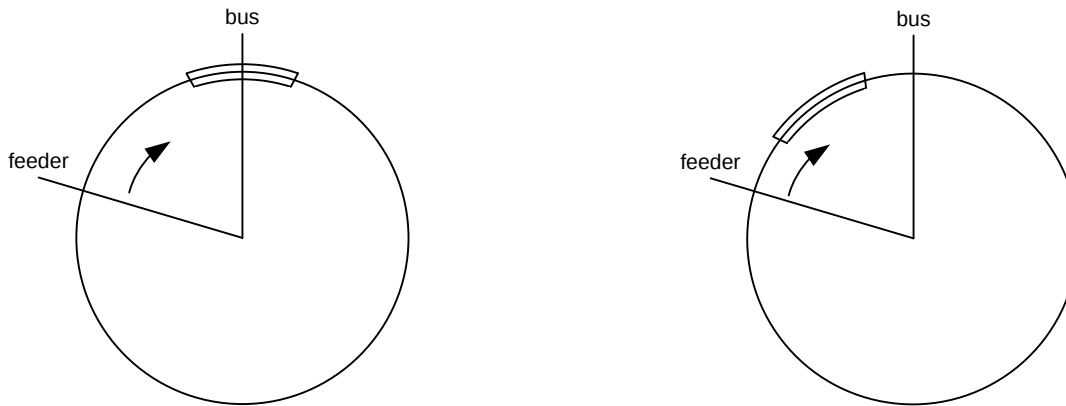
Preverjanje kota: Če je razlika kota izven nastavljene tolerance, potem se postavi signal **Unsucesfull angle**.

Korak 9:

Če je katerikoli od pogojev pri prejšnjemu koraku (napetost, kot, frekvenca) neuspešen, se postavi še signal **Unsucesfull execution**, signal **In progress** pade in procedura se zaključi.

6.4.4 Prestavljanje kota pri asinhronem načinu:

V asinhronem načinu, se komanda za vklop izvrši majhen delček časa, preden prideta vod in zbiralka v sinhrono stanje. Vzrok za to je dejstvo, da izvršitev vklopa traja nekaj časa. Ta čas je določen s parametrom **CB close time**.



Slika 6.14: Območje delovanja pri sinhroni in asinhroni izvedbi

6.4.5 Parametri modula

\ Control settings \	
Operate mode <i>On, Off</i>	<i>Off</i> – funkcija neaktivna <i>On</i> - funkcija aktivna
Live level U> <i>0,03...0,80...1,00 Un</i>	Meja napetosti nad katero se šteje prisotna napetost.
Dead level U< <i>0,03...0,05...1,00 Un</i>	Meja napetosti pod katero se šteje neprisotna napetost.
Max delta voltage sync. <i>3...5...100 %</i>	Maksimalna razlika amplitude za sinhroni način glede na napetost zbiralke.
Max delta angle <i>3...10...80°</i>	Maksimalna razlika kota
Max delta frequency sync. <i>0,01...0,10...2,00 Hz</i>	Maksimalna razlika frekvence za sinhroni način.
Asynchronous mode <i>On, Off</i>	<i>On</i> – asinhroni način omogočen.
Max delta voltage async. <i>3...5...100 %</i>	Maksimalna razlika amplitude za asinhroni način glede na napetost zbiralke.
Max delta frequency async. <i>0,01...0,10...2,00 Hz</i>	Maksimalna razlika frekvence za asinhroni način.
CB close time <i>0,00...0,30...3,00 sek</i>	Vklopni čas odklopnika.
Max. duration <i>0,00...0,30...3,00 sek</i>	Maksimalni čas procedure sinhronnega vklopa.
Nominal voltage <i>konstantni vhod (analogni)</i>	Nazivna amplituda napetosti v delcih.
Unit frequency <i>konstantni vhod (analogni)</i>	Frekvenca 1 Hz v delcih.
Unit angle <i>konstantni vhod (analogni)</i>	Kot 1° v delcih.

Inputs	
Manual close command <i>vhod (digitalni)</i>	Komanda za ročni sinhroni vklop.
ARC close command <i>vhod (digitalni)</i>	Komanda za APV sinhroni vklop.

Measurement only <i>vhod (digitalni)</i>	Komanda za vklop meritev.
Feeder voltage amplitude <i>vhod (analogni)</i>	Amplituda napetosti voda.
Feeder voltage angle <i>vhod (analogni)</i>	Kot napetosti voda.
Feeder frequency <i>vhod (analogni)</i>	Frekvenca napetosti voda.
Feeder opened status <i>vhod (digitalni)</i>	Vod je izklopljen.
Feeder closed status <i>vhod (digitalni)</i>	Vod je vklopljen.
Bus 1 voltage amplitude <i>vhod (analogni)</i>	Amplituda napetosti zbiralke 1.
Bus 1 voltage angle <i>vhod (analogni)</i>	Kot napetosti zbiralke 1.
Bus 1 frequency <i>vhod (analogni)</i>	Frekvenca napetosti zbiralke 1.
Bus 1 opened status <i>vhod (digitalni)</i>	Ločilka zbiralke 1 je izklopljena.
Bus 1 closed status <i>vhod (digitalni)</i>	Ločilka zbiralke 1 je vklopljena.
Bus 2 voltage amplitude <i>vhod (analogni)</i>	Amplituda napetosti zbiralke 2.
Bus 2 voltage angle <i>vhod (analogni)</i>	Kot napetosti zbiralke 2.
Bus 2 frequency <i>vhod (analogni)</i>	Frekvenca napetosti zbiralke 2.
Bus 2 opened status <i>vhod (digitalni)</i>	Ločilka zbiralke 2 je izklopljena.
Bus 2 closed status <i>vhod (digitalni)</i>	Ločilka zbiralke 2 je vklopljena.

Block settings

Sync. close enabled man. <i>true, false</i>	omogočen sinhroni način, ročni vklop
Async. close enabled man. <i>true, false</i>	omogočen asinhroni način, ročni vklop
Feeder < Bus < enabled man. <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko sta vod in zbiralka brez napetosti, ročni vklop
Feeder > Bus < enabled man. <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko je vod pod napetostjo in zbiralka brez napetosti, ročni vklop
Feeder < Bus > enabled man. <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko je vod brez napetosti in zbiralka pod napetostjo, ročni vklop
Sync. close enabled ARC <i>true, false</i>	omogočen sinhroni način, APV
Async. close enabled ARC <i>true, false</i>	omogočen asinhroni način, APV
Feeder < Bus < enabled ARC <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko sta vod in zbiralka brez napetosti, APV
Feeder > Bus < enabled ARC <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko je vod pod napetostjo in zbiralka brez napetosti, APV
Feeder < Bus > enabled ARC <i>true, false</i>	omogočen vklop, ko je vod brez napetosti in zbiralka pod napetostjo, APV
Bus2 enabled <i>true, false</i>	zbiralka 2 je omogočena.
Feeder not valid <i>vhod (digitalni)</i>	napetost voda ni veljavna.

Bus1 not valid vhod (digitalni)	napetost zbiralka 1 ni veljavna.
Bus2 not valid vhod (digitalni)	napetost zbiralka 2 ni veljavna.

Outputs

In progress izhod (digitalni)	Sinhroni vklop je v teku.
Pulse time 0,00...0,50...100,00 sek	Dolžina izhodnega pulza Close output .
Close output izhod (digitalni)	Komanda za vklop.
Manual start izhod (digitalni)	Start po ročnem vklopu (5 sekundni signal).
ARC start izhod (digitalni)	Start po avtomatskem ponovnem vklopu (5 sekundni signal).
Not allowed izhod (digitalni)	SC komanda ni dovoljena (5 sekundni signal).
Execution Feeder> Bus< izhod (digitalni)	Izvedba <i>Feeder> Bus<</i> (5 sekundni signal).
Execution Feeder< Bus> izhod (digitalni)	Izvedba <i>Feeder< Bus></i> (5 sekundni signal).
Execution Feeder< Bus< izhod (digitalni)	Izvedba <i>Feeder< Bus<</i> (5 sekundni signal).
Synchrional execution izhod (digitalni)	Sinhroni način izvedbe (5 sekundni signal).
Asynchrional execution izhod (digitalni)	Asinhroni način izvedbe (5 sekundni signal).
Unsucessfull execution izhod (digitalni)	Izvedba ni bila uspešna (5 sekundni signal).
Unsucesfull voltage izhod (digitalni)	Neuspešna izvedba zaradi amplitude (5 sekundni signal).
Unsucesfull frequency izhod (digitalni)	Neuspešna izvedba zaradi frekvence (5 sekundni signal).
Unsucesfull angle izhod (digitalni)	Neuspešna izvedba zaradi kota (5 sekundni signal).

Measurements

Undefined feeder izhod (digitalni)	Vod nima definirane napetosti.
Undefined bus izhod (digitalni)	Zbiralka nima definirane napetosti.
Active bus 1 izhod (digitalni)	Aktivna je zbiralka 1 (zbiralka 1 je vklopljena).
Active bus 2 izhod (digitalni)	Aktivna je zbiralka 2 (zbiralka 2 je vklopljena).
Amplitude delta izhod (analogni)	Razlika v amplitudi napetosti.
Angle delta izhod (analogni)	Razlika v kotu napetosti
Frequency delta izhod (analogni)	Razlika v frekvenci napetosti.
Amplitude synchronous status izhod (digitalni)	Amplituda je sinhrona.
Angle synchronous status izhod (digitalni)	Kot je sinhron.

Frequency synchronous status izhod (digitalni)	Frekvenca je sinhrona.
Synchronous state izhod (digitalni)	Stanje je sinhrono.

6.5 Funkcijski bloki (Function blocks)

Za izvedbo preprostih logičnih operacij, kot so logični AND, OR, ipd se uporabljajo logični funkcijski bloki. Bloki omogočajo preprosto povezavo dveh ali več signalov na vhode določenega operatorja, izračun rezultata logične funkcije **Output**, ter njegove obratne vrednosti **Inverted output**.

Nabor blokov vsebuje širok spekter operatorjev: od preprostih kot so operatorji izbire in primerjave (**AND**, **OR**,...), do kompleksnih kot so bloki konverzije (BCD in BS kodiranje). Nabor blokov je razdeljen na sledeče kategorije:

- Elementi izbire in primerjave
 - AND, OR, XOR, NOT
 - MIN, MAX
 - GT, GE, EQ, LE, LT, NE
 - SEL
- Bistabilni elementi
 - RS-FF
 - SR-FF
 - D-FF
 - T-FF
- Konverzija
 - BCD encoder, BCD decoder
 - BS decoder, BS encoder
- Števci
 - CTU
 - CTD
 - CTUD
- Časovniki
 - TP
 - TON
 - TOF
- Numerične funkcije
 - ABS
 - SQRT
 - Live zero
- Aritmetične operacije
 - ADD, SUB
 - MUL, DIV
 - AVRG

Če ni drugače navedeno, veljajo sledeča pravila:

- nepovezani vhodi se ne upoštevajo,
- če je povezan le en vhod, je rezultat enak vhodu.
- če pride na izhodu do preliva, ima izhod največjo možno vrednost,
- izhod **Inverted output** je obratna vrednost izhoda **Output**.

6.5.1 Elementi izbire in primerjave

6.5.1.1 Element: AND

Med vhodi **Input...** se izvede operacija IN in rezultat zapiše na izhod **Output**.

Input 1...32 vhod (digitalni)	vhodi v funkcijo, lahko jih je več
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.1.2 Element: OR

Med vhodi **Input...** se izvede operacija ALI in rezultat zapiše na izhod **Output**.

Input 1...32 vhod (digitalni)	vhodi v funkcijo, lahko jih je več
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.1.3 Element: XOR

Med vhodi **Input...** se izvede operacija XOR in rezultat zapiše na izhod **Output**.

Input 1...4 vhod (digitalni)	vhodi v funkcijo, lahko jih je več
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.1.4 Element: NOT

Vhod **Input** se negira in rezultat zapiše na izhod **Output**.

Input vhod (digitalni)	vhod v funkcijo
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije

6.5.1.5 Element: MIN

Output je minimalna vrednost vseh vhodov **Input...**

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (analogni)	Minimalna vrednost.

6.5.1.6 Element: MAX

Output je maksimalna vrednost vseh vhodov **Input...**

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (analogni)	Maksimalna vrednost.

6.5.1.7 Element: GT

Output je postavljen, če je vsak **Input...** večji od svojega spodnjega soseda. Če je povezan le en vhod, se dela primerjava z nulo.

Input 1...4 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (digitalni)	Vsak vhod je večji od svojega spodnjega soseda.

6.5.1.8 Element: GE

Output je postavljen, če je vsak **Input...** večji ali enak od svojega spodnjega soseda. Če je povezan le en vhod, se dela primerjava z nulo.

Input 1...4 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (digitalni)	Vsak vhod je večji ali enak svojemu spodnjemu sosedu.

6.5.1.9 Element: EQ

Output je postavljen, če so vsi vhodi **Input...** enaki. Če je povezan le en vhod, je izhod vedno postavljen.

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (digitalni)	Vsi vhodi so enaki.

6.5.1.10 Element: LE

Output je postavljen, če je vsak **Input...** manjši ali enak od svojega spodnjega soseda. Če je povezan le en vhod, se dela primerjava z nulo.

Input 1...4 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (digitalni)	Vsak vhod je manjši ali enak svojemu spodnjemu sosedu.

6.5.1.11 Element: LT

Output je postavljen, če je vsak **Input...** manjši od svojega spodnjega soseda. Če je povezan le en vhod, se dela primerjava z nulo.

Input 1...4 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (digitalni)	Vsak vhod je manjši od svojega spodnjega soseda.

6.5.1.12 Element: NE

Output je postavljen, če vhoda **Input 1** in **Input 2** nista enaka.

Input 1 vhod (analogni)	Vhod 1.
Input 2 vhod (analogni)	Vhod 2.
Output izhod (digitalni)	Vhoda nista enaka.

6.5.1.13 Element: SEL

Če je **Selector** enak 0, ima izhod **Output** enako vrednost kot **Input 0**, drugače pa ima enako vrednost kot **Input 1**.

Input 0 vhod (analogni)	Vrednost pri vrednosti selektorja 0.
----------------------------	--------------------------------------

Input 1 vhod (analogni)	Vrednost pri vrednosti selektorja 1.
Selector vhod (digitalni)	Vhod za izbiro.
Output izhod (analogni)	Izbrana vrednost.

6.5.2 Bistabilni elementi

6.5.2.1 Element: RS-FF

Vhod **Input S**, postavi izhod **Output**, **Input R**, pa ga podre. V primeru ko sta oba vhoda prisotna naenkrat je izhod **Output** podrt.

Tabela 6.5: RS flip flop

Set	Reset	Output
1	0	1
0	1	0
1	1	0

Input R vhod (digitalni)	vhod v funkcijo – Reset
Input S vhod (digitalni)	vhod v funkcijo – Set
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.2.2 Element: SR-FF

Vhod **Input S**, postavi izhod **Output**, **Input R** pa ga podre. V primeru, ko sta oba vhoda naenkrat prisotna, je izhod **Output** postavljen.

Tabela 6.6: SR flip flop

Set	Reset	Output
1	0	1
0	1	0
1	1	1

Input R vhod (digitalni)	vhod v funkcijo – Reset
Input S vhod (digitalni)	vhod v funkcijo – Set
Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.2.3 Element: D-FF

Ob postavitvi **Trigger**-ja (0 -> 1), se na izhod **Output** prepiše vrednost vhoda **Input D**.

Input D vhod (digitalni)	Vhod.
Trigger vhod (digitalni)	Prožilec funkcije.

Output izhod (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.2.4 Element: T-FF

Ko je **Input T** postavljen, se ob postavitvi **Trigger**-ja (0 -> 1) na izhodu **Output** obrne vrednost.

Input T vhod (digitalni)	Vhod.
Trigger vhod (digitalni)	Prožilec funkcije.
Output statič (digitalni)	rezultat funkcije
Inverted output izhod (digitalni)	invertiran rezultat funkcije

6.5.3 Konverzija

6.5.3.1 Element: BCD encoder

Računanje BCD8421 kode v decimalno vrednost. Izhod **Output** ima z 8 vhodnimi biti lahko vrednosti med 0 in 99.

Če pride na vhode **Bit n** neveljavna kombinacija, to so vsa števila večja od 9 v enem četvorčku bitov, se postavi **Invalid**, na izhodu **Output** pa ostane stara vrednost.

Običajno pridejo vhodni signali iz nekega mehanskega elementa. Vhod **Freeze** se uporablja za preprečevanje napačnega izračuna pri prehodnih stanjih, kjer se vhodni biti ne zamenjajo vsi istočasno, ampak potrebujejo nekaj časa. Dokler je Freeze postavljen, je vrednost vhoda zamrznjena na zadnjo izračunano, ne glede na vhodne bite. Ko Freeze pade, se izhod normalno računa naprej.

Ta element se običajno uporablja pri odčitavanju stopenj regulacijskega transformatorja.

Tabela 6.7: BCD kodiranje za prve štiri bite

Bit 1	Bit 2	Bit 4	Bit 8	Output
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	0	0	2
1	1	0	0	3
0	0	1	0	4
1	0	1	0	5
0	1	1	0	6
1	1	1	0	7
0	0	0	1	8
1	0	0	1	9

Bit 1 vhod (digitalni)	Prvi bit BCD kode.
Bit 2 vhod (digitalni)	Drugi Bit BCD kode.
Bit 4 vhod (digitalni)	Tretji Bit BCD kode.
Bit 8 vhod (digitalni)	Četrti Bit BCD kode.

Bit 10 vhod (digitalni)	Peti Bit BCD kode.
Bit 20 vhod (digitalni)	Šesti Bit BCD kode.
Bit 40 vhod (digitalni)	Sedmi Bit BCD kode.
Bit 80 vhod (digitalni)	Osmi Bit BCD kode.
Freeze vhod (digitalni)	Zamrznitev vrednosti Output .
Output izhod (analogni)	Vrednost BCD kode.
Invalid izhod (digitalni)	Na vseh vstopih je neveljavna kombinacija.

6.5.3.2 Element: BCD decoder

Računanje BCD8421 kode iz decimalne vrednosti v posamezne izhodne bite. Ta element je obratna funkcija BCD encoder-ja. Če pride na vhod **Input** neveljavna vrednost, to so vsa števila izven območja 0..99, se postavi **Over range**, na **Bit n** izhodih pa ostane stara vrednost.

Primer: Ta element se na primer uporablja pri določanju skupine nastavitev. Vrednost iz analognega izhoda se pretvori v dva bita: A = 0 = 00, B = 1 = 01, C = 2 = 10, D = 3 = 11.

Input vhod (analogni)	Vrednost BCD kode.
Bit 1 izhod (digitalni)	Prvi bit BCD kode.
Bit 2 izhod (digitalni)	Drugi Bit BCD kode.
Bit 4 izhod (digitalni)	Tretji Bit BCD kode.
Bit 8 izhod (digitalni)	Četrty Bit BCD kode.
Bit 10 izhod (digitalni)	Peti Bit BCD kode.
Bit 20 izhod (digitalni)	Šesti Bit BCD kode.
Bit 40 izhod (digitalni)	Sedmi Bit BCD kode.
Bit 80 izhod (digitalni)	Osmi Bit BCD kode.
Over range izhod (digitalni)	Vrednost vhoda je izven dovoljenih meja 0..99.

6.5.3.3 Element: BS decoder 4

Dekodiranje binarnega števila v en zaporedni signal **Output...** Binarno število pripeljemo na vhod s ločenimi biti **Input bit...** Izhod **Analog Output** je analogna vrednost bitnega števila. Število vstopov in izhodov je različno, glede na uporabljen element.

Tabela 6.8: BS dekodiranje

In 1	In 2	...	Out 1	Out 2	Out 3	Out 4	...	Analog out
0	0	...	1	0	0	0	...	0
1	0	...	0	1	0	0	...	1
0	1	...	0	0	1	0	...	2
1	1	...	0	0	0	1	...	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Primer: če imamo na vhodu Input bit... vrednost 0101, imamo na izhodu Output... vrednost 0000 0000 0010 0000 in na izhodu Analog Output vrednost 5.

Input bit 0 vhod (digitalni)	Biti vhodnega niza.
...	...
Input bit 3 vhod (digitalni)	Biti vhodnega niza.
Output 0 izhod (digitalni)	Indikator vrednosti na vhodu.
...	...
Output 15 izhod (digitalni)	Indikator vrednosti na vhodu.
Analog output izhod (analogni)	Analogna vrednost na vhodu.

6.5.3.4 Element: BS encoder 4

Kodiranje enega zaporednega signala **Input...** v binarno število **Out...** in decimalno število **Analog out**. Ta element je obratna funkcija BS decoder-ja. V primeru, da se na vhodu pojavi neveljavna vrednost se izhoda ne spremenita, ostane stara vrednost. Število vhodov in izhodov je različno, glede na uporabljen element.

Tabela 6.9: BS kodiranje

In 1	In 2	In 3	In 4	...	Out 1	Out 2	...	Analog out
1	0	0	0	...	0	0	...	0
0	1	0	0	...	1	0	...	1
0	0	1	0	...	0	1	...	2
0	0	0	1	...	1	1	...	3
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Primer: če imamo na vhodu Input... vrednost 0000 0000 0010 0000, imamo na izhodu Output bit... vrednost 0101 in na izhodu Analog Output vrednost 5.

Input 0 vhod (digitalni)	Biti vhodnega niza.
...	...
Input 15 vhod (digitalni)	Biti vhodnega niza.
Output bit 0 izhod (digitalni)	Indikator vrednosti na vhodu.
...	...
Output bit 3 izhod (digitalni)	Indikator vrednosti na vhodu.
Analog output izhod (analogni)	Analogna vrednost na vhodu.

6.5.4 Števci

6.5.4.1 Element: CTU

Števec postavitev (prehodov 0->1) vhoda **Count up**. Število postavitev se zapisuje v izhod **Value**. Ko je vrednost števca večja ali enaka nastavitvi **Set value**, se postavi izhod **Greater than Set**. Postavitev vhoda **Reset to zero**, ponastavi vrednost števca **Value** na 0. Števec šteje, ko je vrednost **Value** manjša od nastavljenе maksimalne meje **Max value**.

Count up vhod (digitalni)	Prožilec.
------------------------------	-----------

Reset to zero vhod (digitalni)	Ponastavitev števca Value na 0.
Set value vhod (analogni)	Vrednost za primerjavo.
Max value 0...1000...	Maksimalna vrednost števca Value .
Value števec (analogni)	Vrednost števca.
Greater than Set izhod (digitalni)	Vrednost števca Value je večja ali enaka Set value vrednosti.

6.5.4.2 Element: CTD

Podobno kot CTU, le da števec šteje navzdol.

Count down vhod (digitalni)	Prožilec.
Reset to Set vhod (digitalni)	Ponastavitev števca Value na Set value .
Set value vhod (analogni)	Vrednost za primerjavo.
Min value ...-1000...0	Minimalna vrednost števca Value .
Value števec (analogni)	Vrednost števca.
Less than zero izhod (digitalni)	Vrednost števca Value je manjša ali enaka 0.

6.5.4.3 Element: CTUD

Podobno kot CTU, le da števec šteje gor in navzdol.

Count up vhod (digitalni)	Prožilec za štetje navzgor.
Count down vhod (digitalni)	Prožilec za štetje navzdol.
Reset to zero vhod (digitalni)	Ponastavitev števca Value na 0.
Reset to Set vhod (digitalni)	Ponastavitev števca Value na Set value .
Set value vhod (analogni)	Vrednost za primerjavo.
Max value 0...1000...	Maksimalna vrednost števca Value .
Min value ...-1000...0	Minimalna vrednost števca Value .
Value števec (analogni)	Vrednost števca.
Greater than Set izhod (digitalni)	Vrednost števca Value je večja ali enaka Set value vrednosti.
Less than zero izhod (digitalni)	Vrednost števca Value je manjša ali enaka 0.

6.5.5 Časovniki

Časovnik nastavimo v minutah **Set minutes** in sekundah **Set seconds**. Skupni čas časovnika je vsota obeh parametrov. Na izhodih **Elapsed minutes** in **Elapsed seconds**, se zapisuje pretečen čas časovnika.

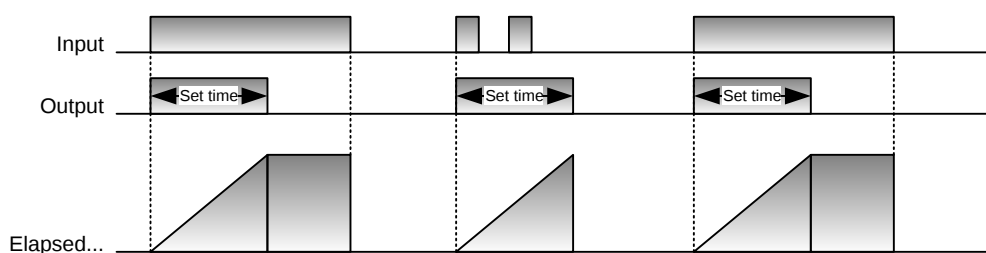
Vsi časovniki imajo enako shemo parametrov:

Input vhod (digitalni)	Prožilec.
Set minutes 0...10.080	Nastavitev časovnika, minute.

Set seconds 0,000...1,000...59,999	Nastavitev časovnika, sekunde.
Elapsed minutes števec	Vrednost časovnika, minute.
Elapsed seconds števec	Vrednost časovnika, sekunde.
Output izhod (digitalni)	Izhod iz časovnika.

6.5.5.1 Element: TP

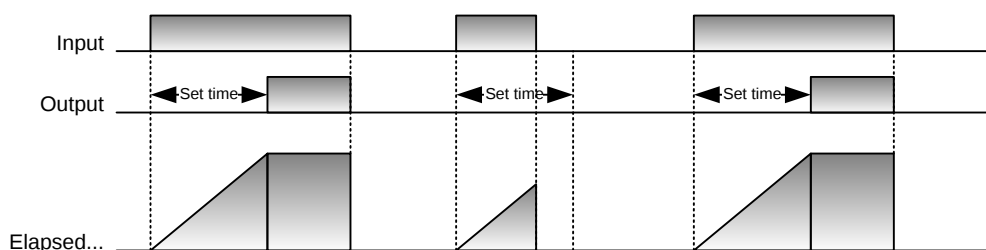
Časovnik starta, ko se postavi **Input**. **Output** je postavljen, ko časovnik teče. **Output** pade, ko se časovnik izteče. Časovnik je neprekinljiv. Diagram delovanja časovnika kaže Slika 1.1.



Slika 6.15: Diagram delovanja časovnika TP

6.5.5.2 Element: TON

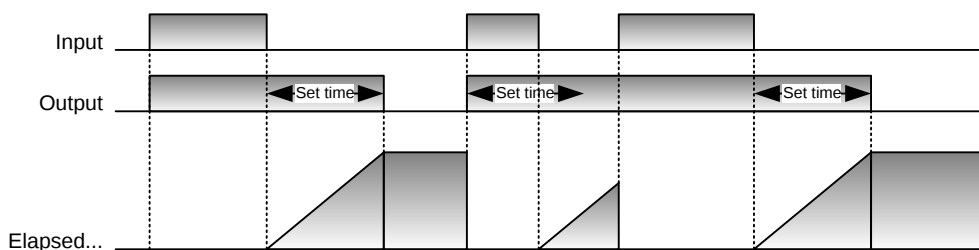
Časovnik teče, ko je postavljen **Input**. **Output** se postavi, ko se izteče časovnik. **Output** pade, ko pade **Input**. Diagram delovanja časovnika kaže Slika 1.2.



Slika 6.16: Diagram delovanja časovnika TON

6.5.5.3 Element: TOF

Časovnik starta, ko pade **Input** in teče, ko je **Input** podrt. **Output** se postavi, ko se postavi **Input**. **Output** pade, ko se izteče časovnik. Diagram delovanja časovnika kaže Slika 1.3.



Slika 6.17: Diagram delovanja časovnika TOF

6.5.6 Numerične funkcije

6.5.6.1 Element: ABS

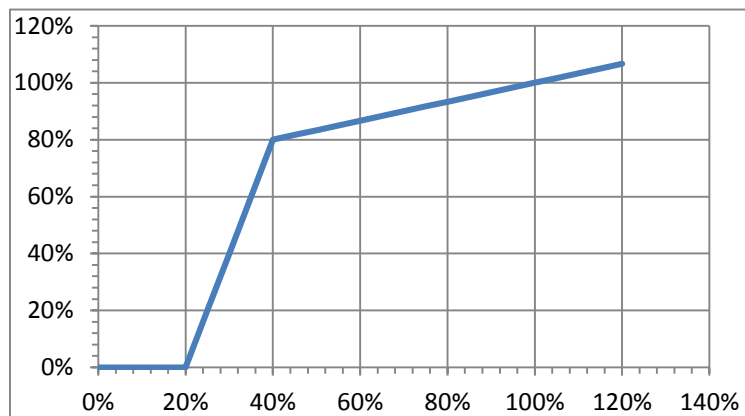
Input vhod (analogni)	Vhod.
Output izhod (analogni)	Absolutna vrednost izhoda.

6.5.6.2 Element: SQRT

Input vhod (analogni)	Vhod.
Output izhod (analogni)	Kvadratni koren izhoda.

6.5.6.3 Element: Live zero

Element Live zero pretvori vhodni signal v dve linearni karakteristiki. Karakteristiko določimo z začetno točko s parametrom **Live zero** ter kolenom s parametroma **Input knee** in **Output knee**.



Slika 6.18: Primer **Live zero** transformacije

Izhod **Invalid output** se postavi, ko je vrednost vhodnega signala **Input** manjša od ničelne vrednosti vhodnega signala **Live zero**.

Live zero 0,0...20,0...99,0% nom	Ničelna vrednost vhodne veličine.
Input knee 0,0...50,0...99,0% nom	Koleno vrednosti vhodne veličine.
Output knee 0,0...70,0...99,0% nom	Vrednosti izhoda pri kolenu.
Input vhod (analogni)	Vhodna veličina.
Nominal value konstantni vhod (analogni)	Nazivna vrednost vhodne veličine v delcih.
Output izhod (analogni)	Izhodna veličina.
Invalid output izhod (digitalni)	Vhodna veličina je izven obsega.

6.5.7 Aritmetične operacije

6.5.7.1 Element: ADD

Na izhod **Output** se zapiše vsota vseh vhodov **Input...**.

$$OUT = IN_1 + IN_2 + \dots$$

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (analogni)	Vsota vseh vhodov.

6.5.7.2 Element: MUL

Na izhod **Output** se zapiše skaliran produkt vseh vhodov **Input...** .

$$OUT = Scale \cdot IN_1 \cdot IN_2 \cdot \dots$$

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Scale 0,000001...1...1000,000000	Skaliranje produkta.
Output izhod (analogni)	Skaliran produkt vseh vhodov.

6.5.7.3 Element: SUB

Na izhod **Output** se zapiše razlika vhodov.

$$OUT = IN_1 - IN_2$$

Input 1 vhod (analogni)	1. vhod
Input 2 vhod (analogni)	2. vhod.
Output izhod (analogni)	Razlika vhodov: Input 1 – Input 2.

6.5.7.4 Element: DIV

Na izhod **Output** se zapiše skaliran kvocient vhodov. Če ima **Input 2** vrednost 0, je izhod **Output** enak 0.

$$OUT = Scale \cdot \frac{IN_1}{IN_2}$$

Input 1 vhod (analogni)	1. vhod
Input 2 vhod (analogni)	2. vhod.
Scale 0,001...1,000...1000.000,000	Skaliranje kvocienta.
Output izhod (analogni)	Skaliran kvocient vhodov: Scale * Input 1 / Input 2.

6.5.7.5 Element: AVRG

Na izhod **Output** se zapiše povprečna vrednost vseh povezanih vhodov.

$$OUT = \frac{\sum_{i=1}^n IN_i}{n}$$

Input 1...32 vhod (analogni)	Vhodi.
Output izhod (analogni)	Povprečna vrednost vseh povezanih vhodov.

7 Komunikacija

7.1 Splošno o komunikaciji

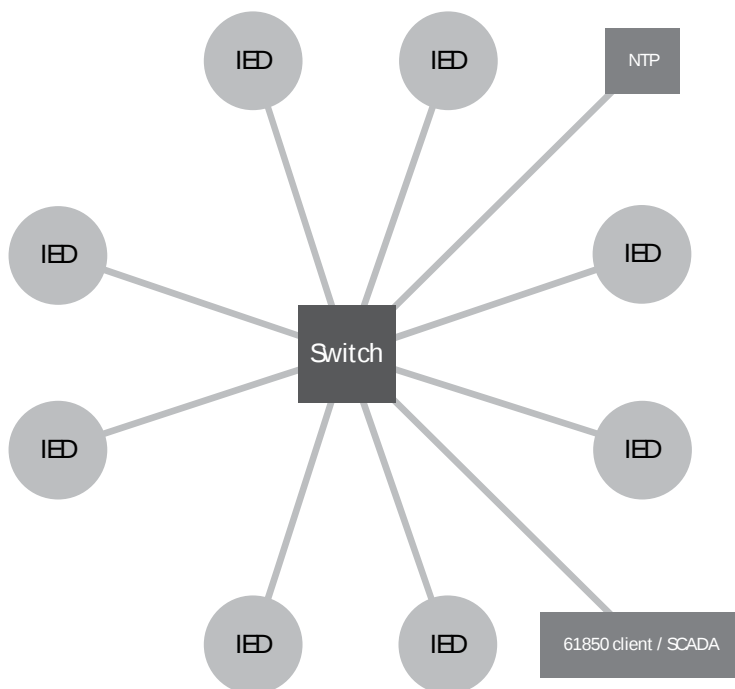
Naprave NEO 3000 lahko vsebujejo več komunikacijskih protokolov, ki omogočajo komunikacijo po serijskih in mrežnih povezavah. Vse nastavitve se zapišejo v konfiguracijo naprave, ki se prenese na napravo s pomočjo postopka [Inicijalizacije](#). Omenjene nastavitve so v datotekah na napravi: [iec61850.cid](#), [inputs.xml](#), [Settings.xml](#), [neo3000.conf](#) and [system_settings.xml](#).

7.1.1 Nastavitve mrežnih vmesnikov

Pri izdelavi projekta se nastavijo projektna omrežja, servisi za sinhronizacijo časa in prenosa datotek. Na napravi se izbere željeno topologijo omrežja po katerih naprava komunicira ter določi naslove.

7.1.1.1 Topologija omrežja: zvezda

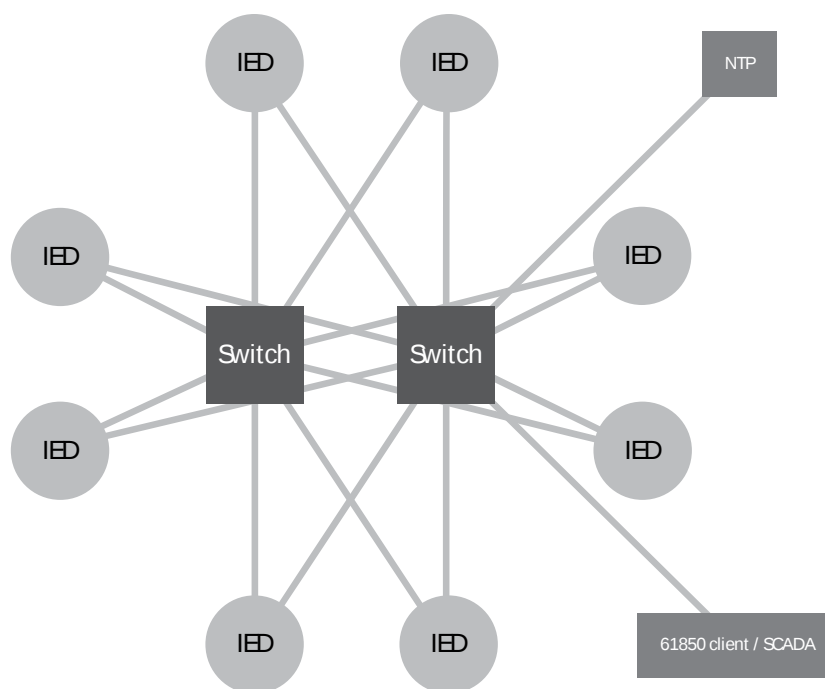
Privzeta nastavitve topologije naprav NEO 3000 je tipa zvezda. V primeru, ko ima naprava dva mrežna vmesnika, imata oba enake nastavitve. Sočasno se sme uporabiti le en vmesnik, drugi pa je v rezervi. V primeru odpovedi ali poškodbe prvega vmesnika, ali za namene testiranja, se komunikacijo enostavno preklopi na drug vmesnik.



Slika 19: Topologija zvezda

7.1.1.2 Topologija omrežja: dvojna zvezda

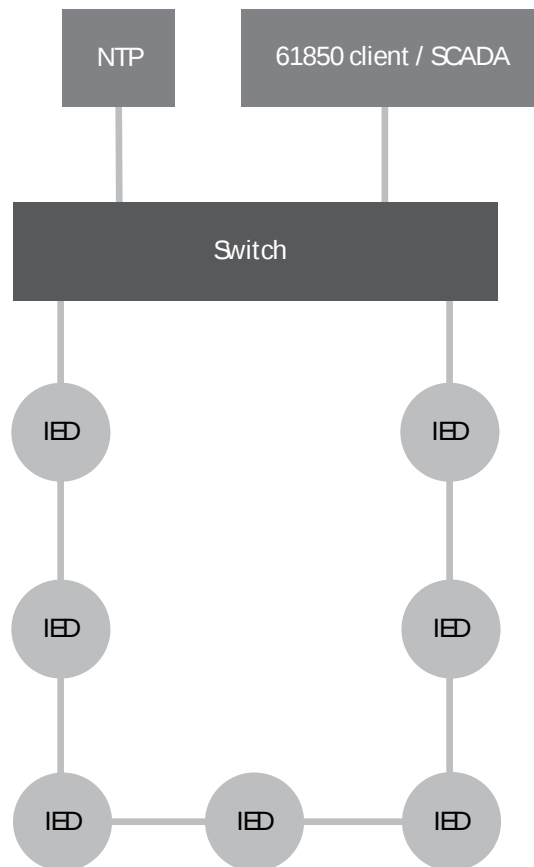
Dvojna zvezda omogoča redundantno komunikacijo z nadrejenimi sistemi in izolacijo horizontalne komunikacije med napravami v eni veji. Omogoča tudi popolno fizično izolacijo med različnimi nadzornimi sistemi, npr. kadar je želja omogočiti sočasno komunikacijo z napravo dvema poslovno strogo ločenima subjektoma, ki v varnostni politiki to zahtevata.



Slika 20: Topologija: dvojna zvezda

7.1.1.3 Topologija omrežja: RSTP zanka

Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) omogoča samodejno redundantno mrežno povezavo med napravami. Vse naprave v omrežju morajo podpirati uporabo tega protokola.



Slika 21: Topologija: ring (RSTP)

7.1.2 Sinhronizacija ure

Naprava meri čas na osnovi kvarčnega oscilatorja ali s pomočjo namenskega integriranega vezja z vgrajenim koledarjem. Merjenje časa na napravi teče neodvisno od nadrejenih sistemov in ima glede na realni čas neko drsenje (drift). S sinhronizacijo ure se doseže enoten čas med napravami.

Kadar je na voljo mrežna povezava je za sinhronizacijo naprav projekta priporočena uporaba protokola NTP (Network Time Protocol), ki je privzet način sinhronizacije. Način sinhronizacije se izbira s parametri razdelka *Time synchronisation* v lastnostih naprave. Parameter **Protocol** omogoča izbiro med NTP in preprostejšim, a manj točnim, SNTP protokolom ter SCU. Slednji omogoči sinhronizacijo ure preko standardnih protokolov IEC 50870-101, 104, DNP3 ali Modbus. Vir se izbere iz kontekstnega menija nad korenskim elementom protokola s katerim nameravamo sinhronizirati čas. V zavihku *Communication*, v glavnem oknu izvede desni klik na korenu npr. protokola DNP3, ukaz *Time synchronisation source*. V lastnostih naprave se pod prametrom **Protocol** vpiše **SCU source = DNP3**. V tem načinu mora biti omogočen tudi **Device local time = Enable**. V načinu SCU sočasna sinhronizacija z NTP strežniki ni mogoča. Dejanska perioda sinhronizacije ure po protokolu mora biti vedno krajša od parametra **Refresh periode**, sicer prihaja do izpada stanja dobre sinhroniziranosti časa. Sistem za sinhronizacijo ure v napravi avtomatsko povpreči variabilne napake in kompenzira drsenje. Proces solidne sinhronizacije traja od nekaj minut do več ur.

7.1.3 Parametri

7.1.3.1 Parametri projektnih nastavitev omrežja in servisov

/ SubStation / Project network	
Network name String	Naziv omrežja.
Address 255.255.255.255	IP naslov omrežja.
Subnet mask 255.255.255.255	IP naslov maske omrežja.
Broadcast address 255.255.255.255	IP naslov oddajanja.
Default gateway 255.255.255.255	IP naslov komunikacijskega vozlišča.
Virtual LAN ID 0..4095	Identifikator navideznega omrežja.

/ SubStation / Time synchronisation	
Time zone Location, GMT +/-, Others	Časovni pas. Location: Izbira vseh držav sveta. GMT +/-: GMT-12 do GMT+14. Others: Izbira poimenovanih časovnih območij.
NTP server IP1...IPn 255.255.255.255	IP naslovi NTP strežnikov.

/ Device / Network settings	
Topology Star, Double star, Ring (RSTP)	Izbira topologije omrežja: Star - zvezda Double star - dvojna zvezda Ring (RSTP) - zanka RSTP
Network 255.255.255.255	Izbira med naslov podomrežij, ki so definirana na nivoju postaje.
Network address 255.255.255.255	IP naslov, omejen glede na izbrano podomrežje (Network).

/ Device / Network settings / Alias	
Network 255.255.255.255	Ime podomrežja. Iziramo lahko samo med tistimi, ki so definirana na nivoju postaje.
Network address 255.255.255.255	IP naslov, omejen glede na izbrano podomrežje (Network).

/ Device / Time synchronisation	
Protocol NTP, SNTP, SCU	Izbira mrežnega protokola za sinhronizacijo ure naprave.
Device local time NTP, SNTP	Izbira stabilizacijskega protokola pri sinhronizaciji preko SCU protokola.
NTP server 255.255.255.255	IP naslovi strežnikov pri sinhronizaciji preko NTP, SNTP protokola.

SCU source <protocol>	Izbrani komunikacijski protokol pri sinhronizaciji preko SCU protokola.
Refresh period 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536, 131072	Perioda osveževanja pri sinhronizaciji preko SCU protokola.

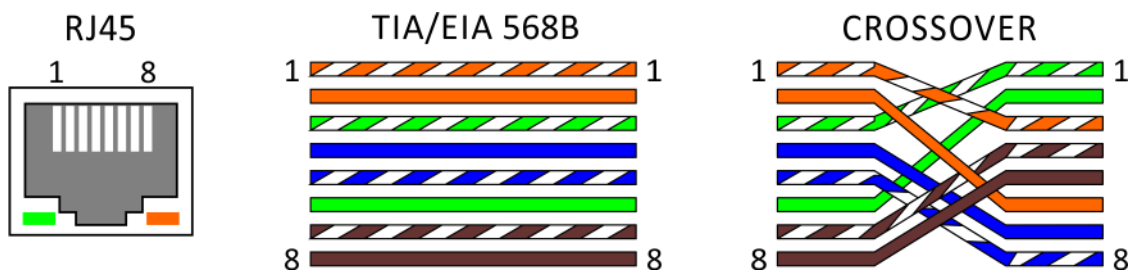
7.2 Komunikacijska strojna oprema

7.2.1 Komunikacijski mrežni vmesnik (ETH)

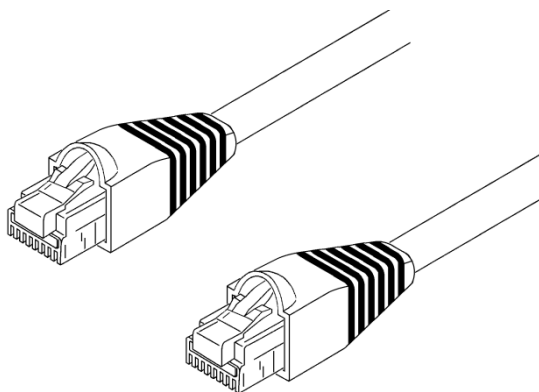
Priključek mrežnega vmesnika je standardni RJ45 priključek. S standardnim UTP kablom je možno povezati napravo v LAN omrežje ali direktno na računalnik. Če računalnik ne podpira detekcije kabla, je potrebno pri direktni povezavi uporabiti CROSSOVER UTP kabel.

Tabela 7.1: Opis nogic priključka ETHx po shemi EIA/TIA 568B

Nogica	100 Mb/s	1 Gb/s
1	TX+	TX+
2	TX-	TX-
3	RX+	RX+
4	n.c.	BI+
5	n.c.	BI-
6	RX-	RX-
7	n.c.	BI+
8	n.c.	BI-



Slika 7.22: Priključek in vezava mrežnega vmesnika ETH RJ45

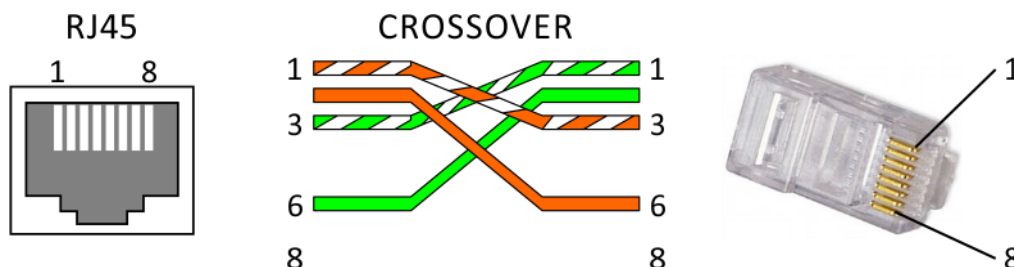


Slika 7.23: ETH kabel za mrežni vmesnik ETH1

7.2.2 PSM - LDU mrežni vmesnik

Inicializaciji naprave z NEO3000 *Power System Manager (PSM)* je namenjen LDU oz. PSM mrežni vmesnik. Na LDU se nahaja spodaj levo, na komunikacijski kartici, na hrbtni strani naprave med priključki, pa povsem spodaj. Priključek vmesnika je standardni RJ45 priključek.

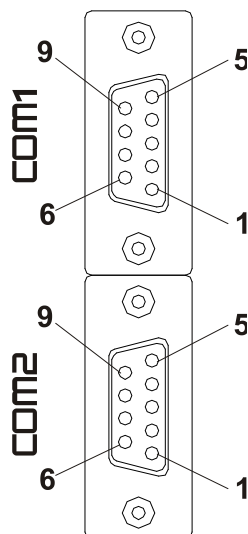
Vezava je reducirana križna in uporablja samo dve parici (*100Mb/s, Crossover*). Priključek na komunikacijski kartici vsebuje dve povezavi in omogoča priključitev zunanje LDU enote. Za povezavo s PSM je zahtevana posebna vezava:



Slika 7.24: LDU-PSM RJ45 priključek in vezava mrežnega vmesnika

7.2.3 Serijski RS-232 vmesnik (COM1 in COM2)

Priključek serijskega vmesnika je standardni DB9 priključek. Oba serijska vmesnika COM1 in COM2 podpirata vse modemske signale. Za priklop na modem se uporabi standardni 2x DB9M kabel, za priklop na računalnik se uporabi DB9 podaljšek (1x DB9F, 1x DB9M).

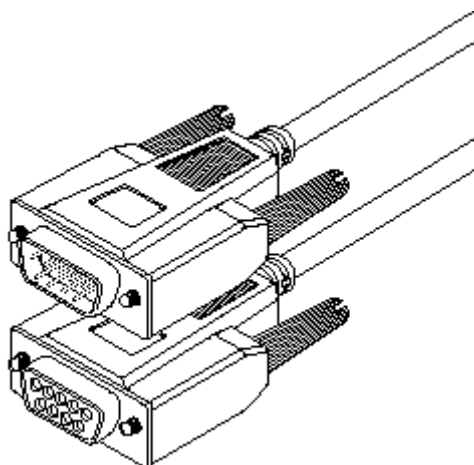


Slika 7.25: Priključek serijskega RS232 vmesnika COM1 in COM2 DB9F

Tabela 7.2: Opis nogic priključka COM1 in COM2

Nogica	Opis
1	DCD
2	RXD
3	TXD
4	DTR
5	GND
6	DSR

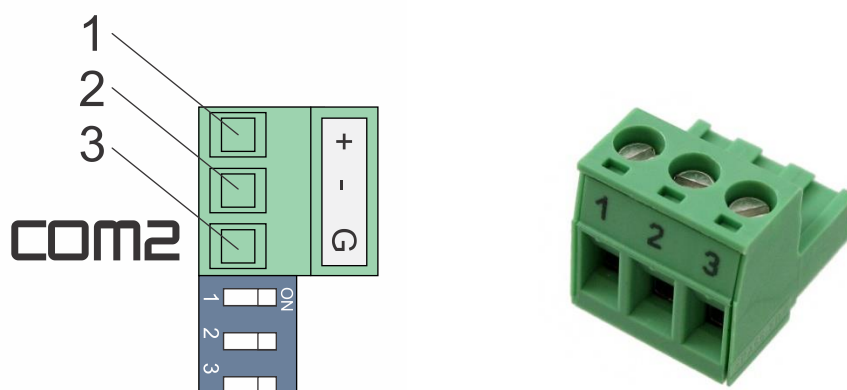
7	RTS
8	CTS
9	RI



Slika 7.26: Serijski kabel DB9

7.2.4 Serijski RS-485 vmesnik (COM2)

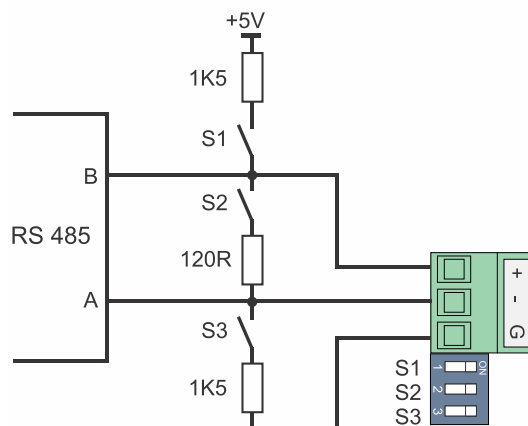
Priključek serijskega vmesnika je standardni MSTB 2,5/ 3-ST-5,08 priključek.



Slika 7.27: Priključek serijskega RS485 vmesnika COM2 MSTB

Tabela 7.3: Opis nogic priključka COM2

Nogica	Opis
1	B (+)
2	A (-)
3	C (G)



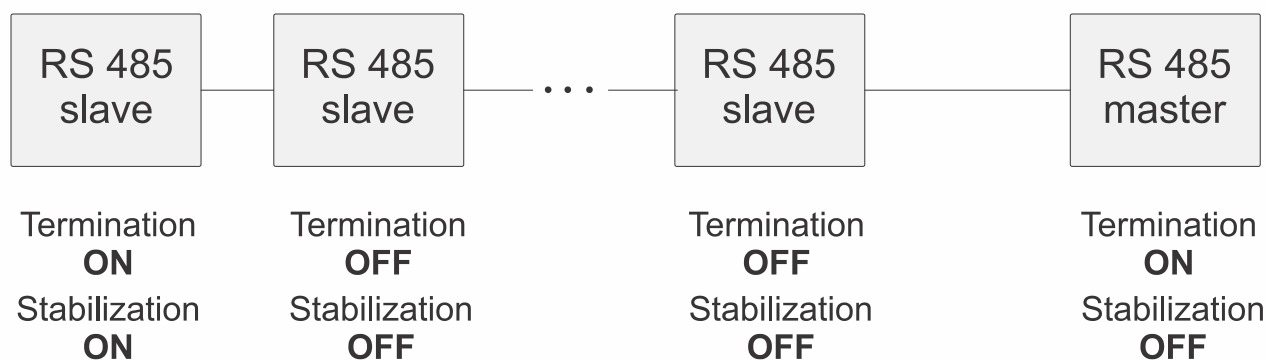
Slika 7.28: Shema 485 zaključitev in stabilizacije

Tabela 7.4: Opis stikal

Stikalo	Opis
S1	Stabilizacija B linije
S2	Zaključitev med linijama
S3	Stabilizacija A linije

Zaključitev med 485 linijama je potrebno vklopiti na prvi in zadnji napravi v liniji (S2 stikalo).

Za zanesljivejši signal na 485 liniji je potrebno na zadnji napravi vklopiti tudi stabilizacijo linije (S1 in S3 stikalo).



Slika 7.29: 485 zaključitev in stabilizacija

7.2.5 Servisni sistemski vmesnik (SYS)

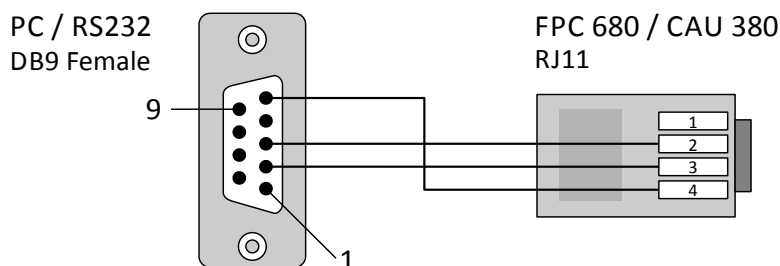
Priključek je 4-pinski priključek RJ14. Priključek omogoča dve funkciji dostopa do naprave:

- dostop do sistema terminala naprave, namestitve programske opreme.
- dostop do pomnilniške slike v FPGA čipu z namenskim orodjem »FPGA Tester« (servisni dostop)

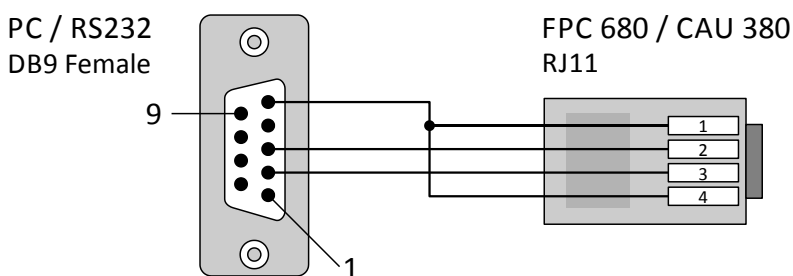
Za vsak način dostopa potrebujemo različen kabel. Shema kablov in vezava je prikazana na slikah (Slika 7.30 in Slika 7.31)

Tabela 7.5: Opis nogic priključka SYS (RJ14)

Nogica	Opis
1	Omogočanje FPGA komunikacije
2	RS232 RXD
3	RS232 TXD
4	GND



Slika 7.30: Vezava za sistemski dostop do naprave preko vmesnika SYS/RJ45 - DB9



Slika 7.31: Vezava za dostop do FPGA pomnilniške slike v napravi preko vmesnika SYS/RJ45 - DB9

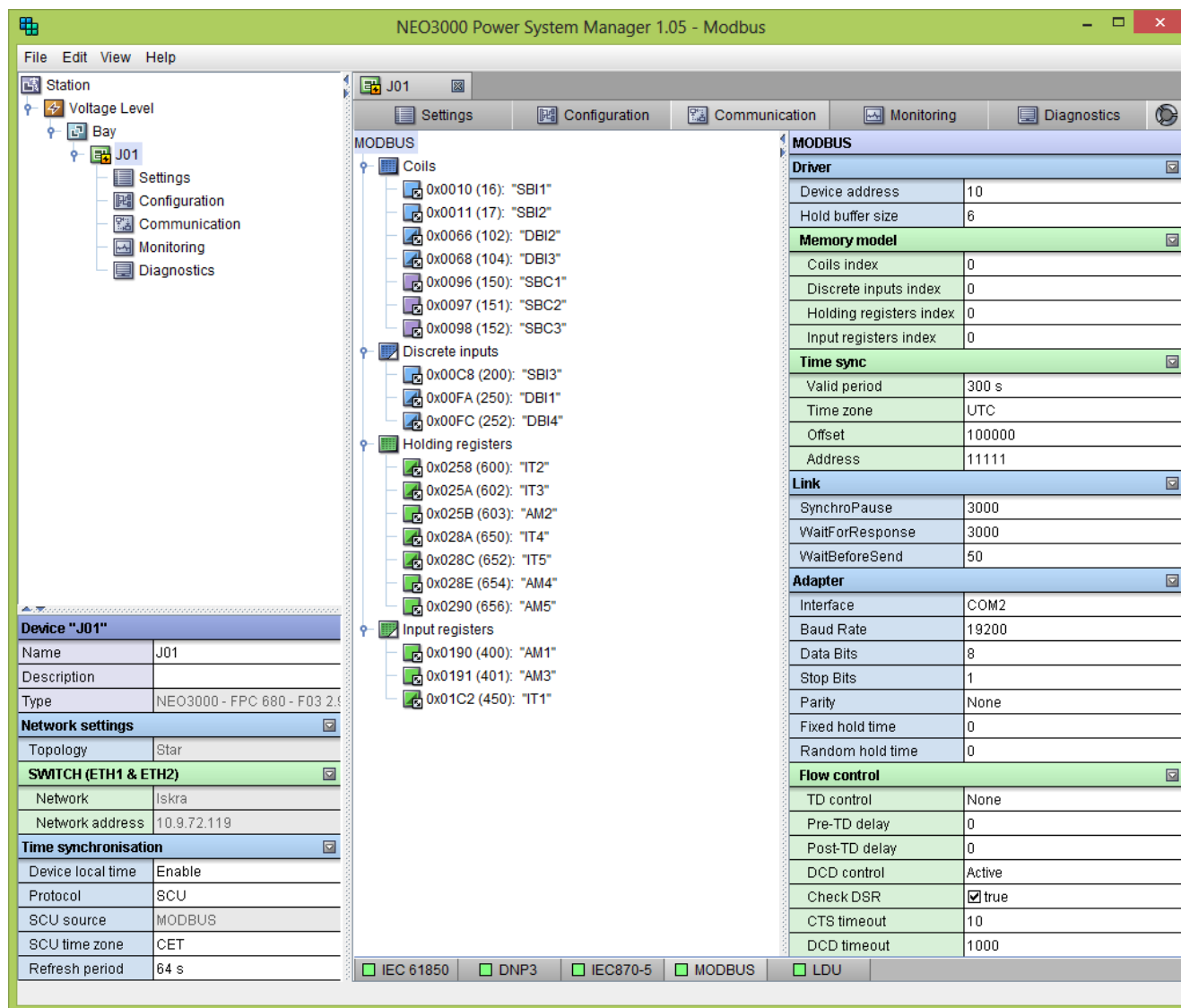
7.3 Modbus protokol

7.3.1 Uvod

Modbus komunikacijski protokol omogoča komunikacijo naprave z nadzornim sistemom ali z drugo napravo, ki deluje v nadrejenem načinu. Omogoča pošiljanje informacij iz naprave in sprejemanje komand v napravo. Naprava deluje v podrejenem načinu (*Slave mode*), kot strežnik. Protokol omogoča prenos digitalnih stanj, analognih meritev in komand v obliki enega ali več bitov, besed, dogodkov in podatkov za časovno sinhronizacijo.

Modbus modul vsebuje in omogoča:

- Implementacijo splošnih podatkovnih tipov po standardu Modbus.
- Podporo za serijski vmesnik.
- Branje analognih meritev.
- Branje digitalnih statusov.
- Izvajanje direktnih komand.
- Sinhronizacijo ure na napravi.
- Zadrževanje digitalnih vrednosti.



Slika 7.32: Parametriranje Modbus modula z orodjem NEO3000 Power System Manager.

7.3.2 Podprte Modbus funkcije

Funkcijske kode zahtev so omejene glede na tip objekta, ki je povezan na tabelo. Modbus protokol podpira naslednje funkcije oziroma kode iz nabora RTU Modbus protokola:

Tabela 7.6: Podprti formati podatkov in Modbus funkcijske kode

Tip podatka	Podprte funkcijske kode	Podprti formati	Tabela
SBI	1, 2, 5, 15	1 bit	<i>Coils, Discrete Inputs</i>
DBI	1, 2, 5, 15	2 bita	<i>Coils, Discrete Inputs</i>
AM	3, 4, 6, 16	INT16, UINT16, FLOAT32	<i>Holding Registers, Input Registers</i>
IT	3, 4, 6, 16	INT32, UINT32	<i>Holding Registers, Input Registers</i>
SBC	1, 2, 5, 15	1 bit	<i>Coils</i>

Legenda:

- 01 (0x01) *Read Coils* (branje n izhodnih ali internih bitov).

- 02 (0x02) *Read Discrete Inputs* (branje n vhodnih bitov).
- 03 (0x03) *Read Holding Registers* (branje n izhodnih ali internih besed).
- 04 (0x04) *Read Input Registers* (branje n izhodnih besed).
- 05 (0x05) *Write Single Coil* (vpisovanje enega bita).
- 06 (0x06) *Write Single Register* (vpisovanje ene besede).
- 15 (0x0F) *Write Multiple Coils* (vpisovanje n bitov).
- 16 (0x10) *Write Multiple Registers* (vpisovanje n besed).

7.3.3 Kode napak (Exception codes)

Naprava podpira sledeče kode napak, po Modbus standardu:

- 01 – ILLEGAL FUNCTION (neznana koda funkcije)
- 02 – ILLEGAL DATA ADDRESS (napačen naslov)
- 03 – ILLEGAL DATA VALUE (nepravilni podatki)
- 04 – SLAVE DEVICE FAILURE (zahteve ni možno obdelati)

7.3.4 Podatkovni model

Podatkovni model je nadrejenemu sistemu predstavljen s štirimi podatkovnimi tabelami, po Modbus standardu:

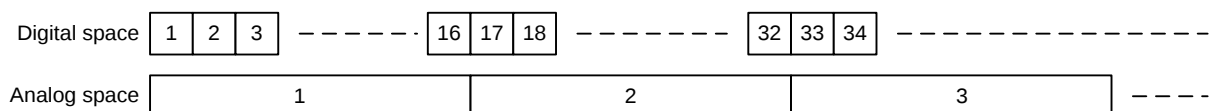
- *Coils* (Enobitna tabela, bralno-pisalna, npr. nastavitve preklopk, set-point)
- *Discrete Inputs* (Enobitna tabela, dovoljeno samo branje, npr. digitalni vhodi in izhodi iz funkcij: Pickup, Trip,...)
- *Holding Registers* (Analogna tabela, 16-bit word, bralno-pisalna, npr. analogne meritve)
- *Input Registers* (Analogna tabela, 16-bit word, samo branje)

Vsaki napravi nastavimo **Device Address** v sekciji **Application**. Dovoljene vrednosti so od 1 do 247. Z **Hold buffer size** nastavimo velikost medpomnilnika oziroma število hranjenih sprememb na nivoju podatka.

7.3.4.1 Pomnilniški prostor in zrcaljenje

Vse štiri Modbus tabele povežemo na pomnilniški prostor naprave preko parametra **Application / Memory model**. Naprava ima 4 ločene pomnilniške prostore označene z indeksi (**... index**) od 0 do 3. Vsak prostor ima velikost 65535 naslovov.

Če dve tabeli nastavimo na isti pomnilniški prostor, imata identične podatke v pomnilniški lokaciji. Temu se reče, da se podatki zrcalijo med tabelami. Pri zrcaljenju analogne in digitalne tabele velja pravilo, da se prvih 16 bitov iz digitalne tabele zrcali v prvi analogni podatek, drugih 16 bitov v drugi analogni podatek itd. Za naslove potem velja, da se naslovi XXX0h...XXXFh v digitalni tabeli zrcalijo na naslov 0XXXh v analogni tabeli in obratno.



Slika 7.33: Memorijski prostori

Primer 1:

V tem primeru bomo lahko podatke dostopali iz različnih tabel. Z različnimi funkcijskimi kodami lahko beremo enake podatke – tabele se med seboj zrcalijo.

- *Coils index*: 0
- *Discrete inputs index*: 0
- *Holding registers index*: 0

- *Input registers index: 0*

Primer 2:

V tem primeru, se v vsaki tabeli hranijo različni podatki, z različnimi funkcijskimi kodami beremo in pišemo različne podatke – tabele se med seboj ne zrcalijo.

- *Coils index: 0*
- *Discrete inputs index: 1*
- *Holding registers index: 2*
- *Input registers index: 3*

7.3.4.2 Povezovanje podatkov

Za povezovanje podatkov v tabelah Modbus gonilnika s podatki v napravi imamo na voljo različne podatkovne tipe v sekciji **Objects**. Enobitne informacije povezujemo preko objektov **SBI**, dvobitne preko **DBI**, analogne pa preko **AM** in **IT** objektov. Komande povezujemo preko objektov **SBC**.

Objekt **SBI** in **DBI** uporabljamo za povezavo enobitnih in dvobitnih informacij (statusi, alarmi). Opis posameznega signala vnesemo v polje **Name**. Tabela, v kateri se nahajajo podatki izberemo v **Bank table**. Za digitalne podatke lahko izberemo *Coils* (privzeto) ali *Discrete inputs*. Naslov v tabeli, v kateri se nahaja podatek, določimo v polju **Address**. Če želimo, da se spremembe vrednosti zadržujejo, nastavimo vrednost **Hold** na *True*. Če želimo, da se vrednost spremeni takoj, pa *False*, ki je privzeta vrednost. Reference na posamezne bite podatka vnesemo v polja **Value bit 0** in **Value bit 1**.

Objekt **AM** uporabljamo za povezovanje analognih vrednosti. Opis podatka vnesemo v polje **Name**. Tabela, v kateri se nahajajo podatki izberemo v **Bank table**, ki je lahko tipa *Coils*, *Discrete inputs*, *Holding registers*, *Input registers*. Naslov v tabeli, v kateri se nahaja podatek, določimo v polju **Address**. Format v katerem se zapiše analogna vrednost nastavimo s parametrom **Type**, lahko je: *INT16*, *INT32*, *UINT16*, *UINT32*, *FLOAT32*. Meritvi nastavimo tudi periodo osveževanja v sekundah: **Refresh period**. Referenco do podatka v napravi, izberemo s poljem **Value**.

Objekt **IT** uporabimo za prenos števc. Nastavlja se enako kot objekt **AM**, le da je brez skaliranja.

7.3.4.3 Skaliranje (scaling) analognih vrednosti

Za skaliranje analognih vrednosti imamo na voljo dva različna načina. Nastavimo lahko skaliranje preko definirane območja ali z linearno funkcijo.

Način skaliranja preko definirane območja nastavimo v sekciji **Range scale**. Skaliranje je izvedeno na način, ki je uporabniku najbolj prijazen. Uporabnik pozna območje neke veličine, ki jo daje ali sprejema funkcija na napravi (groba vrednost) in pozna pripadajoče skalirano območje, ki ga mora od sebe dajati ali sprejemati komunikacijski gonilnik (skalirana vrednost). Skaliranje nastavimo s parametri **Range scale (Raw Lo, Raw Hi, Scaled Lo, Scaled Hi)**.

Na primer: Vrednost toka, ki jo daje modul AI se giblje v mejah med 0 in X delcev, na komunikacijo pa mora iti skalirana vrednost med 0 in Y delcev.

Drugi način skaliranja je z linearno funkcijo, ki jo nastavimo v sekciji **Linear scale**, preko parametrov k in n . Velja enačba: $Y=kX+n$, kjer je Y skalirana vrednost in X groba vrednost. Parametre nastavimo z **Linear scale / k, n**.

7.3.5 Načelo delovanja protokola

Prvo zahtevo vedno pošlje nadzorni sistem nato naprava odgovori. Vsaka izmenjava telegramov vsebuje dve sporočili: zahtevo nadrejenega in odgovor NEO3000 naprave. Vsa sporočila, ki se izmenjujejo, imajo enako strukturo. Vsako sporočilo vsebuje 4 kose:

Slave Number	Function Code	Data Zones	CRC 16 Check Zone
--------------	---------------	------------	-------------------

- Slave Number (1 byte): naslov ali identifikacija sprejemne naprave NEO3000 (1...247 decimal).
- Function Code (1 byte): uporablja se za izbiro tipa zahteve - funkcije (read, write, bit, word) in za preverjanje pravilnosti odgovora.

- Data Zones (n byte-ov): območje vsebuje parametre, ki se nanašajo na funkcijo: naslov bita, naslov besede, vrednost bita, vrednost besede, število bitov, število besed.
- Check Zone (2 byte-a): to območje se uporablja za detekcijo napak pri prenosu.

7.3.6 Zadrževanje vrednosti sprememb dogodkov

Nadzorni sistem običajno bere podatke iz naprave z neko periodo. Zaradi tega obstaja možnost, da se hitro spreminjajoče vrednosti izgubijo. V ta namen je v napravo vgrajena funkcija zadrževanja vrednosti sprememb, ki omogoči nadzornemu sistemu, da dobi vse spremembe, ki so shranjene v medpomnilniku naprave. Medpomnilnik je na nivoju vsakega podatka posebej, to pomeni da ima naprava za vsak podatek svoj medpomnilnik.

Naprava sprejema in beleži spremembe digitalnih informacij v svoj interni medpomnilnik z velikostjo nastavljivo t **Hold buffer size** parametrom. V medpomnilnik se zapisujejo le tiste informacije, ki imajo postavljen parameter **Hold**. Ko je ta medpomnilnik enkrat poln se vse nove spremembe ne beležijo več. Naprava zaporedoma vpisuje vrednosti sprememb iz tega medpomnilnika v digitalno tabelo in to vrednost zadrži dokler jo nadzorni sistem ne prebere, potem se vrednost v tabeli spremeni v vrednost naslednjega dogodka.

7.3.7 Komande

Nadzorni sistem pošlje izvedbo komande, tako da vpiše vrednost 1 na določen komandni bit v digitalni tabeli **Coils**. Naslov komandnega bita nastavimo s parametrom **Operate bit address**.

Če je kakšna druga komanda že v izvajanju, je komanda blokirana, sicer se postavi **Close** izhod v obliki pulza.

Če sta **Command successful** in **Command failed** povezana, se preveri uspešnost izvedbe:

- Starta časovnik **Command check timeout**, v katerem se mora izvesti celotno preverjanje izvedbe, sicer komanda ni uspešna.
- Modul preverja vrednosti vhodov **Command successful** in **Command failed**:
 - če je postavljen **Command failed** komanda ni uspešna,
 - če je postavljen **Command successful** je komanda uspešna.
 - če ni postavljen noben ali oba komanda ni uspešna.

Če je komanda uspešna, podre postavljen komandi bit v digitalni **Coils** tabeli, sicer ga pusti postavljenega.

Komande povezujemo preko objektov **SBC**. V polje **Name** vpišemo opis komande. Komanda se izvrši preko digitalnega izhoda **Value reference**.

7.3.8 Sinhronizacija ure naprave

Parametre časovne sinhronizacije nastavljamo v sekciji **Application /Time sync**. S parametrom **Valid period** določimo čas v sekundah, v katerem naprava pričakuje sinhronizacijski telegram. Če ga v tem času ne dobi, ura na napravi ni točna. Če je **Valid period** nastavljen na vrednost 0, je ta funkcionalnost izklopljena.

Časovno cono časa prejetega po sinhronizacijskem telegramu izberemo s parametrom **Time zone**, ta je lahko: **UTC** ali **Local time**.

V tabeli **Holding registers** je namenjen prostor za vpisovanje ure. Iz te ure se naprava sinhronizira. Ura je zapisana v formatu, kot določa standard IEC 60870-5-4, Binary Time 2a in sicer iz strukture 8 znakov:

Word	MSB Byte	LSB Byte
1	0	Leto: 0..99
2	Mesec: 1..12	Dan: 1..31
3	Ura: 0...23	Minuta: 0..59
4	Milisekunde: 0..59999	

Naslov v tabeli **Holding registers**, kjer se nahaja struktura časa, določimo s parametrom **Address**.

Ob zagonu naprave, ura ni pravilna. Ko nadzorni sistem pošlje nov čas, naprava preveri pravilnost telegrama. Če je čas veljaven, sinhronizira uro na napravi. Poslanemu času se prišteje vrednost parametra **Offset**, ki kompenzira zakasnitev pri prenosu telegrama. Nadzorni sistem nato periodično pošilja nov čas in naprava periodično sinhronizira svojo uro. Naprava pričakuje prejem novega časa znotraj periode, ki jo nastavimo s parametrom **Valid period**.

7.3.9 Parametri, vhodi in izhodi

Application

Device Address 1... 247	Naslov naprave za Modbus komunikacijo.
Hold buffer size 1...5...16	Število shranjenih sprememb v medpomnilniku.

Application / Memory model

Coils index 0...3	Indeks pomnilniškega prostora, kamor se shranjuje navedena tabela.
Discrete inputs	...
Holding registers index	...
Input registers index	...

Application / Time sync

Valid period 0,0...1800,0... s	Čas v katerem naprava pričakuje sinhronizacijski telegram. Vrednost 0 pomeni, da je ta funkcionalnost izklopljena.
Time zone UTC, Local time	Časovna cona časa prejetega po sinhronizacijskem telegramu: <i>UTC</i> – Sprejeti čas je v UTC časovni coni. <i>Local time</i> - Sprejeti čas je v lokalni časovni coni.
Offset -999999...0...999999 μs	Fiksna kompenzacija časa prenosa telegrama.
Address 1...65535	Naslov v tabeli <i>Holding registers</i> , kjer se nahaja ura.

Coils / SBI ...

Discrete inputs / SBI ...

Name tekst	Opis signala.
Address 1...65535	Naslov v tabeli v kateri se nahaja podatek.
Hold true, false	Ali se vrednosti pri vpisu v tabelo zadržujejo: true – nova vrednost se zadrži false – nova vrednost se spremeni takoj
Value bit vhod (digitalni)	Vrednost, ki se vpiše v tabelo.

Coils / DBI ...

Discrete inputs / DBI ...

Name tekst	Opis signala.
----------------------	---------------

Address 1...65535	Naslov v tabeli v kateri se nahaja podatek.
Hold true, false	Ali se vrednosti pri vpisu v tabelo zadržujejo: true – nova vrednost se zadrži false – nova vrednost se spremeni takoj
Value bit 0...1 vhod (digitalni)	Biti vrednosti, ki se vpišeta v tabelo.
Transit time 0,00...1,00...3600 sec	Mrtvi čas stanja 00, dokler se vrednosti v tabeli ne osvežijo.

Holding registers / AM / ...

Input registers / AM / ...

Holding registers / IT / ...

Input registers / IT / ...

Name tekst	Opis analogne meritve.
Address 1...65535	Začetni naslov v tabeli v kateri se nahaja podatek.
Type INT16, INT32, UINT16, UINT32, FLOAT32	Format v katerem se zapiše analogna vrednost.
Refresh period 1...5...86400 sec	Perioda osveževanja.
Value vhod (analogni)	Vir meritve.
Conversion None, Linear, Range scale	Način skaliranja analogne meritve.

... / AM / Range scale

Raw Lo decimalno število	Spodnja meja grobe vrednosti v napravi.
Raw Hi decimalno število	Zgornja meja grobe vrednosti v napravi.
Scaled Lo decimalno število	Spodnja meja skalirane vrednosti v tabeli.
Scaled Hi decimalno število	Zgornja meja skalirane vrednosti v tabeli.

... / AM / Linear scale

k decimalno število	Skaliranje grobe (raw) vrednosti, faktor k.
n decimalno število	Skaliranje grobe (raw) vrednosti, faktor n.

Coils / SBC ...

Name tekst	Opis komande.
Operate bit address 1...65535	Naslov bita v tabeli <i>Coils</i> za izvedbo komande.
Command reference izhod (digitalna)	Komandi signal.

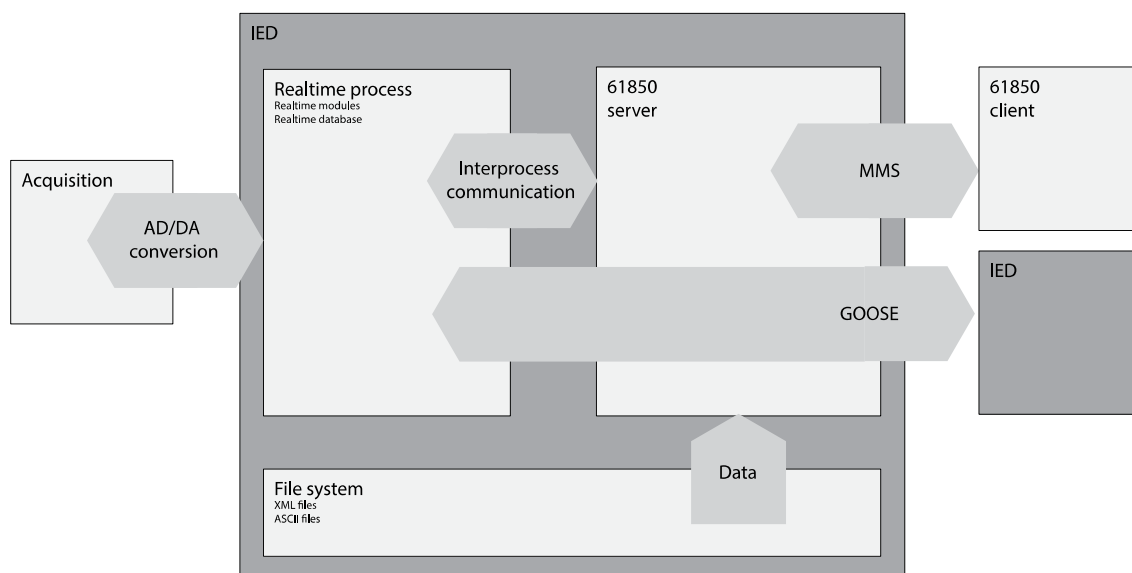
Pulse <i>true, false</i>	Pulzna izvedba komandnega signala.
Command timeout <i>1...10...65535 sec</i>	Dovoljen čas za izvedbo komande, po katerem se jo označi za neuspešno.
Command successfull <i>vhod (digitalni)</i>	Odgovor uspešno izvedene komande.
Command failed <i>vhod (digitalni)</i>	Odgovor neuspešno izvedene komande.

7.4 IEC 61850

Namenjen je vertikalni komunikaciji naprave z nadrejenimi sistemi vodenja in horizontalni komunikaciji med napravami (interkonekcija – IEC 61850 GOOSE).

Zgrajen je iz dveh glavnih med seboj povezanih delov:

- Funkcijski moduli, ki se izvajajo v realnem času – Real time moduli
- IEC 61850 strežnik (MMS, GOOSE)



Slika 7.34: Komunikacijski sistem

Podatki prehajajo med fizičnimi vhodi in procesi v napravi, preko zajemalnih modulov *AI, DI, ...*. Spremembe prehajajo med real-time procesom in IEC 61850 strežnikom preko interne komunikacije. GOOSE sporočila prehajajo med napravami direktno v real-time proces zaradi hitrosti. Strežnik IEC 61850 pošilja in prejema sporočila v obliki MMS telegramov (Manufacturing Message Specification - specifikacija industrijskega sporočanja). IEC 61850 strežnik lahko bere podatke iz datotek, v obliki XML in TXT.

Sestavni del sistema so nastavitve. Sestavlja jih več datotek, ki so shranjene na napravi. Delovanje real-time procesa določa datoteka *Settings.xml*, delovanje IEC 61850 strežnika datoteki *iec61850.cid* (MMS) in *inputs.xml* (GOOSE), način zagona programske opreme pa je določen v *neo3000.conf*.

7.4.1 MMS komunikacija

Izmenjava podatkov med napravo in nadzornim sistemom vodenja (SCADA), se izvaja preko IEC 61850 strežnika znotraj naprave in IEC 61850 odjemalca, npr. SCADA delovne postaje. Komunikacija poteka z izmenjavo sporočil v obliki MMS.

Standard 61850 definira opisni jezik, namenjen konfiguriranju naprav vključenih v elektroenergetski sistem – konfiguracijski jezik razdelilne postaje (Substation Configuration description Language - SCL). Uporabljen je za opisovanje konfiguracije in komunikacije IED (Intelligent Electronic Device) glede na določitev v IEC 61850-5 in IEC 61850-7-x standardu. Dovoljuje formalni opis relacij med avtomatizacijskimi sistemi in

postajnim objektom. Na aplikativnem nivoju omogoča opis relacij med postajnim objektom in logičnimi vozlišči (Logical Node, LN).

Podatkovne strukture določa standard IEC 61850-7-3.

Za opisovanje fizičnega sveta znotraj postaje, uporabljamo strukture, ki so sestavljene iz logičnih vozlišč (Logical Node – LN). Vozlišča so naprej sestavljena iz podatkovnih objektov (Data Object), ti pa vsebujejo podatke (Attribute). Vse informacije so oblikovane v SCL jeziku in shranjene v XML datoteki.

7.4.2 Podatkovni model

Strežnik v napravi podpira naslednja logična vozlišča (LN-je):

Tabela 1: Seznam podprtih LN-jev.

L: System Logical Nodes
<i>LPHD (Physical device information)</i> Informacije o fizičnih lastnostih naprave. Verzija strojne opreme, programske opreme.
<i>LLNO (Logical node zero)</i> Vsebuje podatke v zvezi z IED, neodvisno od vseh drugih LN (identifikacija naprave, diagnostična sporočila)
P: Logical Nodes for protection functions
<i>PDIF (Differential)</i> Diferenčni zaščitni rele je zaščitni rele, ki deluje odvisno od razlike odstotka ali faznega kota ali drugih kvantitativnih razlik med dvema tokovima.
<i>PFRC (Rate of change of frequency)</i> Frekvenčna zaščita. Frekvenčni rele je rele, ki se odziva odvisno od frekvence električne veličine. Deluje v primeru, ko je frekvenca ali spreminjanje frekvence izven določenih okvirov.
<i>PHIZ (Ground detector)</i> Detektor zemeljskega stika je rele, ki deluje ob okvari naprave, ki je izolirana z zemljo.
<i>PIOC (Instantaneous overcurrent)</i> Trenutna pretokovna zaščita ali detekcija hitrosti spremembe je zaščita, ki deluje v trenutku detekcije previsokega toka ali prehitre spremembe toka.
<i>PTOC (Time overcurrent)</i> Časovna pretokovna zaščita.
<i>PTOF (Overfrequency)</i> Frekvenčna zaščita.
<i>PTOV (Overvoltage)</i> Prenapetostna zaščita.
<i>PTTR (Thermal overload)</i> Termična zaščita.
<i>PTUV (Undervoltage)</i> Podnapetostna zaščita.
<i>PTUF (Underfrequency)</i> Podfrekvenčna zaščita.

R: Logical nodes for protection related functions
<i>RBRF (Breaker failure)</i> Zaščita pred zatajitvijo odklopnika.
<i>RDIR (Directional element)</i> Smerni člen.
<i>RREC (Autoreclosing)</i> Avtomatski ponovni vklop.
<i>RSYN (Synchronism-check or synchronising)</i> Preverjanje sinhronizma.

C: Logical Nodes for control
<i>CALH (Alarm handling)</i> Grupiranje alarmov.
<i>CILO (Interlocking)</i> Zapahovanje na nivoju celice ali na nivoju postaje.
<i>CSWI (Switch controller)</i> Nadzor stikalnega elementa.

G: Logical Nodes for generic references
<i>GAPC (Generic automatic process control)</i> Splošni node za vse nedefinirane kompleksne funkcije, ki se izvajajo v obliki sekvenc (omejevanje bremena, menjava transformatorja, menjava zbiralk, avtomatska vzpostavitev omrežja).
<i>GGIO (Generic process I/O)</i> Splošni procesni podatki. Tisto, kar ni zajeto v ostala logična vozlišča.

A: Logical Nodes for automatic control
<i>ATCC (Automatic tap changer controller)</i> Regulacija stopenjskega stikala.
<i>AVCO (Voltage control)</i> Regulacija napetosti.

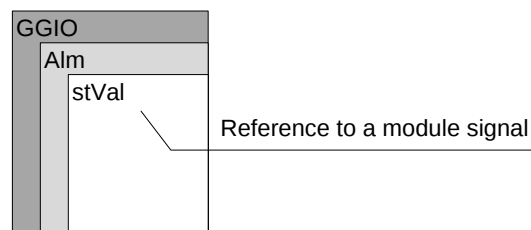
M: Logical Nodes for metering and measurement
<i>MMTR (Metering)</i> Števmere meritve.
<i>MMXN (Non phase related Measurement)</i> Izračunane meritve, ki niso odvisne od faz.
<i>MMXU (Measurement)</i> Fazne meritve.

X: Logical Nodes for switchgear
<i>XCBR (Circuit breaker)</i> Odklopnik.
<i>XSWI (Switch)</i> Bremensko stikalo.

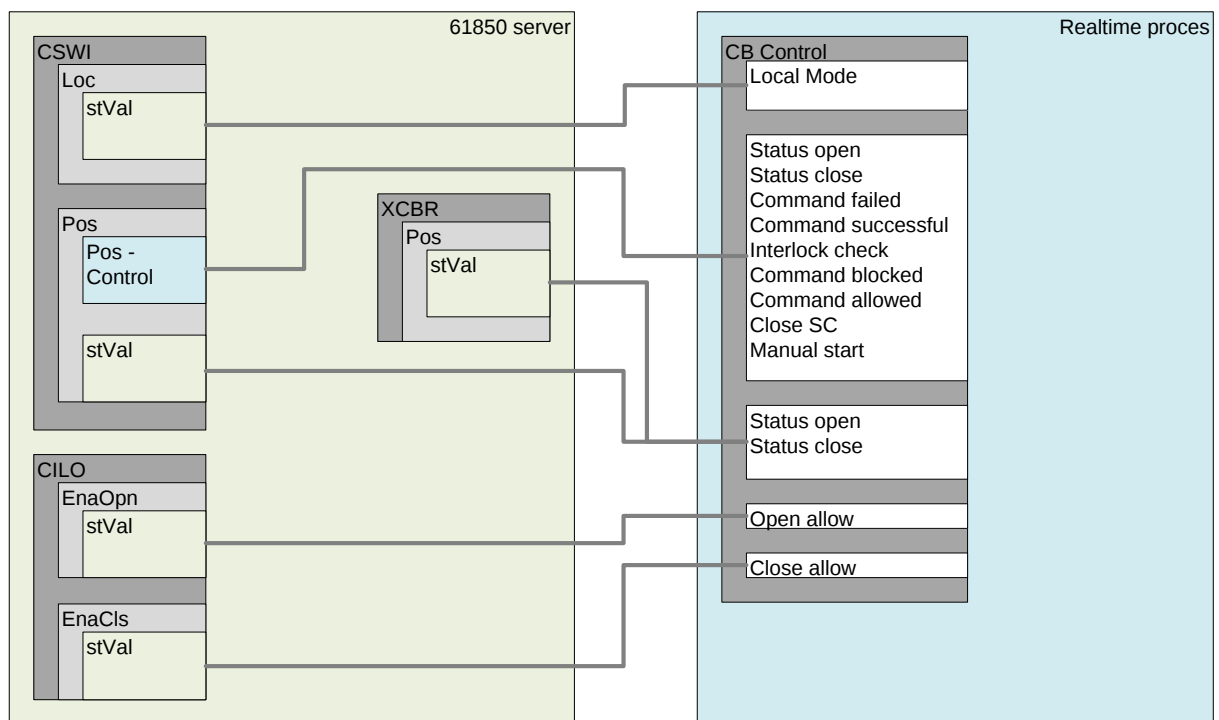
7.4.3 Povezovanje s procesom

Pri povezovanju podatkov od modulov na mesta v logičnem vozlišču, uporabimo tiste LN, ki najbolj ustrezno predstavljajo izbrano funkcijo znotraj naprave

Primer: za povezovanje izhodnih podatkov funkcije nadtokovne zaščite, uporabimo logično vozlišče PIOC.



Slika 7.35: Povezava enostavnega alarma



Slika 7.36: Povezava funkcije odklopnika

7.4.3.1 Povezovanje: Statusi in meritve

/ Data Attribute Instance

Description tekst	Opis podatka.
Path tekst	Pot do podatka v obliki SCL. Ni možno spreminjati vrednost.
Name tekst	Ime podatka. Vrednosti ni mogoče spremeniti.
Functional Constraint ST, MX, CO, SP, SV, CF, DC, SG, SE, EX, BR, RP, LG, GO, GS, MS, US, XX	Funkcionalna omejitev podatka po standardu. Določena je z elementom in je ni mogoče spreminjati.

/ Data Attribute Instance / Triggers

Data Change true, false	Omogočanje pošiljanja na spremembo. Nastavitve ni možno spreminjati.
Support Data Update true, false	Omogočanje pošiljana na osvežitev vrednosti. Nastavitve ni možno spreminjati.
Support Quality Change true, false	Omogočanje pošiljanja ob spremembi lastnosti kakovosti podatka (q). Nastavitve ni možno spreminjati.

/ Data Attribute Instance / Value Attributes

Is Array true, false	Če je tip podatka array (niz), je vrednost nastavljena na true, če ni pa na false.
Base Type BOOLEAN, Dbpos, INT32	Osnovni tip podatka glede na izbrani atribut.
Enum Type BOOLEAN, Dbpos, INT32	Enum tip podatka glede na izbrani atribut.
Value Kind	Tip vrednosti.
Value enum	Izbirana vrednost v enumeraciji.

/ Data Attribute Instance / Mapping

sAddr tekst	Referenca na procesne (realtime) podatke v obliki niza znakov.
Info source No, Rtdb, Xml file, Raw File	Vir podatkov od koder se berejo ali kamor se vpisujejo podatki.
Bit conversion No, 1N code, Gray code, Bcd code, Bit string	Način pretvorbe podatkov v druge tipe.
Num of bits integer	Število bitov ali število vseh signalov, na katere se referencira sAddr.
Refresh Polling, Event	Način prenosa podatka. Polling: strežnik 61850 periodično zahteva podatke iz procesa. Event: ob spremembi proces pošlje podatek 61850 strežniku.
Event type SINGLE_BIT, DOUBLE_BIT	Tip dogodka.
Transit time [ms] integer	V primeru dvobitnega dogodka, lahko določimo prehodni čas, v katerem bo stanje enako 00.

/ Data Attribute Instance / Mapping / Info

Bit Index integer	Indeks bita večbitnega podatka
Rtdb Properties Izhod/vhod	Vhod ali izhod na poljubni modul

7.4.3.2 Povezovanje: Komande

/ Private

Type tekst	Tip komande.
Source	Ni možno izbirati.
Value tekst	Referenca povezave na procesne podatke.

/ Private / Control / Commands

Open Vhod (digitalni)	Komanda Open.
Close Vhod (digitalni)	Komanda Close.
Commands / Timeout 1...30... ms	Čas v katerem se mora izvesti komanda, drugače se javi napaka.
Commands / Pulse true, false	Pulzna izvedba komande.

/ Private / Control / Statuses

Command Failed izhod (digitalni)	Ime signala, kamor strežnik vpiše neuspešnost izvedbe komande.
Command Successful izhod (digitalni)	Ime signala, kamor strežnik vpiše uspešnost izvedbe komande.

/ Private / Control / Interlock

Interlock Check vhod (digitalni)	Komanda za preverjanja zapahovanja, ob zahtevi za izvedbo komande s preverjanjem zapahovanjem (zahteva Check[10])
Command Blocked izhod (digitalni)	Povratna informacija po preverjanju zapahovanja: Komanda je blokirana. Naprava javi: »Blocked by Interlocking«.
Command Allowed izhod (digitalni)	Povratna informacija po preverjanju zapahovanja: Komanda je dovoljena. Naprava javi: »Command Allowed«.

/ Private / Control / Synchro Check

Synchro Check izhod (digitalni)	Komanda za preverjanja zapahovanja Synchro Check, ob zahtevi za izvedbo komande s preverjanjem zapahovanjem (zahteva Check[01])
Synchronized izhod (digitalni)	Povratna informacija po preverjanju zapahovanja: Komanda je dovoljena.

7.4.4 Servisi

7.4.4.1 Povezovanje: Dataset

/ DataSet / »Name«	
Description tekst	Opis vsebine podatkovnega seta.
Name tekst	Ime
Data attributes: current / max integer	Število trenutno uporabljenih podatkov v dataset-u in največje dovoljeno število podatkov v enem setu.

/ DataSet / Functional Constraint Data »Attribute«	
Logical device instance tekst	Ime logične instance naprave.
Logical node prefix tekst	Predpona pred imenom logičnega vozlišča.
Logical node class tekst	Tip logičnega vozlišča.
Logical node instance integer	Številka instance logičnega vozlišča.
Data Object Name tekst	Ime podatkovnega objekta.
Functional constraint tekst	Funkcionalna omejitev podatka. Če je element podatkovni objekt, potem lahko ta parameter spreminjamo, če pa je podatek (atribut) - izbira ni možna.

7.4.4.2 Povezovanje: Report control block

/ Report Control / »Name«	
Description tekst	Poljubni opis kontrolnega bloka za poročila.
Name tekst	Ime kontrolnega bloka za poročila.
Buffered true, false	Omogočanje akumulatorskega tipa kontrolnega bloka.
Buffer Time Integer	Čas akumuliranja.
Integrity Period Integer	Časovni interval celovitosti poročila.
Report ID Integer	Identifikacijska številka poročila.
Configuration Revision Integer	Verzija sprememb konfiguracije.
Data Set tekst	Referenca na set podatkov.

/ Report Control / Trigger Options	
Data Changed true, false	Omogočanje pošiljanja poročila ob spremembi podatka v setu.
Quality Changed true, false	Omogočanje pošiljanja poročila ob spremembi oznake kvalitete podatka.

Data Updated true, false	Omogočanje pošiljanja poročila ob zamrznitvi vrednosti. Omogoča pošiljanje vrednosti tudi v primeru, ko se nova vrednost ne razlikuje od prejšnje.
Integrity true, false	Omogočanje pošiljanja poročila po preteku časovnega intervala celovitosti poročila.

/ Report Control / Option Fields

Sequence Number true, false	Pošiljanje SqNum znotraj poročila.
Time Stamp true, false	Pošiljanje TimeOfEntry znotraj poročila.
Data Set Name true, false	Pošiljanje DataSet znotraj poročila.
Reason Code true, false	Pošiljanje ReasonCode znotraj poročila.
Data Reference true, false	Pošiljanje DataRef ali DataAttributeReference znotraj poročila. Ni možno nastaviti.
Entry ID true, false	Pošiljanje EntryID znotraj poročila.
Configuration Revision true, false	Pošiljanje ConfRev znotraj poročila.

/ Report Control / Report Enabled

Description tekst	Opis.
Max No Of Clients integer	Največje dovoljeno število istočasnih odjemalcev.

7.4.5 GOOSE komunikacija

IEC 61850 GOOSE komunikacijo se uporablja v sistemih za avtomatizacijo podpodstaj in za izmenjavo stanj med IED (interkonekcija), s pomočjo komunikacije preko Ethernet žic ali optičnih vlaken. Nadomesti klasično metodo uporabe binarnih vhodov/izhodov in žic. Kratica GOOSE pomeni *Generic Object Oriented Substation Events* (generični objektno orientirani dogodki podpostaj)

Ločimo dva tipa GOOSE sporočil: izhodna, vhodna. Vsako izhodno GOOSE sporočilo mora pripadati nizu podatkov (DataSet-u), na katerega se sklicuje GOOSE nadzorni blok (GOOSE Control Block).

Vsak podatek (atribut), na katerega želimo povezati vhodni GOOSE, mora imeti izdelano povezavo na vhodni blok (*Input block*). Izhodni GOOSE podatek iz ene naprave, lahko povežemo na več različnih GOOSE vhodnih blokov znotraj druge naprave. Na en GOOSE vhodni podatek lahko povežemo samo en izhodni GOOSE podatek.

7.4.5.1 GOOSE control block

Parametre izhodnih sporočil nastavljamo z GOOSE kontrolnim blokom.

/ GSE Control

MAC-Address 01-0C-CD-01-XX-XX	MAC naslov, ki bo vključen v GOOSE sporočilu.
Name String	Ime GOOSE control bloka.
Description String	Poljuben opis.
Application ID String	Identifikacija v obliki poti do DataSet elementa (npr. J02FPC680/LLN0\$GO\$test).

Data Set Data Set choice list	Izbira seta podatkov. Lahko izbiramo med tistimi, ki vsebujejo podatke (ne vsebujejo podatkovnih objektov).
Configuration Revision Integer	Številka verzije konfiguracije.
VLAN-APPID Integer	Po standardu 61850.
VLAN-PRIORITY Integer	Po standardu 61850.
VLAN-ID Integer	Po standardu 61850.
Min Time Integer	Najkrajši čas med ponovnim pošiljanjem GOOSE.
Max Time Integer	Najdaljši čas med ponovnim pošiljanjem GOOSE.

8 Montaža in spuščanje v pogon

8.1 Varnostna opozorila

Varnostna navodila in opozorila je treba upoštevati pred začetkom kakršnega koli dela na napravi. Namenjena so pravilni namestitvi, rokovanju in vzdrževanju naprave ter njeni varni uporabi. Uporabnik je odgovoren za korektno namestitev naprave, ter da se uporablja za predvideno funkcijo in na način, kot je določeno v tem priročniku. Neupoštevanje navodil tega priročnika neposredno vpliva na varnost obratovanja in dela z napravo.

**NEVARNOST!**

Na izpostavljenih električnih delih je prisotna smrtno nevarna napetost. Neupoštevanje varnostnih predpisov med montažo, spuščanjem v pogon, obratovanjem in vzdrževanjem povzroči hude telesne poškodbe in/ali poškodovanje opreme.

**NEVARNOST!**

Ohišje naprave mora biti pravilno ozemljeno, preden se priključi na napetost. Ozemljitev se izvede s ploščato pletenico, ki se jo na napravo privijači z namenskim vijakom s podložko. Naprave v obratovanju, ki niso ozemljene, so človeku nevarne.

**NEVARNOST!**

Nikoli ne prekini sekundarnih tokokrogov tokovnih transformatorjih (CT), ko so ti primarno priključeni v elektroenergetski sistem. Pred izklopom kratko skleni sekundarne tokokroge. Neupoštevanje tega navodila povzroči smrtni udar visoke napetosti in poškoduje izolacijo naprave.

**NEVARNOST!**

Odpiranje naprave in menjava sestavnih delov ali elektronskih komponent med delovanjem naprave je strogo prepovedano. Možen je udar visoke napetosti človeka ali poškodovanje opreme.

**OPOZORILO!**

Z napravo sme ravnati le usposobljeno osebje, potem ko se je seznanilo z opozorili in varnostnimi obvestili, zapisanimi v tem dokumentu, in z drugimi varnostnimi predpisi.

**OPOZORILO!**

Pri rokovanju z napravo, opremljeno z optično komunikacijo, uporabnik ne sme pogledati neposredno v optično glavo, saj lahko pride do poškodbe vida.

8.2 Odstranitev embalaže

Pri odstranitvi embalaže je uporabnik dolžan napravo temeljito pregledati, da med transportom ni prišlo do fizičnih poškodb. Poškodovane naprave se ne sme sestaviti, temveč vrniti dobavitelju skupaj z embalažo v pregled.

8.3 Montaža

8.3.1 Postopek

- Za dimenzije naprave glej poglavje "Tehnični podatki".
- Izberi prostor za napravo, poglavje 8.3.5. Okoli naprave mora biti najmanj 30 mm prostora za odvajanje toplote, Slika 8.1.
- V montažno ploščo zvrtaj 4 izvrtine, dimenzije 3,2 mm in izdelaj navoje za M4 vijake.
- Rahlo privij vijake v pripravljene luknje z navoji.
- Natakni napravo na vijake.
- Tesno privij vijake.
- Prikluči ozemljitveno povezavo, ki mora biti izdelana iz najmanj 40 mm² ploščate bakrene-kositrane pletenice in privita z najmanj enim vijakom M5 s pripadajočimi ozemljitvenimi podložkami tako na strani naprave kot bakrene ozemljitvene letve.
- Izvedi ožičenje.

8.3.2 Priporočila

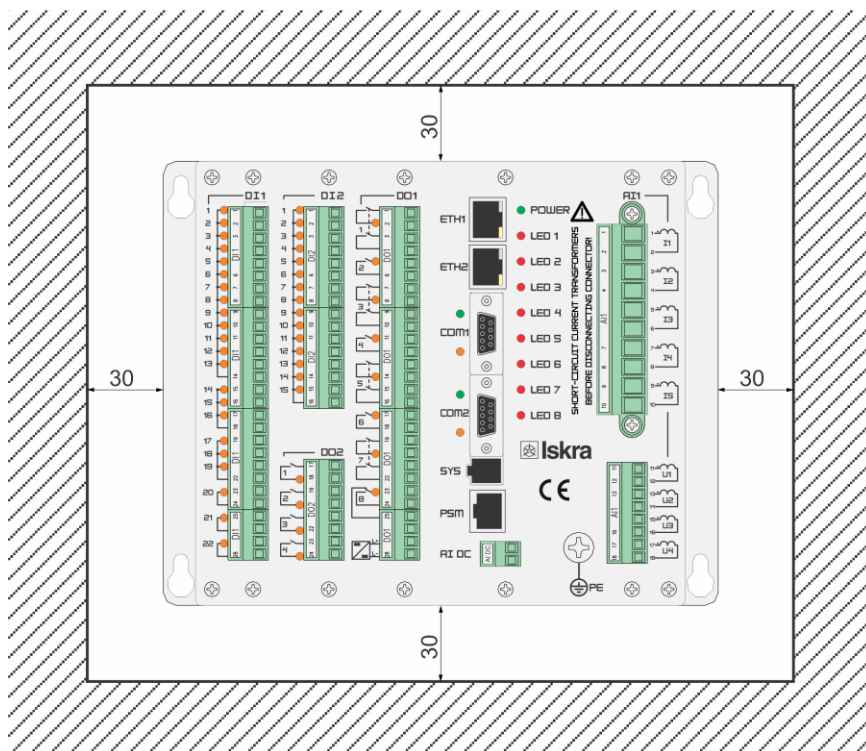
- Naprava mora biti v obratovanju dostopna le kvalificiranemu osebju.
- Naprava sme delovati le v zaprti omari ali celici.
- Naprava mora biti vgrajena v okolju brez vibracij.
- Temperatura neposredne okolice naprave mora biti znotraj predpisanih mej, glej tehnične podatke.
- Poškodovane naprave se ne sme spustiti v zagon, temveč poslati proizvajalcu v pregled.
- Naprave se ne sme kakorkoli fizično modificirati.
- Pred priklučitvijo napajanja mora biti naprava ozemljena. Med delovanjem se ozemljitve ne sme prekiniti.
- Napajanje naprave naj bo izvedeno preko inštalacijskega odklopnika, tipa 2 AT ali 4 AT (varovalka 2 A), ki naj bo nameščen v bližini naprave.
- Ožičenje napajanja naj bo izvedeno iz samostojnih žic prereza 0.5 – 2.5 mm². V primeru uporabe pletenic je treba žice zaključiti z izoliranimi kabljski tulci dolžini 5 mm in primernim orodjem.
- Izvedba povezav optične komunikacija naj upošteva dovoljene radije pri zavojih.
- Žične komunikacijske povezave morajo biti izvedene iz oklopljenih kablov, ozemljenih na obeh straneh.

8.3.3 Priporočeni zunanji zaščitni elementi

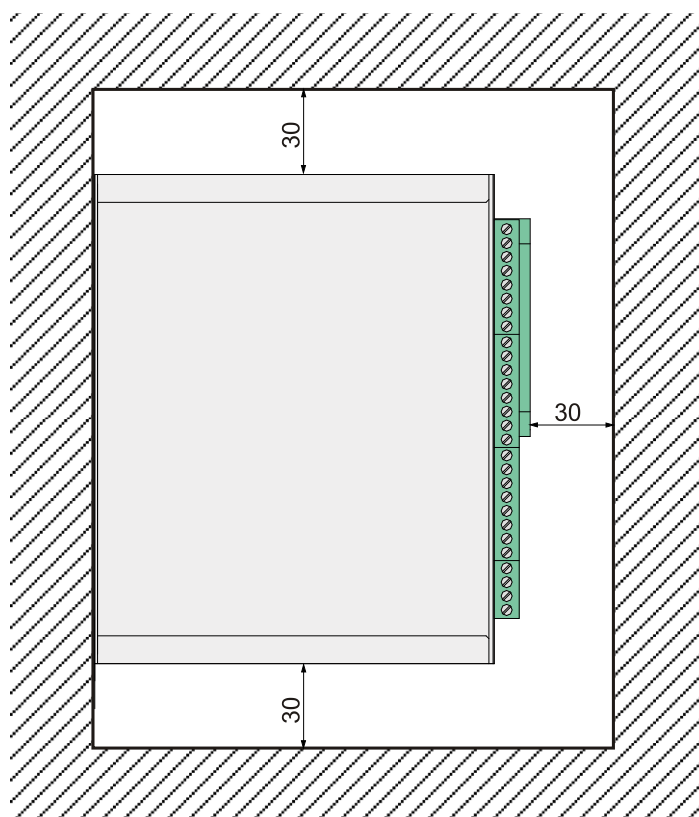
- Napajanje: K2 or C2
- Napetostni vhodi: Z2
- Digitalni vhodi: B2
- Digitalni izhodi: B6

8.3.4 Obvezni prazen prostor okrog naprave

Okrog naprave je potrebno zagotoviti 30 mm praznega prostora zaradi ustreznega hlajenja naprave.



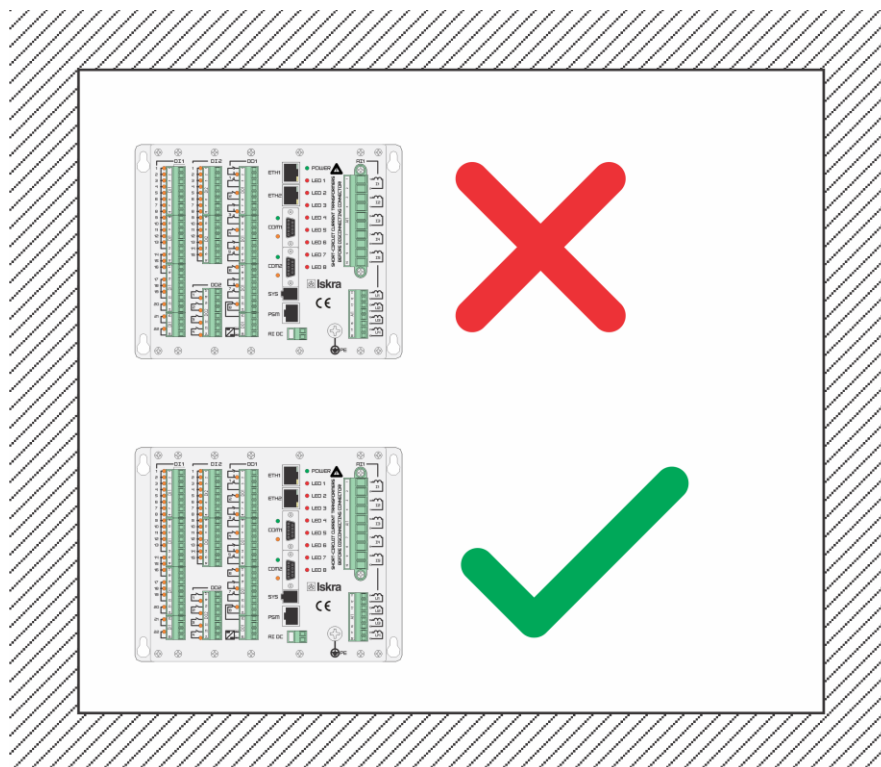
Slika 8.1: Prazen prostor okrog naprave za hlajenje



Slika 8.2: Prazen prostor pred napravo za kable

8.3.5 Pravilna lokacija naprave v omari

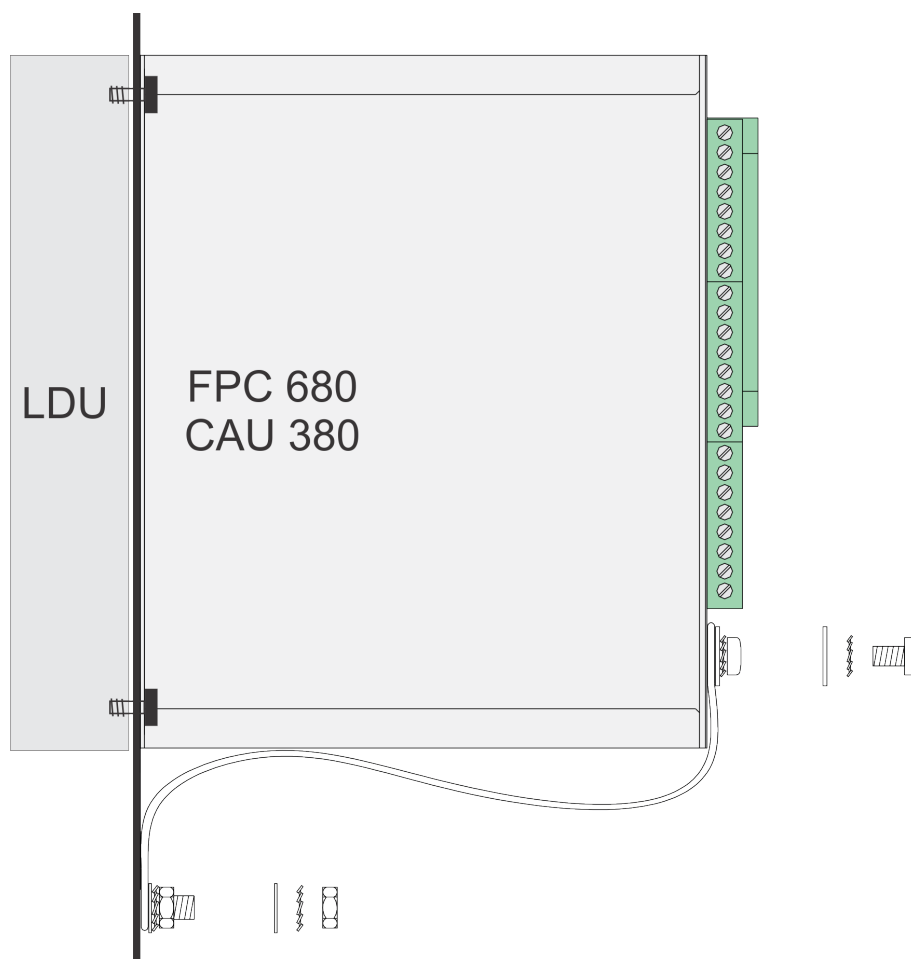
V primeru montaže naprave v omarico, ki je izpostavljena direktnim vremenskim vplivom, se priporoča montaža v spodnji del omarice, kjer je temperatura nižja.



Slika 8.3: Priporočena vgradnja naprave v omarico

8.3.6 Montaža naprave z LDU-jem na vrata celice

V primeru montaže izvedenke naprave, ki vsebuje lokalni upravljalni panel LDU na vrata celice, se ta vstavi v izbitino vrat s prednje strani in vijaki s štirimi vijaki M3 iz zadnje strani vrat. LDU nato sega 3 cm izven vrat.



Slika 8.4: Montaža naprave z LDU na vrata celice

8.4 Ožičenje naprave



OPOZORILO!

Uporabnikova dolžnost je, da pred ožičenjem najprej zagotovi ustrezno izvedeno ozemljitev naprave. Odgovornost uporabnika je, da preveri tehnične podatke naprave, se seznani z navodili za uporabo in montažo, preden začne z priključevanjem, spuščanjem v pogon ali vzdrževalnimi deli.



OPOZORILO!

Uporabnik mora pred pričetkom montaže, spuščanja v pogon ali vzdrževalnih del zavarovati priključne sponke in po navodilih namestiti kratkospojnike.

Za ožičenje se sme uporabiti le prepletene ali enožilna žice. Prepletene žice morajo biti primerno zaključene s kabelskimi končniki in izdelane z ustreznim orodjem. Končniki ne smejo biti spajkani. Ob koncu povezovanja mora biti povsod zagotovljena primerna prenapetostna izoliranost.

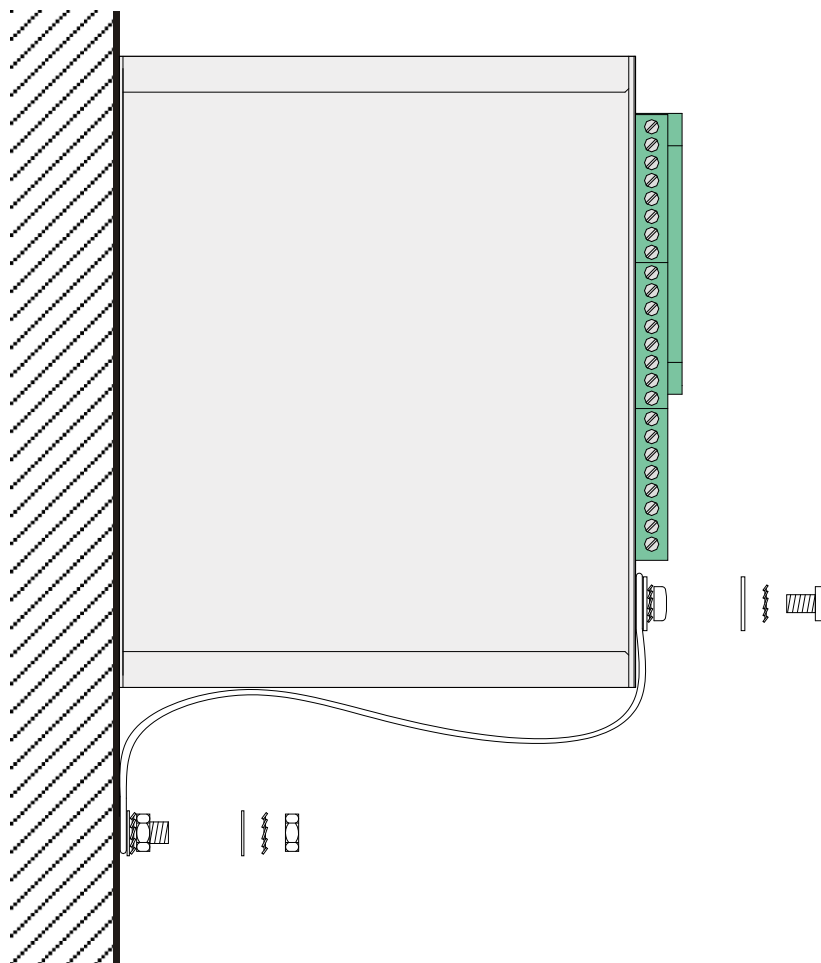
Priporočene dimenzije žic za posamezne tipe povezav naprave s sekundarnim ožičenjem elektroenergetske celice so za:

- ozemljitev, najmanj 40 mm² ploščata bakreno-kositrano križno pletena pletenica (priporočena dolžina do 30 cm)
- napajanje, najmanj 0,75 mm², 500 V (priporočeno: 1,5 mm², 500 V)
- meritve toka, najmanj 1,5 mm², 500 V (priporočeno: 2,5 mm², 500 V)

- meritve napetosti, najmanj 0,75 mm², 500 V (priporočeno: 1,5 mm², 500 V)
- zajem digitalnih vhodov, najmanj 0,75 mm², 500 V
- digitalne izhode, odvisno od napetosti in tokov gnanih tokokrogov, priporočeno najmanj: 1,5 mm², 500 V

8.4.1 Ozemljitev

Ozemljitev mora biti izvedena z bakreno-kositrano križno pleteno pletenico, prereza najmanj 40 mm² in privijačena z M5 vijakoma z navadno in zobato ali vzmetno podložko.



Slika 8.5: Ozemljitev naprave s pletenico

8.5 Povezava z napravo

Povezavo z napravami je mogoče vzpostaviti s pomočjo uporabniškega vmesnika PSM in izdelanega PSM projekta. Uporabniški vmesnik med seboj loči naprave po imenu, zato se imena v PSM projektu ne smejo podvajati. Naprave poišče po mrežnih naslovih. Posamezna naprava jih ima več, dodajajo in nastavljajo se v lastnostih naprave za vsa omrežja navedena v lastnostih projekta.

Vse naprave imajo na namenskem mrežnem vmesniku PSM enak naslov, ki omogoča prvo vzpostavitev komunikacije z napravo ter povezavo s PSM projektom. Postopek se imenuje inicializacija naprave.

Po inicializaciji naprave je omogočen vpis in branje nastavitve tudi neposredno iz komunikacijskega omrežja postaje, preko ETH mrežnih priključkov.

8.5.1 Osnovna oprema za povezavo z napravo

Za delo z napravo je zahtevano naslednje simulacijsko okolje:

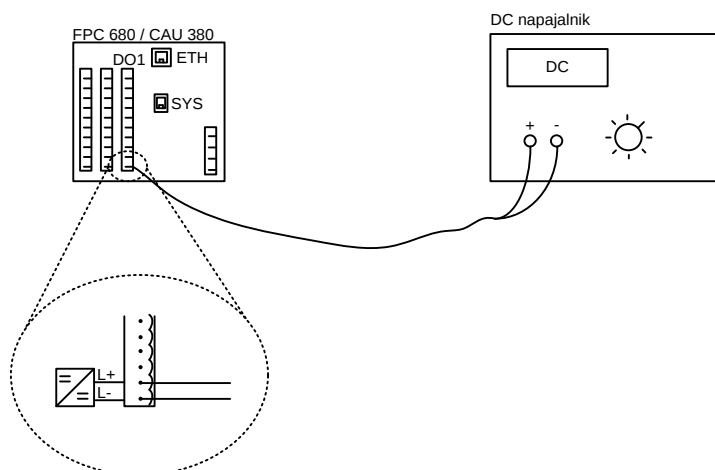
- osebni računalnik z LAN in serijskim COM vmesnikom
- napajalnik ustrezne napetosti in moči najmanj 30 W, kot jo zahteva tip naprave (npr. 110 VDC, ...)
- napajalni kabel
- komunikacijski kabli (serijski komunikacijski kabel RJ45 – RS232, mrežni LAN kabel)
- opcijsko: mrežno stikalo (Switch)

Programska oprema:

- Windows XP ali novejši
- Uporabniški vmesnik NEO 3000 Power System Manager (Iskra Sistemi)

8.5.2 Napajanje

Napravo priključimo na DC napajalnik preko priključnega kabla na sponki priključka DO1, pin 27(+), 28(–). Napajalna napetost naprave je označena na napisni plošči. Za napetost 24 V, se uporabi namenski napajalnik z zmogljivostjo najmanj 1,5 A. Ob priključitvi na napajanje se na napravi prižge LED dioda »Power«, po približno eni minuti, pa se prižge še LED dioda »Ready«.



Slika 8.6: Prikllop naprave na napajanje

8.5.3 Povezava preko vmesnika LDU ETH

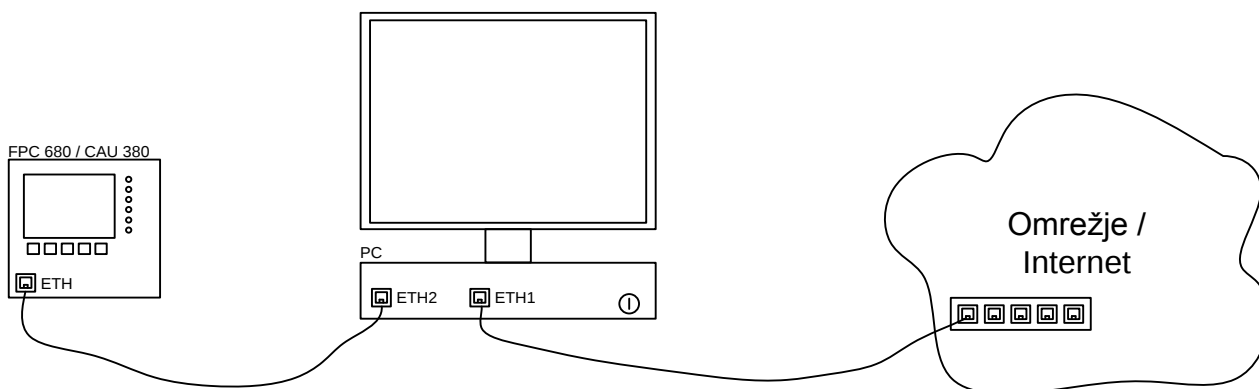
Za povezavo preko prednjega LDU ETH vmesnika potrebuješ cross-over mrežni kabel. Nekateri novejši mrežni vmesniki na PC računalnikih podpirajo avtomatsko detekcijo kabla: normalnega ali cross-over, tako da lahko v tem primeru uporabiš tudi navaden mrežni kabel (TIA/EIA 568b).

Priključi mrežni kabel na priključek ETH na sprednjem LDU panelu naprave. Na PC strani priključi kabel na ETH priključek (npr. ETH1). PC lahko v mrežo podjetja ali internet priključiš samo preko drugega ETH priključka.

LDU ETH priključek na napravi ima IP naslov 192.168.100.101. DHCP strežnik servira naslove v področju 192.168.100.103...110. Rezerviran naslov za LDU je 192.168.100.102.

Nastavi ETH2 kartico na PC-ju na:

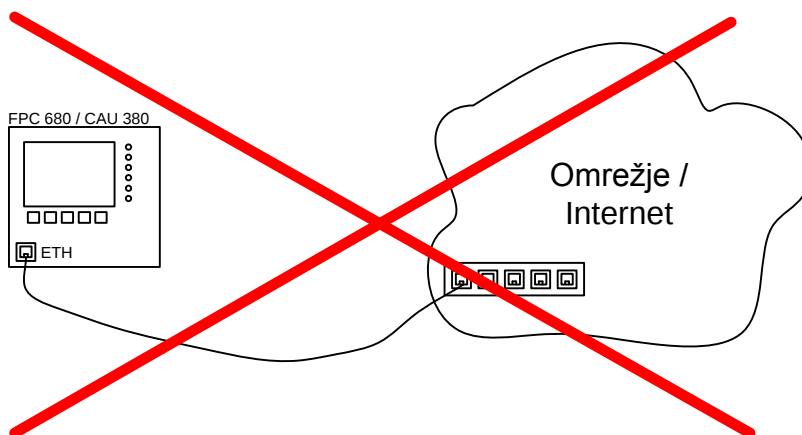
- avtomatsko DHCP nastavljanje IP naslova
za podrobna navodila o nastavljanju TCP/IP konfiguracije na Windows glej Microsoftovo dokumentacijo, poglavje "Configure TCP/IP for automatic addressing - Microsoft".
- statičen IP naslov:
 - IP naslov: 192.168.100.100
 - Maska: 255.255.255.240



Slika 8.7: Sistemski dostop preko LAN povezave (LDU ETH priključek)

**OPOZORILO!**

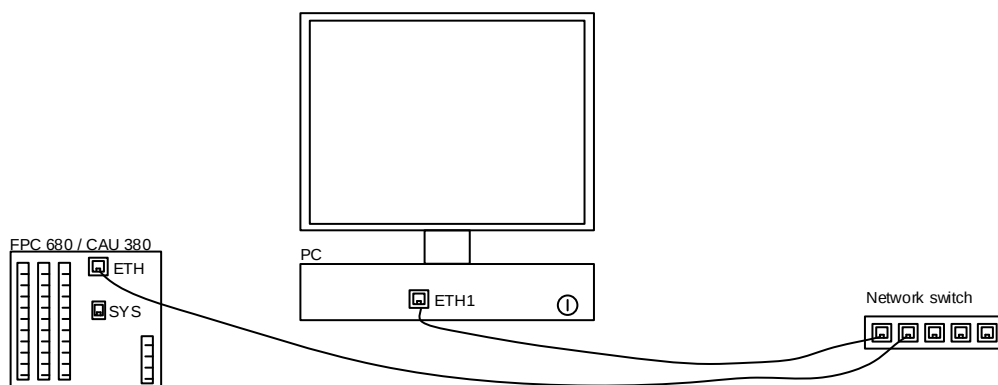
Naprava vsebuje strežnik DHCP, ki streže IP naslove računalnikom priključenim preko lokalnega vmesnika. Preko lokalnega mrežnega vmesnika se naprave ne sme priključiti na računalniško omrežje podjetja, ki ima običajno svoj DHCP strežnik.



Slika 8.8: Nedovoljena priključitev na prednji vmesnik

8.5.4 Povezava preko vmesnika ETH

Priključi mrežni kabel na priključek ETH1 na zadnji strani naprave. Priključi PC preko ETH priključka na isto omrežje kot naprava. Nastavi ETH priključek na PC-ju na enake parametre omrežja, kot jih ima naprava. PC in naprava morata imeti vsaka svoj unikaten IP naslov.

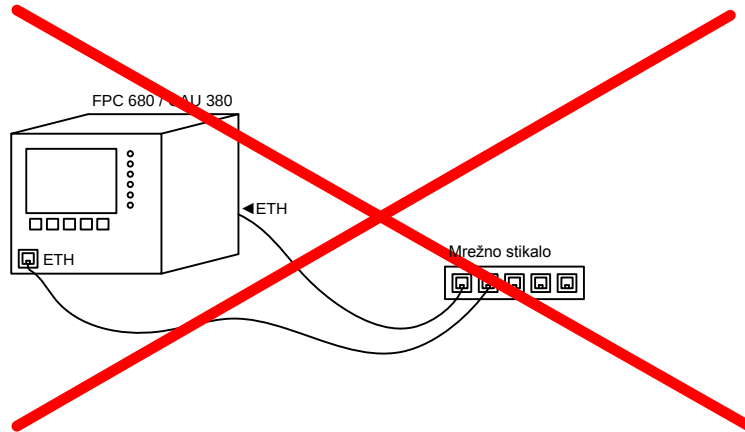


Slika 8.9: Priključitev naprave preko mrežne povezave (zadnji ETH priključek)



OPOZORILO!

Naprave ne smemo priključiti tako, da sta istočasno priključena sprednji in zadnji ETH priključek. V tem primeru povzročimo zanko in komunikacija se prekine (Slika 8.10).



Slika 8.10: Nedovoljena istočasna priključitev

8.5.5 Povezava preko priključka SYS

Priključek je namenjen servisnim in diagnostičnim posegom v naprave izučenim servisnim inženirjem. Omogoča terminalni dostop do operacijskega sistema ali pregledovanje signalov FPGA vezja z namenskim orodjem. Podrobnosti servisnega dostopa so opisane v servisnih navodilih.

8.6 Spuščanje v pogon

Poglavje opisuje tipične postopke pri spuščanju naprave v obratovanje. Uporabljeni postopki se morajo prilagoditi dejanski aplikaciji. Za delo je potrebno dobro poznavanje projekta, dela z napravo in potrebnimi orodji ter dosledno spoštovanje varnostnih opozoril.

8.6.1 Varnostna opozorila

Pogoj za začetek spuščanja v pogon je pravilno nastavljena in priključena naprava. Pri spuščanju v pogon je treba upoštevati naslednja opozorila:



OPOZORILO!

V primeru, ko celice ni mogoče izklopiti naj bosta pri testu prisotni dve za to usposobljeni osebi, tudi z znanjem za oživljanje človeka po udaru električnega toka. Pred priklopom tokovnega oz. napetostnega vira na napravo se prepričajte, da so merilni transformatorji dejansko odklopljeni od zaščitne naprave.



OPOZORILO!

Naprave se med spuščanjem v pogon ne sme spreminjati



OPOZORILO!

Pred priključitvijo napajanja je potrebno preveriti ustreznost napajalne napetosti in polariteto glede na nazivne vrednosti naprave in priključne sponke.

**OPOZORILO!**

Testiranje na zaščitni napravi, ki je v celici pod bremenom, se odsvetuje. Ščitni element bo med testom brez zaščite!

**OPOZORILO!**

Med testi je treba paziti, da trajni tok ne presega 4-kratnik nazivnega toka naprave, sicer se tokovni vhodi lahko poškodujejo.

Če tok preseže 4-kratnik nazivnega toka naprave je treba med posameznimi testi narediti premor, da se tokovne veje v zaščitni napravi ohladijo. V nasprotnem primeru lahko pride do poškodb zaščitne naprave!

**OPOZORILO!**

Vrivanje napetosti in tokov v zaščitno napravo ima lahko za posledico delovanje izklopnih relejev, ter s tem manipulacijo primarnih elementov!

Če pri testu v celici ne želimo delovanja na odklopnik, pa je treba ločiti tudi izklopne tokokroge od odklopnika. To se naredi na sponkah ali s preizkusno vtičnico.

8.6.2 Pogoji obratovanja

**OPOZORILO!**

Naprava sme delovati le znotraj dovoljenih mej električnih in okoljskih vplivov, ki so opisani v tehničnih podatkih naprave.

**OPOZORILO!**

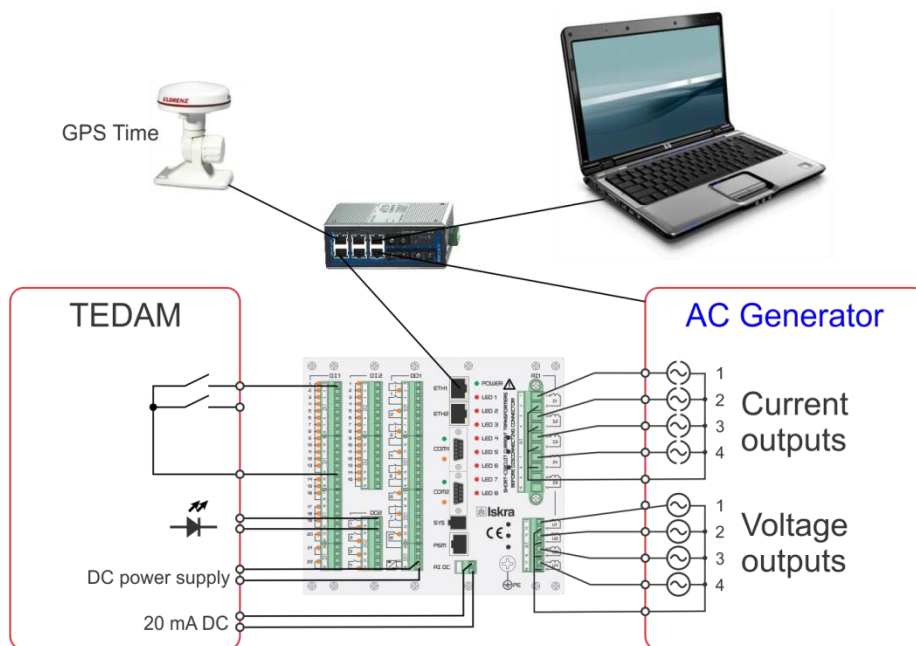
Ožičenje naprave mora biti zaščiteno z ustreznimi varovalkami ali instalacijskimi odklopniki, razen tokovnih tokokrogov.

**OPOZORILO!**

Po testiranjih izolacijskih zmožnosti naprave obstaja možnost, da so kondenzatorji napolnjeni z visoko napetostjo. Pred izključitvijo testnih povezav napetostnih sponk je treba testno napetost postopoma spustiti na nič, da se vgrajeni kondenzatorji razelektrijo.

8.6.3 Vezava testnega poligona

Spodnja slika prikazuje shematsko povezavo zaščitne naprave s simulatorji vhodnih veličin ter osebnega računalnika.

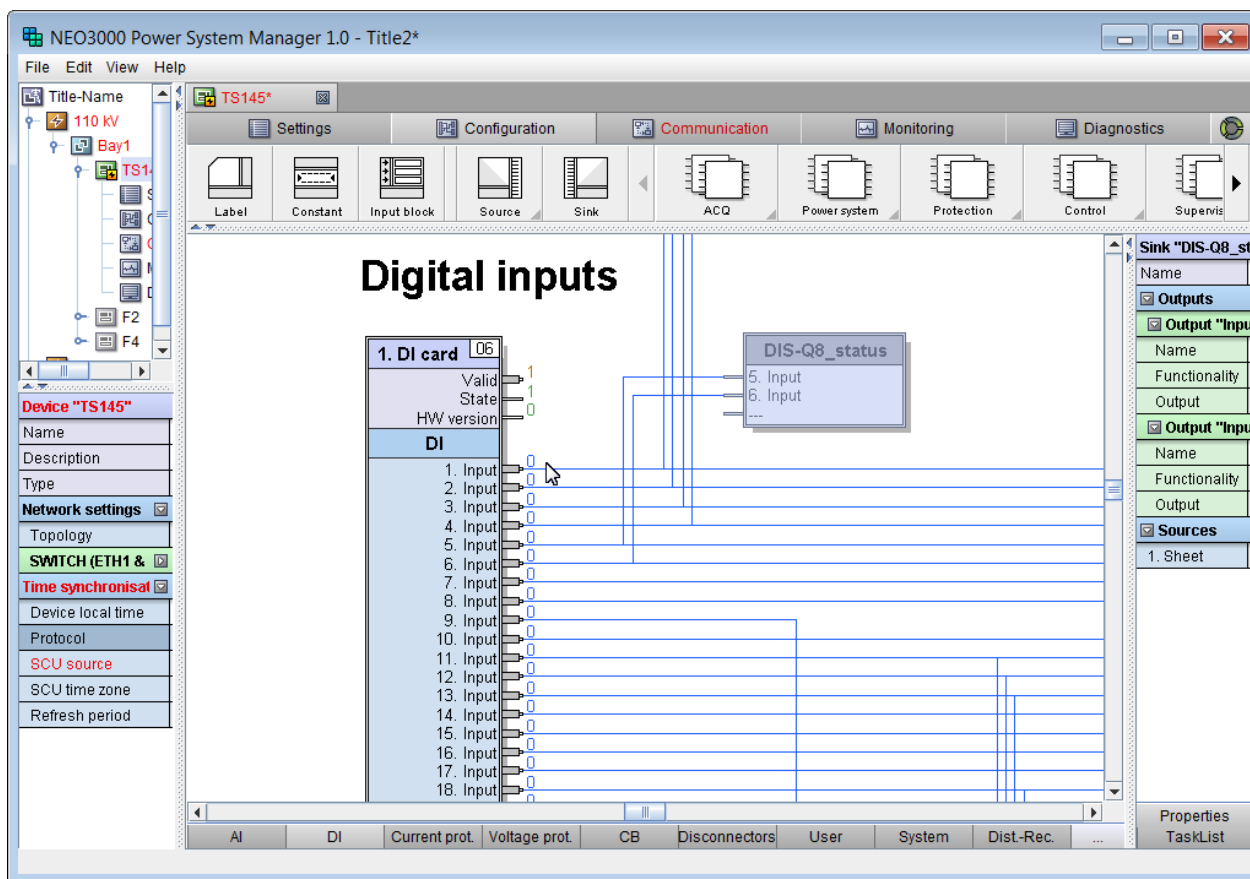


Slika 8.11 Vezalna shema naprave

8.6.4 Test digitalnih vhodov

Digitalni vhodi za svoje delovanje potrebujejo napetostni nivo, ki je običajno enak napajalni napetosti. Za pravilno delovanje digitalnega vhoda je treba za izbrani vhod na pripadajoči PIN pritisniti pozitivno napetost ter povezati skupno točko te skupine vhodov na minus. Za lažje delo je na priključni plošči narisana priključna shema. Pri napravah z vgrajenimi LED diodami na digitalnih vhodih se za testiran vhod prižge LED dioda.

V uporabniškem vmesniku odprite DI card modul in omogočite spremljanje podatkov v živo. Na izhodu modula *DI card* se na testiranem vhodu postavi vrednost 1, kot prikazuje spodnja slika:

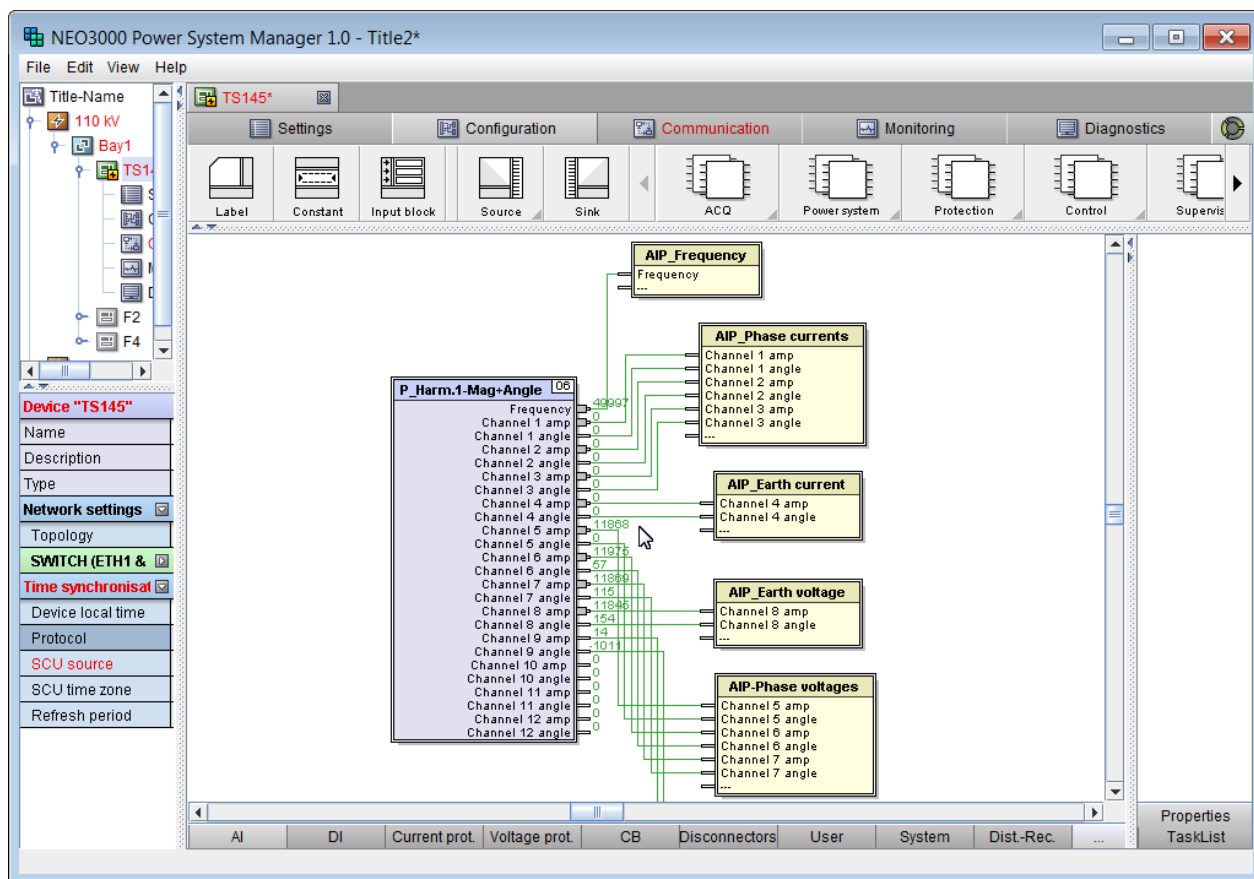


Slika 8.12 Pregled stanj digitalnih vhodov

8.6.5 Test analognih meritev

Merilne vhode se preveri s pomočjo generatorja toka in napetosti. Pri priključitvi je treba paziti na pravilni priklop polaritete. Vroča žica naj bo povezana na sponko analognega vhoda, označenega s piko. Na priključni plošči naprave je v pomoč narisana priključna shema. V kolikor ni drugih omejitev, se na vhode pritisne nazivne vrednosti.

Izid testa je uspešen, če so v podatkovni bazi naprave trenutne vrednosti merjenih veličin, kot prikazuje spodnja slika. Na sliki so prikazane vrednosti v grobih vrednostih (delcih).



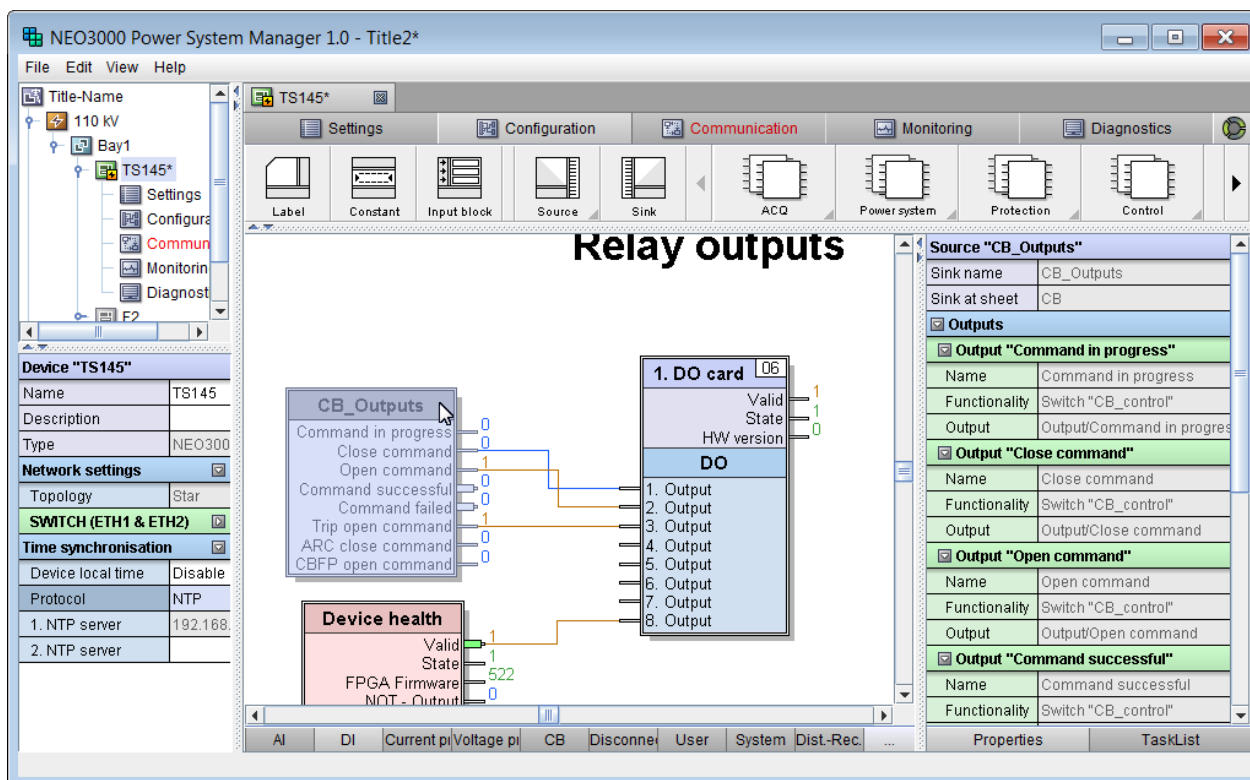
Slika 8.13 Pregled stanj analognih vhodov

8.6.6 Test relejskih izhodov

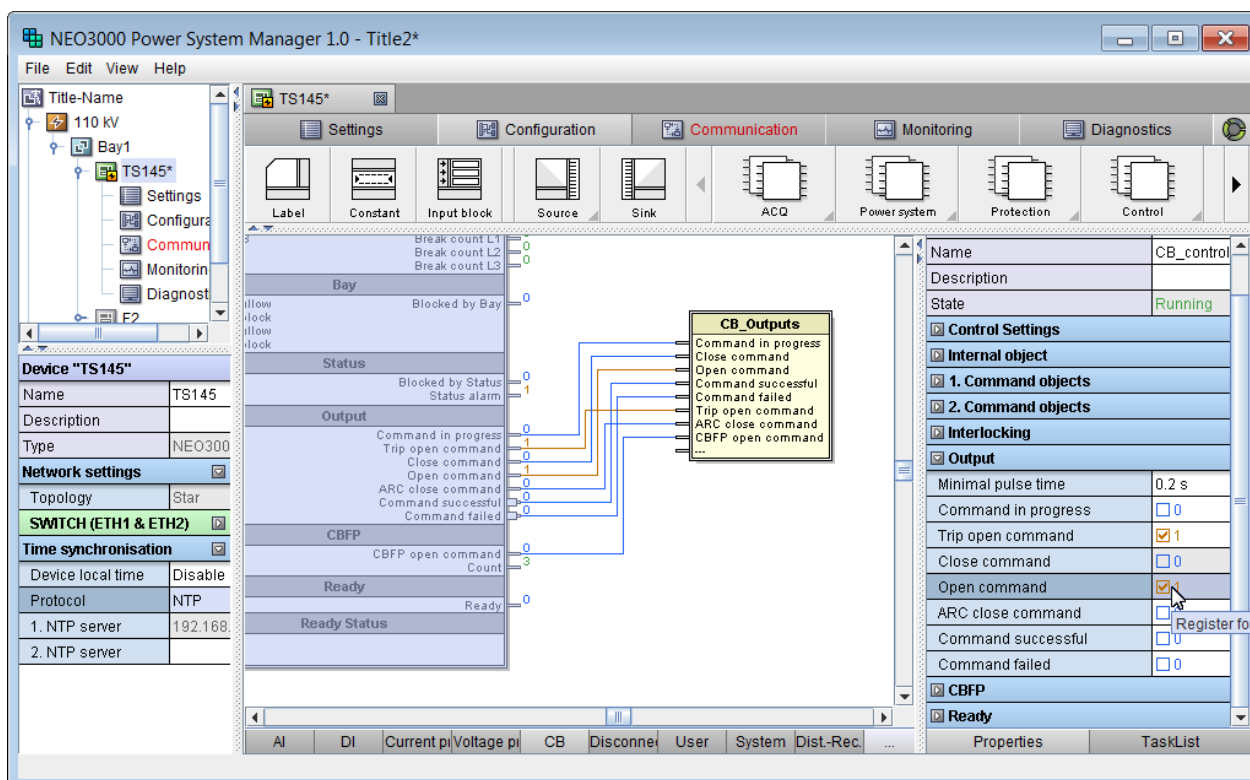
Komandni izhodi se testirajo s pomočjo testne opreme **TEDAM** ali z univerzalnim inštrumentom, ki ima funkcijo merjenja upornosti. Proženje izhodov se izvede po komunikacijskem protokolu, LDU panelom ali preko uporabniškega vmesnika.

Preko uporabniškega vmesnika postavi vrednost 1 na vhod modula **DO card**. S tem se proži izhodni rele. Njegovo delovanje se potrdi z nično upornostjo med kontakti releja. Če ima naprava na priključni plošči vgrajene LED diode, mora v trenutku sklenjenega releja svetiti pripadajoča LED dioda.

V grafičnem vmesniku PSM ni mogoče pisati na vhodne sponke modula. Treba je poiskati modul, ki ima izhode povezane z testiranimi relejnimi izhodi in jim vsiliti testne vrednosti.



Slika 8.14 Proženje komand

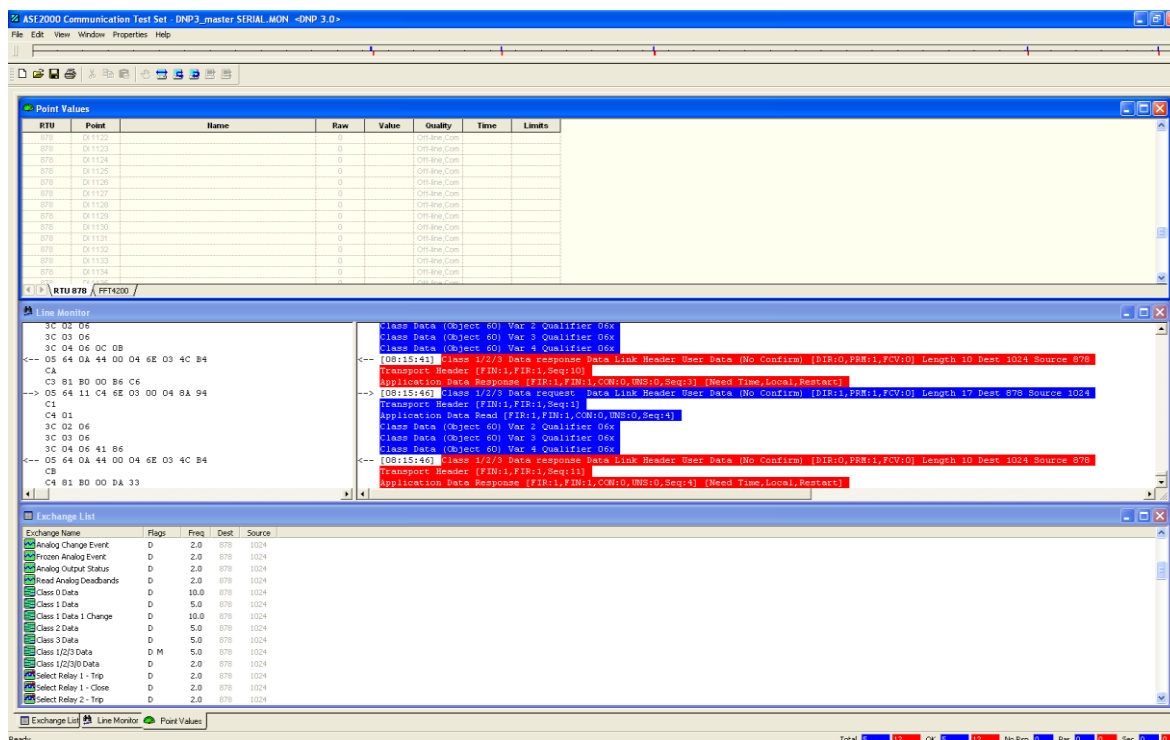


Slika 8.15 Proženje komand

8.6.7 Test komunikacijskega protokola

Naprava ima na voljo več komunikacijskih protokolov (IEC 104, DNP3, Modbus) in komunikacijskih vmesnikov (RS232, FO, LAN). Delovanje komunikacijskega protokola in vmesnika se testira s pomočjo

simulatorja protokolov, kot je na primer ASE2000 ali katerikoli drugi. Na sliki spodaj je prikazan izgled vmesnika simulatorja ASE2000.



Slika 8.16: Simulator protokolov

Na napravi morata biti komunikacijski vmesnik in protokol predhodno nastavljeni. Z računalnikom na, katerem teče simulator protokola, se preko želenega komunikacijskega vmesnika in kabla povežemo z na napravo. Nastaviti je treba parametre komunikacije in izvesti startno proceduro. Na napravi simuliramo spremembe informacij, ki se pošiljajo po komunikaciji. Na simulatorju protokola sprožimo vse komande in preverimo uspešno izvršbo na napravi.

8.6.8 Test funkcij

Pri testiranju funkcije vodenja in zaščite, vzpostavimo stanje, ki proži njeno delovanje. Stanje vzpostavimo preko komunikacije, fizičnih vhodov ali ročno preko uporabniškega vmesnika.

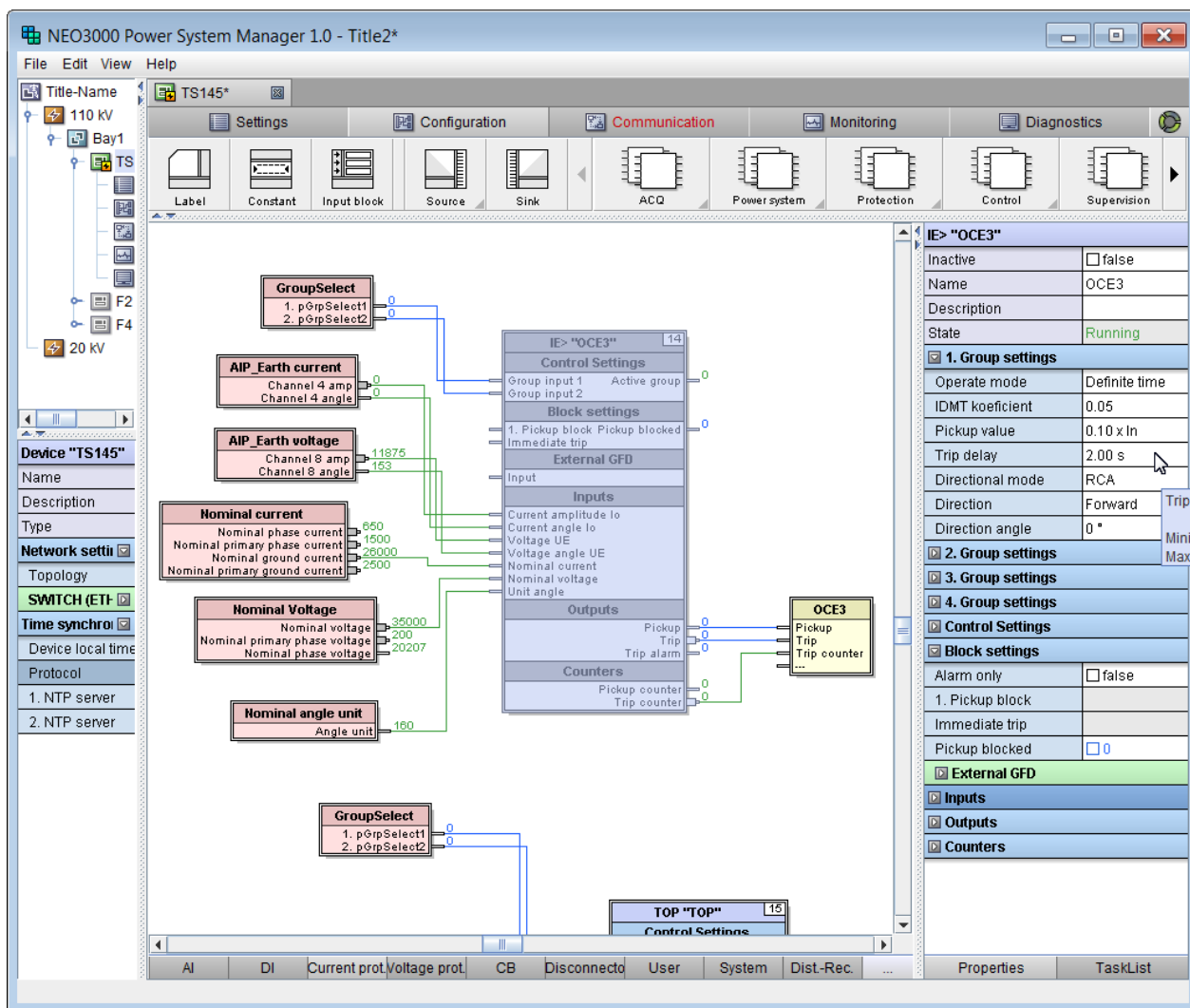
Pri zaščitnih funkcijah postavimo opazovano veličino v področje delovanja zaščite in preverimo:

- Zaščita mora delovati in aktivirati **Trip** signal, ki sklene digitalni rele na DO kartici.
- Zajamejo se oscilografski posnetki, ki jih pregledamo z uporabniškim vmesnikom.
- Po komunikaciji se morata poslati dogodka - signala **Pickup** in **Trip**.
- Na lokalnem panelu LDU se javi alarm in zapiše dogodek v listo dogodkov.

Ostale funkcije, ki so povezane na zunanje digitalne izhode, morajo skleniti nastavljene releje ob pogojih, ki veljajo za to funkcijo. Vsi dogodki, ki so vključeni v komunikacijo po standardnih komunikacijskih protokolih in z lokalnim upravljalnim panelom LDU, se zabeležijo v seznam komunikacijskih dogodkov, ki jih pregledamo z orodjem PSM. Center vodenja potrdi prejem sproženih dogodkov.

8.6.8.1 Primer testiranja zaščitne funkcije (Nadtokovna zaščita)

Za izvedbo testa funkcije mora biti ta vključena in pravilno nastavljena. Podrobna navodila se nahajajo v poglavju, ki jo opisuje.



Slika 8.17 Nastavitve funkcije in njeni izhodi

Test se izvede z eno ali trifaznim generatorjem izmeničnih veličin ter simulacijo stanja stikalnih elementov ter preklopke, ki vplivajo na delovanje funkcije. Za izvedbo testa je najbolje pripraviti testno sekvenco za generator izmeničnih veličin, saj je tako najlažje ponazoriti dejansko dogajanje na vodu v realnem času.

Na vhode je treba vrniti tok, ki presega nastavljeno vrednost (v zgornjem primeru $1.0 \times I_n$ (slika zgoraj levo). Ko so izpolnjeni vsi pogoji za delovanje, se na izhodih (**Outputs**) postavijo signali o zaznanih okvarah **Pickup** in **Trip**.

V napravi je več modulov nadtokovne zaščite, ki imajo različne nastavitve, kje in kdaj zaščita prime (parametra **Pickup value** in **Trip delay**). Vse module testirano na enak način, le z različnimi vrednostmi okvare..

9 Tehnični podatki

Opomba: Vsi navedeni parametri se nanašajo na priporočene obratovalne pogoje med -10°C in $+55^{\circ}\text{C}$, razen če ni drugače navedeno. Specifikacija je predmet sprememb brez predhodne najave.

9.1 Mehanske lastnosti

Dimenzije naprave (V*Š*D)	Malo ohišje	176*220*142 mm
	Srednje ohišje	176*270*142 mm
	Velikost 170 x 190	170*190*172 mm
	Velikost 220 x 190	220*190*172 mm
Teža	Malo ohišje	≤ 3,5 kg
	Srednje ohišje	≤ 5 kg
Material		Nerjaveče jeklo
Lokalni grafični panel (V*Š*D)	Malo ohišje	220 x 176 x 30 mm
	Srednje ohišje	290 x 176 x 30 mm
Stopnja IP zaščite	Ohišje	IP 40
	Ohišje za razširjeno temperaturno območje	IP 20
	LDU grafični	IP 42
	LDU tekstovni	IP 54
	Spončna stran	IP 40

Območje delovanja

Temperatura skladiščenja	-20°C do $+70^{\circ}\text{C}$
Temperatura delovanja	-10°C do $+55^{\circ}\text{C}$ -10°C do $+70^{\circ}\text{C}$ (ohišje za razširjeno temp. območje)
Vlaga	do 95% ne-kondenzirajoča

9.2 Vhodi in izhodi

Napajanje naprave

Vhodna napajalna napetost	24 / 48 / 110 / 220 V _{DC} in 230 V _{AC}
Dovoljeno odstopanje napajalne napetosti	-20...+30%
Poraba moči	≤ 20 W, tip. 15 W
Maks. breznapetostna pavza	20 ms (100% padec)
Tip trajnega pomnilnika	Flash
Čas hranjenja permanentnih registrov	trajno

Tokovni izmenični vhodi (naprava FPC)

Nazivna frekvenca (f_N)	50 Hz
Nazivni tok (I_N)	1 A / 5 A

Doseg tokovnih vhodov (I_{FS})	80 I_N 2 I_N (občutljivi vhod)
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,5\% I_N$ ($0,1 I_N \leq I \leq 4 I_N$; 50 Hz; 25°C) $\leq \pm 3\% I_N$ ($4 I_N \leq I \leq 80 I_N$; 50 Hz; 25°C) $\leq \pm 0,1\% I_N$ ($0,001 I_N \leq I \leq 2 I_N$; 50 Hz; 25°C; občutljivi vhod)
Točnost – kot	$\leq \pm 0,5^\circ$ ($0,1 I_N \leq I \leq 80 I_N$; 50 Hz; 25°C) $\leq \pm 0,1^\circ$ ($0,001 I_N \leq I \leq 2 I_N$; 50 Hz; 25°C; občutljivi vhod)
Točnost – amplituda harmonikov	$\leq \pm 0,2\% I_N$ ($0,01 I_N \leq I \leq 0,5 I_N$; H2...H40)
Vpliv temperature	$\leq \pm 0,1\% I_N / 10^\circ\text{C}$ (amplituda) $\leq \pm 0,1^\circ / 10^\circ\text{C}$ (kot)
Poraba	$\leq 0,07 \text{ VA}$ (pri I_N), $\leq 0,1 \text{ VA}$ (pri 20 I_N)
Dovoljena termična obremenitev	4 I_N (trajno), 15 I_N (10 s), 100 I_N (1 s), 250 I_N (10 ms)
Odzivni čas	25 ms (0 - 100%)

Tokovni izmenični vhodi (naprava CAU)

Nazivna frekvenca (f_N)	50 Hz
Nazivni tok (I_N)	1 A / 5 A
Doseg tokovnih vhodov (I_{FS})	20 I_N
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,2\% I_N$ ($0,01 I_N \leq I \leq 20 I_N$; 50 Hz; 25°C)
Točnost – kot	$\leq \pm 0,5^\circ$ ($0,05 I_N \leq I \leq 20 I_N$; 50 Hz; 25°C)
Točnost – amplituda harmonikov	$\leq \pm 0,2\% I_N$ ($0,01 I_N \leq I \leq 0,5 I_N$; H2...H40)
Vpliv temperature	$\leq \pm 0,05\% I_N / 10^\circ\text{C}$ (amplituda) $\leq \pm 0,05^\circ / 10^\circ\text{C}$ (kot)
Poraba	$\leq 0,07 \text{ VA}$ (pri I_N), $\leq 0,1 \text{ VA}$ (pri 20 I_N)
Dovoljena termična obremenitev	4 I_N (trajno), 15 I_N (10 s), 30 I_N (1 s), 250 I_N (10 ms)

Napetostni izmenični vhodi

Nazivna frekvenca (f_N)	50 Hz
Nazivna napetost (U_N)	100 V / 200 V
Doseg napetostnih vhodov (U_{FS})	150% U_N
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,1\% U_N$ ($0,005 U_N \leq U \leq 1,5 U_N$; 50 Hz; 25°C)
Točnost – kot	$\leq \pm 0,2^\circ$ ($0,01 U_N \leq U \leq 1,5 U_N$; 50 Hz; 25°C)
Točnost – amplituda harmonikov	$\leq \pm 0,2\% U_N$ ($0,01 U_N \leq U \leq 0,5 U_N$; H2...H40)
Vpliv temperature	$\leq \pm 0,1\% / 10^\circ\text{C}$ (amplituda) $\leq \pm 0,1^\circ / 10^\circ\text{C}$ (kot)
Poraba	$\leq 0,23 \text{ VA}$ (pri 150 V), $\leq 0,40 \text{ VA}$ (pri 300 V)
Najvišja vhodna napetost	150% U_N (trajno)
Odzivni čas	25 ms (0 - 100%)

Analogni enosmerni vhodi

Nazivna vrednost	$\pm 2 / \pm 10 / \pm 20 \text{ mA}$ (tokovni vhodi, I_{FS-DC}) $\pm 0,5 / \pm 2,5 / \pm 5 / \pm 10 \text{ V}$ (napetostni vhodi, U_{FS-DC})
-------------------------	---

Vhodna upornost	100 k Ω (napetostni vhodi), 110 Ω (20 mA), 220 Ω (2 mA ali 10 mA)
Točnost	$\leq \pm 0,08\%$ ($0,02 I_{FS-DC} \leq I \leq I_{FS-DC}$; 25°C) $\leq \pm 0,08\%$ ($0,02 U_{FS-DC} \leq U \leq U_{FS-DC}$; 25°C)
Vpliv temperature	$\leq \pm 0,2\%$ / 10°C (napetostni vhodi) $\leq \pm 0,3\%$ / 10°C (tokovni vhodi) $\leq \pm 0,04\%$ / 10°C (opcija)
Maks. sofazne motnje (CMRR)	66 dB (pri 50 / 60 Hz)
Maks. protifazne motnje (NMRR)	26 dB (pri 50 / 60 Hz)
Najvišja vhodna napetost	± 11 V (napetostni vhodi), ± 6 V (tokovni vhodi), trajno
Najvišji vhodni tok	± 25 mA (napetostni in tokovni vhodi), trajno
Galvanska izolacija	2000 V (AC, DC)

Digitalni enosmerni vhodi

Nazivna napetost (U_{N-DI})	24 / 48-60 / 110 / 230 V _{DC}
Visok logični nivo	$0,8 U_{N-DI} \leq U \leq 1,2 U_{N-DI}$
Nizek logični nivo	$-1,2 U_{N-DI} \leq U \leq 0,5 U_{N-DI}$
Vhodni tok	$\leq 0,5$ mA
Najvišja vhodna napetost	$\pm 1,2 U_{N-DI}$ (trajno)

Digitalni izmenični vhodi

Nazivna napetost (U_{N-DI})	230 V _{AC}
Visok logični nivo	$0,8 U_{N-DI} \leq U \leq 1,2 U_{N-DI}$
Nizek logični nivo	$U \leq 0,5 U_{N-DI}$
Vhodni tok	$\leq 0,5$ mA
Najvišja vhodna napetost	$1,2 U_{N-DI}$ (trajno)

Digitalni (relejski) izhodi

Število izhodov na DO modul	8 (1x preklopni rele + 3x enojni kontakt + 4x dvojni kontakt)
Najvišji tok	8 A (trajno) 14 A (maks. 4 s pri D=10%)
Število preklonih ciklov	10^6
Maksimalna preklonpa napetost	250 V (DC, AC)
Najvišje število hkrati vklopljenih relejev	16 (ne glede na skupno število relejev v napravi)
Odzivni čas	≤ 12 ms

9.3 Komunikacija

LDU

Uporaba	izključno za priklop oddaljene LDU naprave ali lokalni servisni dostop do naprave – ni vgrajen v napravah z lastnim LDU modulom.
----------------	--

Tip	10BASE-T / 100BASE-TX (RJ45)
Priključek	zadaj, RJ45
Kabel	100 Ω STP ali UTP - CAT5E crossover (LDU), specialen servisni kabel za lokalni servisni dostop
Hitrost prenosa	10/100 Mbit/s
Domet	100 m
Galvanska izolacija	500 V (AC, DC)

PSM mrežni vmesnik na LDU spredaj

Uporaba	lokalni servisni dostop do naprave
Tip	10BASE-T / 100BASE-TX (RJ45)
Priključek	spredaj, RJ45
Kabel	100 Ω STP ali UTP - CAT5E crossover
Hitrost prenosa	10/100 Mbit/s
Domet	100 m
Galvanska izolacija	500 V (AC, DC)

COM1 in COM2

Uporaba	prenos podatkov iz naprave ter izvajanje komand
Tip	RS232 ali RS485 ali FO (optični vmesnik)

COM RS232

Priključek	zadaj, DB9
Kabel	TBD
Hitrost prenosa	110 bit/s ... 460.800 bit/s, (full modem)
Domet	15 m (RS232)
Galvanska izolacija	500 V (AC, DC)

COM RS485

Priključek	zadaj, MSTB 3
Kabel	120 Ω STP ali UTP
Hitrost prenosa	9.600 bit/s...115.200 bit/s
Domet	v skladu z EIA-485
Galvanska izolacija	500 V (AC, DC)

COM FO

Priključek	zadaj, ST
Kabel	multimode, 62,5/125 μ m, 50/125 μ m, 100/140 μ m, 200 μ m
Optična valovna dolžina	820 nm
Hitrost prenosa	110 bit/s ... 460.800 bit/s
Domet	1700 m
Optična moč oddajnika	-15 dBm
Občutljivost optičnega sprejemnika	-34 dBm

Dovoljeno slabljenje v kanalu	≤ 6,8 dB (62,5/125 µm, 1700 m, -15 dBm / -34 dBm)
Podprti protokoli	DNP 3.0 IEC 60870-5 101 IEC 60870-5 103

ETH1 in ETH2

Uporaba	prenos podatkov iz naprave ter izvajanje komand
Tip	10BASE-T/100BASE-TX (RJ45) ali 100BASE-FX (ST)

ETH10BASE-T/100BASE-TX

Priključek	zadaj, RJ45
Kabel	100 Ω STP ali UTP - CAT5E crossover
Hitrost prenosa	10/100 Mbit/s FDX/HDX
Domet	100 m
Galvanska izolacija	500 V (AC, DC)

ETH100BASE-FX

Priključek	zadaj, ST
Kabel	multimode, 62,5/125 µm, 50/125 µm
Optična valovna dolžina	1300 nm
Hitrost prenosa	100 Mbit/s FDX/HDX
Domet	2000 m (IEEE 802.3u)
Optična moč oddajnika	-23,5 dBm
Občutljivost optičnega sprejemnika	-35 dBm
Dovoljeno slabljenje v kanalu	≤ 7,2 dB (62,5/125 µm, 2000m, -23,5 dBm/-35 dBm)
Podprti protokoli	IEC 61850 DNP 3.0 preko TCP/IP IEC 60870-5 104

Sinhronizacija ure

Način sinhronizacije	Komunikacijski protokol, NTP
-----------------------------	---------------------------------

9.4 Funkcije vodenja

Avtomatski ponovni vklop (ARC)

Točnost – časovnik	≤ -50 ppm od t_{SET} ±5 ms
---------------------------	------------------------------

Preverjanje sinhronizma pred vklopom (SC)

Točnost – kot	≤ ±0,6°
Točnost – amplituda	≤ ±0,3%
Točnost – frekvenca	≤ ±10 mHz
Točnost – časovnik	≤ -50 ppm od t_{SET} ±5 ms

Programirljiv časovnik

Točnost – časovnik	≤ -50 ppm od t_{SET} ±5 ms
---------------------------	------------------------------

Prožilec opravil (Scheduler)

Točnost – časovnik	$\leq \pm 1 \text{ s}$
---------------------------	------------------------

Regulator napetosti

Točnost – kot	$\leq \pm 0,6^\circ$
Točnost – napetost	$\leq \pm 0,3\%$
Točnost – tok	$\leq \pm 1,0\%$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

9.5 Funkcije izračunov

Medfazne napetosti

Izračun medfaznih amplitud	$< 0,5\% U_n (U > 0,5 U_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Izračun medfaznih kotov	$< \pm 0,75^\circ$

Simetrične komponente

Točnost - simetrične komponente faznih tokov	$< 0,5\% I_n (50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Točnost - simetrične komponente faznih napetosti - amplituda	$< 0,1\% U_n (50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$

Moč in energija

Točnost – moči (P, Q, S)	$< 0,5\% P_n (U > 0,5 U_n; I > 0,1 I_n; PF > 0,7; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
---------------------------------	---

Nadzor kvalitete električne energije

Točnost – tok RMS	$< 1\% I_n (I > 0,1 I_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Točnost – napetost RMS	$< 0,2\% U_n (U > 0,05 U_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Točnost – tok THD	$< 2 \text{ pp} (I > 0,5 I_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Točnost – napetost THD	$< 1 \text{ pp} (U > 0,1 U_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Accuracy – tok H2...H40	$< 0,5\% I_n (I > 0,01 I_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Accuracy – napetost H2...H40	$< 0,2\% U_n (U > 0,01 U_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$

9.6 Zaščitne funkcije (samo naprava FPC)

Nadtokovna zaščita ($I >$)

Območje delovanja zaščite	$0,05 \dots 40 I_n$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 1,0\% I_n (0,1 I_n \leq I \leq 20 I_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$ $\leq \pm 3\% I_n (20 I_n \leq I \leq 80 I_n; 50 \text{ Hz}; 25^\circ\text{C})$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$
Točnost – Invers time delay	$\leq \pm 1000 \text{ ppm od } t_{\text{IDMT}} \pm 5 \text{ ms}$

Zemeljskostična zaščita ($I_e >$)

Območje delovanja zaščite	$0,05 \dots 1,25 I_n$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,2\%$

Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$
Točnost – Invers time delay	$\leq \pm 1000 \text{ ppm od } t_{\text{IDMT}} \pm 5 \text{ ms}$

 Prenapetostna zaščita ($U >$)

Območje delovanja zaščite	$0,05 \dots 2 U_N$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,3\%$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

 Podnapetostna zaščita ($U <$)

Območje delovanja zaščite	$0,1 \dots 2 U_N$
Zakasnitev	$0,00 \dots 300,00 \text{ s}$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,3\%$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

 Zemeljska prenapetostna zaščita ($U_e >$)

Območje delovanja zaščite	$0,01 \dots 2 U_N$
Zakasnitev	$0,00 \dots 300,00 \text{ s}$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 0,3\%$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

 Frekvenčna zaščita ($f >$, $f <$)

Območje delovanja zaščite	$45 \dots 55 \text{ Hz}$
Zakasnitev	$0,00 \dots 300,00 \text{ s}$
Točnost – frekvenca	$\leq \pm 5 \text{ mHz } (U \geq 0,6 U_{\text{FS}})$ $\leq \pm 10 \text{ mHz } (0,1 U_{\text{FS}} < U < 0,6 U_{\text{FS}})$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

 Eksterna zaščita (EXT $>$)

Zakasnitev	$0,00 \dots 300,00 \text{ s}$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

Kontrola izklopnih tokokrogov (TCS)

Zakasnitev	$0 \dots 60000 \text{ ms}$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

 Negativna komponenta ($I_2 >$)

Območje delovanja zaščite	$0,1 \dots 3 I_N$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 1,0\%$
Točnost – časovnik	$\leq -50 \text{ ppm od } t_{\text{SET}} \pm 5 \text{ ms}$

Termična zaščita (TOP)

Območje delovanja zaščite	$45,00 \dots 99,99\%$
Točnost – amplituda	$\leq \pm 1,0\%$
Točnost – temperatura	$\leq \pm 3^\circ\text{C}$

Točnost – časovnik

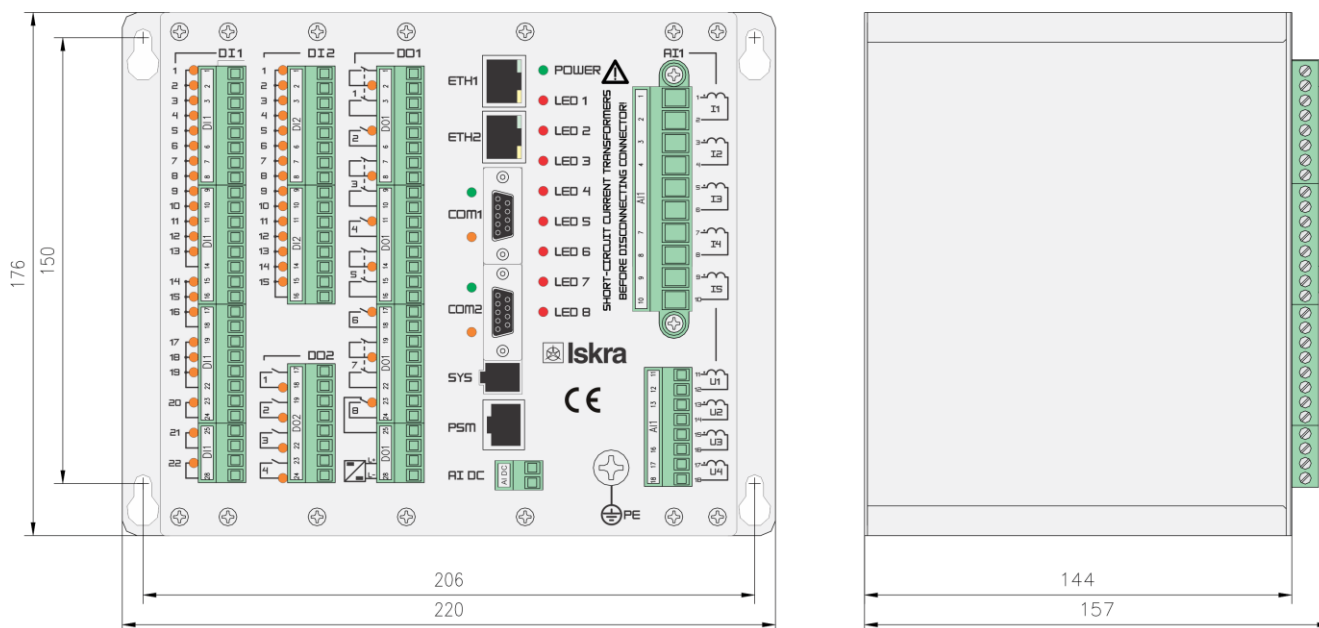
 ≤ -50 ppm od $t_{SET} \pm 5$ ms

9.7 Dimenzije naprav

Montažne mere izvrtin. Mere na slikah so v milimetrih.

9.7.1 Dimenzije naprave FPC 680 / CAU 380 – xxx / N1(4) /...

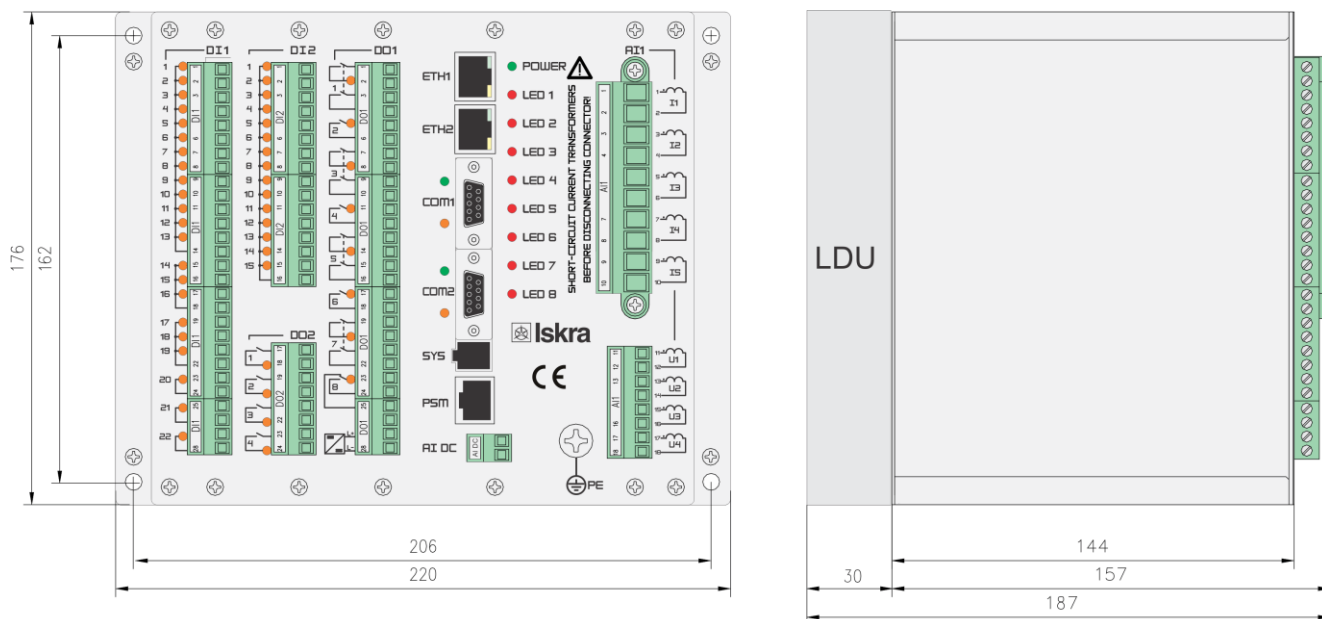
Dimenzije ohišja FPC 680 / CAU 380 - N1 (nadgradnja brez LDU – malo ohišje ½ 19 col, 4U) (ŠxVxG) so: 220 mm x 176 mm x 144 mm (157 mm s konektorji).



Slika 9.1: Montažne mere naprav FPC 680 / CAU 380 - N1

9.7.2 Dimenzije naprave FPC 680 / CAU 380 – xxx / L1(4) /...

Dimenzije ohišja FPC 680 / CAU 380 - L1 (vgradnja z integriranim LDU – malo ohišje ½ 19 col, 4U) (ŠxVxG) so: 220 mm x 176 mm x 174 mm (187 mm s konektorji).



Slika 9.2: Montažne mere naprav FPC 680 / CAU 380 - L1

9.8 Shranjevanje in vzdrževanje

Naprava ne potrebuje vzdrževanja. Čiščenje se sme izvajati le pri izklopljeni napravi iz napajanja in sekundarnega elektroenergetskega sistema, pri čemer je prepovedana uporaba tekočih čistil.

Naprava se sme shranjevati le v originalni embalaži v suhem in ne prašnem okolju, v pogojih, predpisanih v tehničnih podatkih.

Dodatek A: FPC 680 naročniška koda

FPC 680 - SW / H / AI / C1 / C2 / C3 / C4 / PS / S1 / S2 / S3 / S4

|----- Small housing -----|

|----- Medium housing -----|

- **SW** – tip programske opreme
 - F01 – Tokovne zaščite
 - F02 – Napetostne zaščite
 - F03 – Tokovne in napetostne zaščite
 - F04 – Tokovne in napetostne zaščite s preverjanjem sinhronizma (Syncho check)
 - F05 – Tokovne in napetostne zaščite s Shunt zaščito
 - F06 – Tokovne in napetostne zaščite z zaščito kompenzacijske celice (IuB)
 - F07 – Tokovne in napetostne zaščite z diferenčno zaščito transformatorja

 - T01 – Transformatorske tokovne zaščite
 - T03 – Transformatorske tokovne in napetostne zaščite
 - M01 – Motorske tokovne zaščite
 - M03 – Motorske tokovne in napetostne zaščite

- **H** – tip in velikost ohišja
 - Tip ohišja
 - T – vgradni tip z integriranim tekstovnim LDU
 - L – vgradni tip z integriranim grafičnim LDU
 - N – nadgradni tip brez LDU
 - D – nadgradni tip z dislociranim grafičnim LDU
 - Z – nadgradni tip z integriranim grafičnim LDU
 - Velikost ohišja
 - 1 – Malo ohišje (1/2 19", 4U) (reže S1 ... S2)
 - 2 – Srednje ohišje (2/3 19", 4U) (reže S1 ... S4)
 - 4 – Malo ohišje za razširjeno temp. območje (1/2 19", 4U) (reže S1 ... S2)
 - 5 – Srednje ohišje za razširjeno temp. območje (2/3 19", 4U) (reže S1 ... S4)
 - 6 – Veliko ohišje za razširjeno temp. območje (19", 4U) (reže S1 ... S8)
 - 7 – Ohišje velikosti ŠxVxG 170x190x175 mm za razširjeno temp. območje
 - 8 – Ohišje velikosti ŠxVxG 220x190x175 mm za razširjeno temp. območje (reže S1, S2)

- **AI** - AI AC konfiguracija
 - Tip AC kartice
 - N – brez
 - D – 3 CT + 1 CTs ⁽¹⁾ + 4 VT
 - E – 3 CT + 2 CTs ⁽¹⁾ + 4 VT
 - F – 4 CT + 1 CTs ⁽¹⁾ + 4 VT
 - G – 3 CT + 1 CTs ⁽¹⁾ + 5 VT
 - H – 3 CT + 1 CTs ⁽¹⁾ + 4 VT + 3 CT + 1 CTs ⁽¹⁾
 - K – 3 CT + 1 CTs ⁽¹⁾
 - L – 4 VT
 - M – 4 CT + 1 CTs ⁽¹⁾ + 7 VT
 - Tokovni merilni vhod
 - N – brez
 - 1 – 1 A tokovni vhod
 - 5 – 5 A tokovni vhod
 - Napetostni merilni vhod
 - N – brez
 - 1 – 150 V napetostni vhod
 - 3 – 300 V napetostni vhod

- DC merilni vhod (1 vhod)
 - N – brez
 - C – 1 AI DC tokovni merilni vhod 20 mA
 - V – 1 AI DC napetostni merilni vhod +/- 10 V
- **C1, C2** - Ethernet komunikacijski vmesnik
 - Tip konektorja
 - N – brez (samo sistemski)
 - E – 100BaseTX (RJ45)
 - F – 100BaseFX (ST optični)
 - Komunikacijski protokol
 - N – brez
 - G – IEC 61850 MMS with GOOSE
 - 4 – IEC 60870-5-104
 - D – DNP3 over TCP/IP
- **C3, C4** – serijski komunikacijski vmesnik
 - Tip konektorja
 - N – brez (samo sistemski)
 - 2 – RS232 (DB9 ženski)
 - F – ST optični
 - 5 – RS485
 - Komunikacijski protokol
 - N – brez
 - 1 – IEC 60870-5-101
 - 3 – IEC 60870-5-103
 - D – DNP3
 - M – Modbus RTU
- **PS** – Tip zunanje napajalne napetosti
 - 1 – 19 - 30 V DC z 8 DO
 - 2 – 38 – 72 V DC z 8 DO
 - 3 – 88 – 150 V DC z 8 DO
 - 4 – 176 – 300 V DC z 8 DO
 - 5 – 170 – 330 V AC z 8 DO
 - M1 – 19 – 30 V DC z 5 DO in 8 DI
 - M2 – 38 – 72 V DC z 5 DO in 8 DI
 - M3 – 88 – 150 V DC z 5 DO in 8 DI
 - M4 – 176 – 300 V DC z 5 DO in 8 DI
 - M5 – 170 – 330 V AC z 5 DO in 8 DI
- **S1..S8** – konfiguracije kartic po režah
 - NN - brez
 - R8 - DO kartica (8 relejev) ⁽²⁾ ⁽³⁾
 - B1 - DI kartica (22 digitalnih vhodov) 24 V DC (z LED signalizacijo) ⁽³⁾
 - B2 - DI kartica (22 digitalnih vhodov) 48 V DC (z LED signalizacijo) ⁽³⁾
 - B3 - DI kartica (22 digitalnih vhodov) 110 V DC (z LED signalizacijo) ⁽³⁾
 - B4 - DI kartica (22 digitalnih vhodov) 220 V DC (z LED signalizacijo) ⁽³⁾
 - B5 - DI kartica (22 digitalnih vhodov) 230 V AC (z LED signalizacijo) ⁽³⁾
 - M1 - DIO kartica (15 digitalnih vhodov, 4 releji) 24 V DC (z LED signalizacijo) ^(3a)
 - M2 - DIO kartica (15 digitalnih vhodov, 4 releji) 48 V DC (z LED signalizacijo) ^(3a)
 - M3 - DIO kartica (15 digitalnih vhodov, 4 releji) 110 V DC (z LED signalizacijo) ^(3a)
 - M4 - DIO kartica (15 digitalnih vhodov, 4 releji) 220 V DC (z LED signalizacijo) ^(3a)
 - M5 - DIO kartica (15 digitalnih vhodov, 4 releji) 230 V AC (z LED signalizacijo) ^(3a)
 - D8 – AI DC kartica (8 vhodov)

Legenda:

- (1) – CTs – občutljivi tokovni vhod za občutljivo zemeljskostično tokovno zaščito
- (2) – do največ 2 kartici v napravi
- (3) – vsota vseh DI in DO kartic do največ 7
- (3a) – DIO kartica vsebuje naslova dveh kartic: DI in DO

Primeri naročniških kod:

FPC 680 – F04 / L1 / D11N / FG / FG / NN / NN / 3 / B3 / B3

FPC 680 – F03 / L1 / D11N / FG / FG / NN / NN / 3 / B3

Dodatek B: Tipi programske opreme

Vključeno v vseh verzijah:

- Dostop do podatkov vhodno-izhodnih kartic (zajemalni modul)
- Funkcijski bloki (AND, OR, NOT, GT, LT, ...)
- Kontrola odklopnika (CB control)
- Kontrola ločilnika (Disconnecter control)
- Detektor stanja izvoda (Line state detection)
- Izračun simetričnih komponent (Symmetrical components calculation)
- Meritve moči in energije (Power and Energy metering)
- Števci energije (Energy counters)
- Oscilografski snemalnik (Disturbance recorder)
- Pulse signals
- Kronologija dogodkov (Event recorder)

Vodenje:

- Detekcija prehodnih pojavov (Dips and swells)
- Detekcija prekoračitve (Analog over-range)
- Programirljiv časovnik (Programmable timer)

Tokovne zaščite:

- Nadtokovna zaščita (def. time, time inverse, directional)
- Nadtokovna zemeljskostična zaščita
- Tokovna zaščita na negativno zaporedje I2
- Termična zaščita
- Zunanja zaščita
- Nadzor izklopnih tokokrogov (Trip Circuit Supervision)
- Avtomatski ponovni vklop (ARC – Automatic Recloser Control)

Napetostne zaščite:

- Prenapetostna zaščita
- Podnapetostna zaščita
- Zemeljska prenapetostna zaščita
- Nadfrekvenčna zaščita
- Podfrekvenčna zaščita
- Zunanja zaščita
- Nadzor izklopnih tokokrogov (Trip Circuit Supervision)

Preverjanje sinhronizma:

- Preverjanje sinhronizma vklopa (Synchro check)

Regulator napetosti:

- Funkcija regulacije napetosti

Detektor okvar:

- Funkcija detekcije okvar

Shunt zaščita:

- Shunt zaščita
- Detekcija prekinitve ozemljilnega upora transformatorja

Zaščita kompenzacijske celice:

- Zaščita kompenzacijske celice (luB)

Dodatek C: Direktive, standardi in izvedeni testi

Tabela C.1: Seznam standardov okoljskih testov.

Test	Standard	Opis
Temperatura	IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2	od 0°C do 60°C
Temperaturni gradient	IEC 60068-2-14	do 30°C
Vlaga	IEC 60068-2-30	do 95% pri 40°C padec iz 40°C na 25°C pri 95% relativne vlage do 29 g/m ³
Vlažna vročina, stabilna	IEC 60068-2-78	V skladu z IEC60255-27, poglavje 10.5.1.5
Vibracije (sinus)	IEC 60068-2-6	2 g pospeška, od 9 do 350 Hz
Udarci	IEC 60068-2-27	15 g, 11 ms test
Potres	IEC 60068-21-3	pod napetostjo, v skladu z IEC60255-27, poglavje 10.5.2.1.4

Tabela C.2: Seznam standardov izolacijskih testov.

Test	Standard	Opis
Napetostna izolacijska trdnost	IEC 60255-5, tabela 1	500 V
Dielektrična napetost	IEC 60255-5, tabela 1, serija B, poglavje 6	2,0 kV RMS
Upornost izolacije	IEC 60255-5, poglavje 7	100 MΩ pri 500 VDC
Impulzna napetost	IEC 60255-5, poglavje 8	5 kV, 1,2/50 μs, 0,5 J

Tabela C.3: Seznam standardov za teste elektromagnetne združljivosti.

Test	Standard	Opis
Imunost na električne motnje	IEC 60255-22-1, razred 3	2,5 kV common mode, 1,0 kV differential mode
Imunost na elektrostatične razelektritve	IEC 61000-4-2, stopnja 4	15 kV zračna razelektritev, 8 kV direktna razelektritev
Imunost na sevanje	IEC 61000-4-3, stopnja 3 IEC 60255-22-3, razred 3 IEC 61000-4-3, razred 3 ENV 50204 (GSM), stopnja 3	80 MHz do 1 GHz 27 do 500 MHz 50 kHz do 1 GHz 10 V/m, 2 W pri 0,6 m
Imunost na hitre prehodne pojave	IEC 61000-4-4, stopnja 4 IEC 60255-22-4, razred 4 ANSI/IEEE C.37.90.1	4 kV 4 kV 4 – 5 kV
Imunost na počasne prehodne pojave	IEC 61000-4-5, stopnja 4	2 kV / 4 kV
Conducted immunity	IEC 61000-4-6, stopnja 3	10 V

Imunost na magnetno polje omrežne frekvence	IEC 61000-4-8, stopnja 4	30 A/m
Imunost na pulzno magnetno polje	IEC 61000-4-9, stopnja 5	1000 A/m
Imunost na dušeno nihajoče magnetno polje	IEC 61000-4-10, stopnja 4	30 A/m
Imunost na nihajoče prehodne pojave	IEC 61000-4-12, stopnja 4 IEC 61000-4-18, stopnja 3 ANSI/IEEE C.37.90.1	Ring wave Damped oscillatory wave 2,5 kV
Emisije	IEC 60255-25	20 do 1000 MHz
Padci in prekinitve napetosti	IEC 60255-11	20 ms, 12% ripple
Napajalna frekvenca	IEC 60255-22-7 IEC 61000-4-16	V skladu z IEC 60255-16, tabela 6

Tabela C.4: Seznam standardov za teste komunikacijskih protokolov.

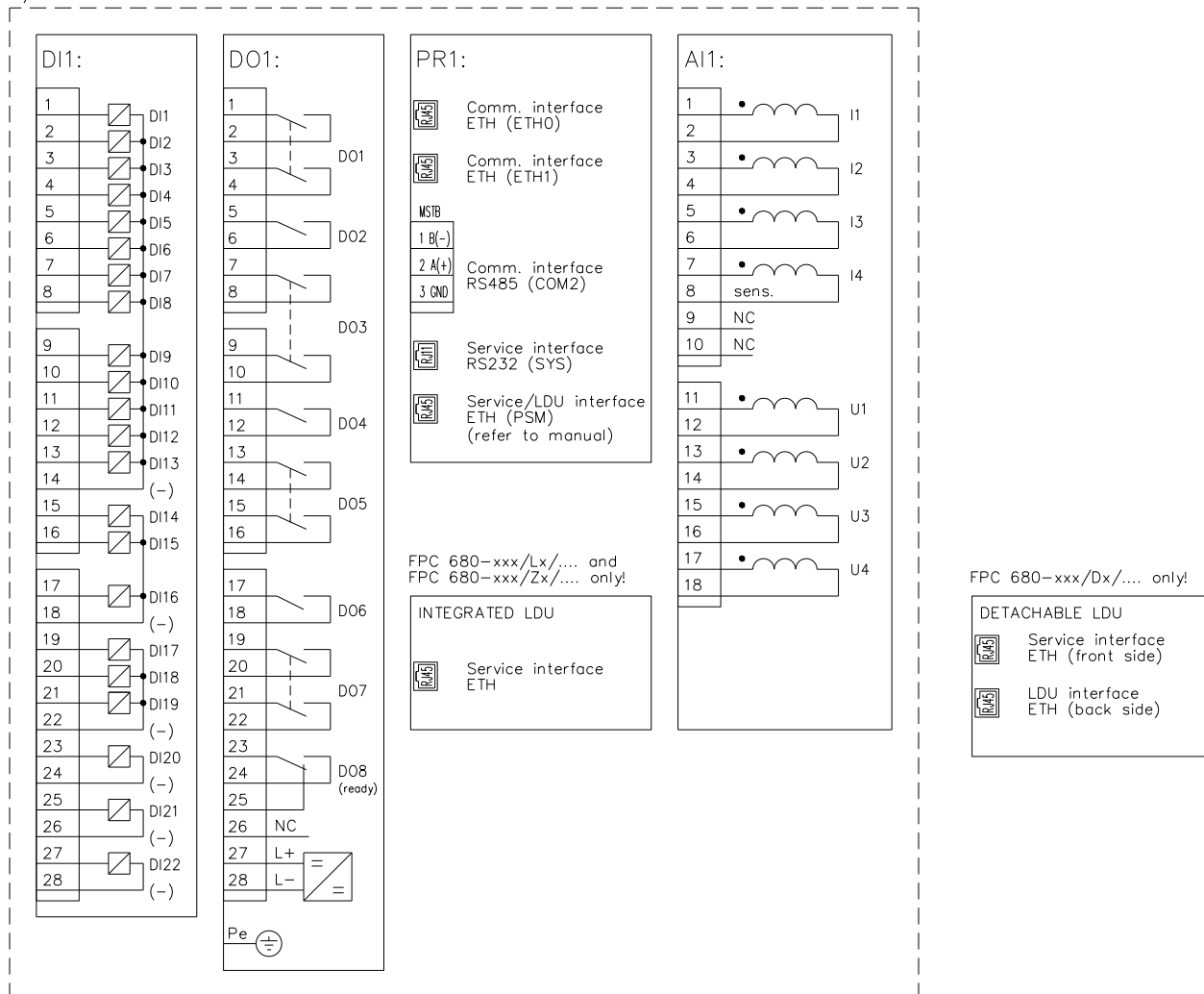
Test	Standard	Opis
Komunikacija 61850	IEC 61850-6 IEC 61850-7-1 IEC 61850-7-2 IEC 61850-7-3 IEC 61850-7-4 IEC 61850-8-1	IEC 61850-10 Ed1

Dodatek D: Električne sheme FPC 680

D.1 FPC 680-xxx / x1(4) / DxN / Ex/Ex / NN/5x / 3 / Bx

(421.454.602.200)

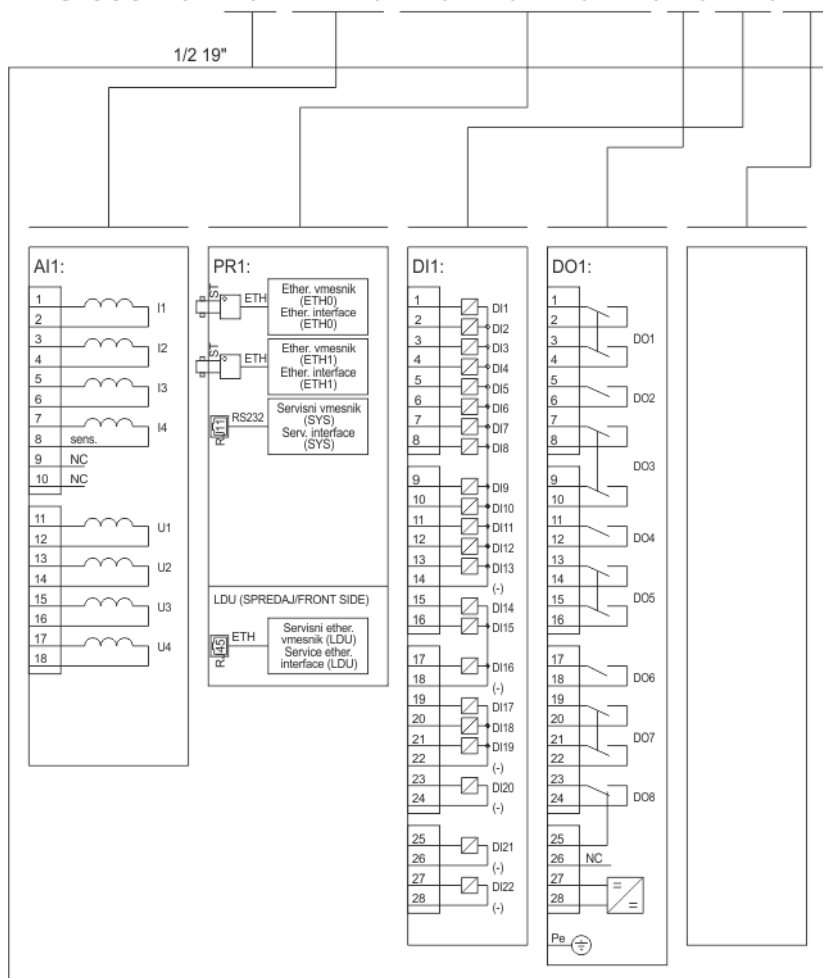
1/2 19"



D.2 FPC 680- xxx / x1(4) / DxxN / Fx/Fx / NN/NN / x / Bx

(421.454.602.001, 421.454.602.002, 421.454.602.011)

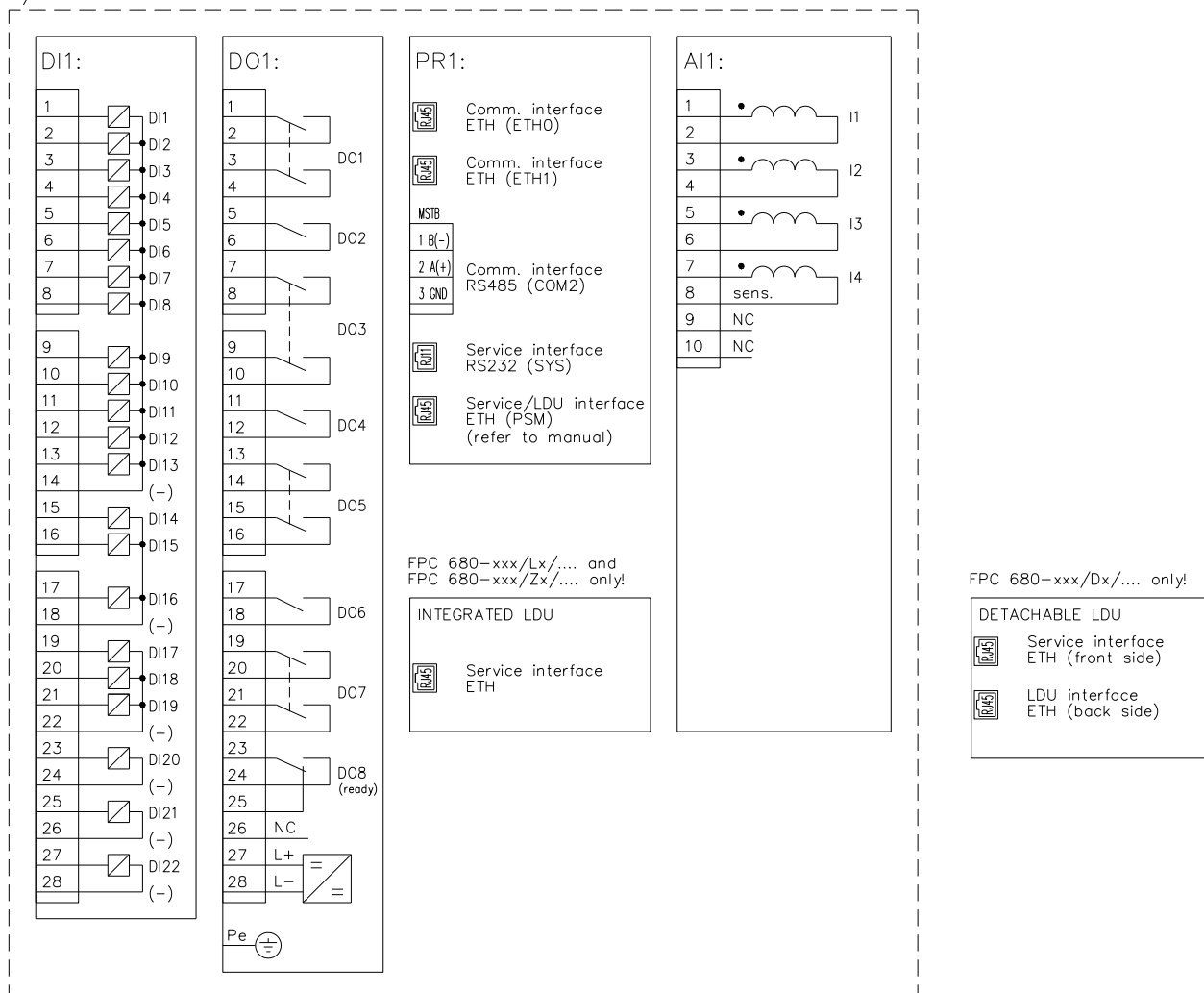
FPC 680-x / L1 / Dxx N / Fx / Fx / Nx / Nx / x / Bx / NN



D.3 FPC 680-xxx / x1(4) / KxxN / Ex/Ex / NN/5x / x / Bx

(421.454.602.205)

1/2 19"



D.4 FPC 680-xxx / x1(4) / MxxN / Ex/Ex / 5x/NN / x / Bx

(421.454.602.010)

FPC 680-x / L4 / Mxx N / Ex / Ex / 5M / NN / x / B3 / NN

