



Manuale

# **Esigenze tecniche concernenti il punto di allacciamento delle protezioni dei trasformatori con la rete di trasmissione**

Disposizioni tecniche per l'allacciamento, la gestione e l'utilizzo della rete di distribuzione

18 giugno 2015

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  
Association des entreprises électriques suisses  
Associazione delle aziende elettriche svizzere

Telefono +41 62 825 25 25, Fax +41 62 825 25 26, [info@strom.ch](mailto:info@strom.ch), [www.strom.ch](http://www.strom.ch)



## Impressum e contatti

### Editore

Associazione delle aziende elettriche svizzere, AES  
Hintere Bahnhofstr. 10, Postfach  
CH – 5001 Aarau  
Telefono +41 62 825 25 25  
Fax +41 62 825 25 26  
info@strom.ch  
www.strom.ch

### Autori della prima edizione 2015

Nome Cognome	Azienda	Funzione
Bruno Wartmann	ewz, Zurigo	responsabile GL
Bernhard Burgener	Swissgrid SA, Laufenburg	membro GL
Yann Gosteli	CKW, Lucerna	membro GL
Martin Herzig	Alpiq EnerTrans SA, Nieder- dergösgen	membro GL
Werner Kälin	Axpo Power AG, Baden	membro GL
Deborah Koch	BKW, Berna	membro GL
Daniel Witschard	Hydro Exploitation SA, Sion	membro GL
Andreas Degen	AES, Aarau	membro GL

\*GL = gruppo di lavoro



## Cronologia

Data	Breve descrizione
2014	Inizio lavori da parte del gruppo di lavoro
18 giugno 2015	Approvazione da parte della Commissione Tecnica di rete ed esercizio

Il documento viene elaborato con la partecipazione e l'aiuto dell'AES e dei rappresentanti del settore.



---

**Stampato** n. 1037i, edizione 2015

**Copyright**

© Associazione delle aziende elettriche svizzere AES

Tutti i diritti riservati. L'uso della documentazione per fini commerciali è consentito esclusivamente con il consenso dell'AES e dietro compenso. Ad eccezione dell'uso personale, sono vietati l'eventuale copia, distribuzione o qualsiasi altro uso del presente documento da parte di persone diverse da quelle a cui è espressamente destinato. L'AES e gli autori non si assumono alcuna responsabilità per eventuali errori presenti nel documento e si riservano il diritto di apportare modifiche allo stesso in qualsiasi momento senza preavviso.



## Indice

Abbreviazioni, termini e definizioni .....	6
Premessa .....	7
1. Introduzione.....	8
2. Connessione dei trasformatori di corrente/tensione .....	9
2.1 In generale .....	9
2.2 Trasformatore di corrente.....	9
2.3 Trasformatore di tensione .....	10
3. Connessione del comando di scatto della protezione con azionamento PMA .....	11
3.1 Comando di scatto diretto con connessioni in cavo di rame.....	11
3.1.1 In generale .....	11
3.1.2 Comando di scatto della protezione diretto sull'interruttore di potenza.....	12
3.1.3 Comando di scatto della protezione tramite relè di apertura (lunghe linee di alimentazione) .....	12
3.1.4 Comando di scatto della protezione tramite relè di apertura (sorveglianza circuito di apertura) .....	13
3.2 Comando di scatto della protezione tramite connessioni FO .....	13
3.2.1 Introduzione .....	13
3.2.2 Comando di scatto della protezione tramite unità di protezione distaccate .....	14
4. Connessione blocco comando ON dell'interruttore di potenza.....	15
5. Connessione delle retrosegnalazioni per protezione e chiavistelli .....	15
6. Controllo caduta di tensione DC .....	16
7. Cablaggio d'interfacciamento.....	16
7.1 Differenti potenziali di terra degli impianti .....	17
7.2 Esempio di una ripartizione dei cavi .....	17

## Indice delle figure

Figura 1: Panoramica delle zone di protezione dei trasformatori	8
Figura 2: Panoramica dell'interfaccia di trasformatori di corrente	10
Figura 3: Esempio per avvolgimento 3, circuito di trasformazione tensione	11
Figura 4: Panoramica disposizione dei dispositivi di protezione	14

## Indice delle tabelle

Tabella 1: Trasformatori di corrente, suddivisione Swissgrid e GRD/GCE/GIC.	9
Tabella 2: Trasformatore di tensione, suddivisione Swissgrid e GRD/GCE/GIC.	10
Tabella 3: Valori CEM per gli esami del tipo di dispositivi di protezione ai sensi di IEC 60255-26	17



## Abbreviazioni, termini e definizioni

Per abbreviazioni, termini e definizioni si rimanda al glossario dell'AES.

“Glossario per le regole del mercato elettrico svizzero” (franc./ted.)

Al glossario si può accedere tramite il seguente link: <http://www.strom.ch/downloads>

Swissgrid	Gestore della rete di trasmissione
GIC	Gestore impianto di cliente
GCE	Gestore centrale elettrica
GRD	Gestore della rete di distribuzione
PAR	Punto di allacciamento alla rete
AT	Lato alta tensione (lato primario del trasformatore)
BT	Lato bassa tensione (lato secondario / terziario del trasformatore)
PSC	Protezione sbarra collettiva
PMA	Protezione contro la mancata apertura interruttore
DIST	Protezione a distanza
DIFF	Protezione differenziale
IMAX	Protezione di massima a tempo
FO	Fibra ottica



## Premessa

La Legge sull'approvvigionamento elettrico (LAEI) del 23 luglio 2012 e l'Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico (OAEI) del 14 marzo 2008 (stato 1 luglio 2013) hanno aperto il mercato svizzero dell'elettricità ai clienti finali con un consumo annuale pari o superiore a 100 MWh per ogni centro di consumo. Cinque anni dopo l'entrata in vigore di questa legge un decreto federale deve sancire che anche i consumatori finali con un consumo annuale inferiore ai 100 MWh per ogni centro di consumo devono poter utilizzare un accesso alla rete privo di discriminazioni. Questa decisione è soggetta a referendum facoltativo.

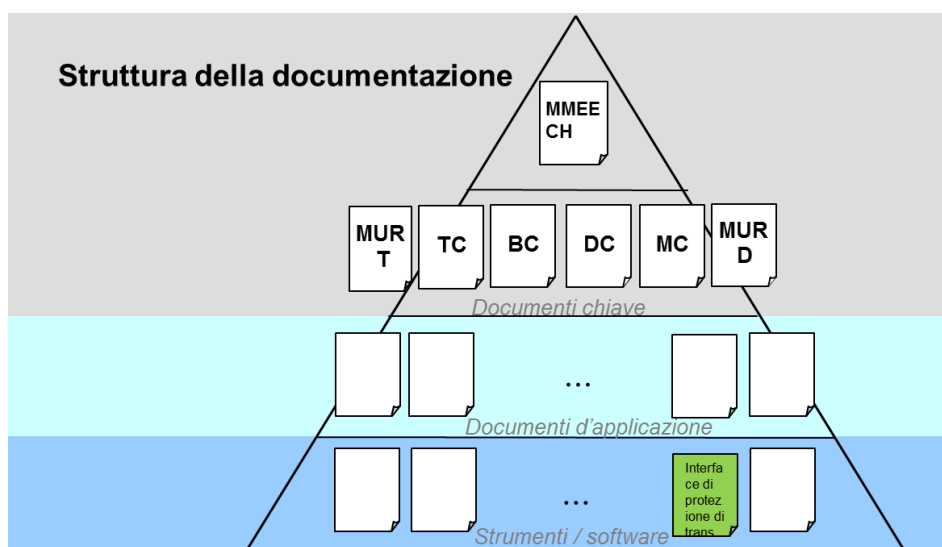
Nell'ottica del principio di sussidiarietà (cfr. art. 3, cpv. 1 LAEI), nell'ambito del progetto Merkur Access II, è stata elaborata da parte degli specialisti del settore una regolamentazione completa concernente l'approvvigionamento elettrico nel mercato liberalizzato dell'elettricità. Con questa regolamentazione le aziende elettriche dispongono di una raccomandazione riconosciuta da tutto il settore per l'utilizzo delle reti elettriche e l'organizzazione dell'economia elettrica.

LAEI e OAEI richiedono al settore l'elaborazione di direttive inerenti diverse questioni. Tale compito viene assolto nell'ambito dei documenti del settore. Le sezioni corrispondenti dei vari documenti sono riportati nel capitolo 7 del "Modello di mercato per l'energia elettrica – Svizzera" (MMEE – CH).

I documenti "Distribution Code Svizzera" (DC – CH), "Modello di utilizzazione delle reti di distribuzione" (MURD – CH), "Modello di utilizzazione della rete di trasmissione" (MURT – CH), "Transmission Code" (TC – CH), "Balancing Concept" (BC – CH), "Metering Code" (MC – CH) sono documenti chiave fra i documenti del settore.

Sulla base di questi documenti centrali il settore ha elaborato i documenti di attuazione e gli "strumenti" necessari.

Per l'attuazione della tecnica di protezione al punto di allacciamento con la rete di trasmissione con il presente documento viene creato uno strumento che deve essere assunto come raccomandazione del settore in caso di nuove costruzioni o progetti per sostituzioni per i concetti di protezione interessati della Swissgrid e di GRD/GCE/GIE.



## 1. Introduzione

- (1) Per la protezione elettrica di un trasformatore occorre prevedere due sistemi di protezione indipendenti. Ogni sistema può essere basato su uno o più relè. Entrambi i sistemi coprono di regola gli stessi guasti, ma la sensibilità e le funzioni di protezione attive possono essere diverse. Con questi due sistemi di protezione dei trasformatori vengono coperti tutti i cortocircuiti mono- o plurifase nel trasformatore e nelle relative linee di alimentazione. Inoltre occorre prevedere una protezione di riserva per le sbarre collettrici e le linee confinanti.
- (2) Per tutti gli oggetti nella zona di protezione (dal gruppo di misura al gruppo di misura) del punto di allacciamento alla rete il GRD/GCE/GIC è responsabile della protezione principale (sistemi di protezione dei trasformatori 1 e 2).
- (3) La Swissgrid mette a disposizione come protezione di riserva, di regola nella PSC/PMA, una protezione di corrente Massima a tempo. Il GRD/GCE/GIC mette a disposizione dal lato alta tensione una zona di protezione a distanza in direzione della sbarra colletttrice.
- (4) Le funzioni di protezione di eventuali avvolgimenti terziari presenti e del punto neutro (per es. protezione a bobina) non sono descritte nella presente disposizione e devono essere concordate e realizzate in modo individuale. Sistemi di protezione aggiuntivi per un allacciamento in cavo eventualmente presente fra impianto di distribuzione e trasformatore sono da verificare da parte del gestore dell'impianto in cavo e da concordare con il GRD/GCE/GIC o con la Swissgrid.
- (5) Al di fuori del dispositivo di protezione della sbarra colletttrice sul lato Swissgrid, tutti i dispositivi di protezione devono essere montati dal lato GRD/GCE/GIC.

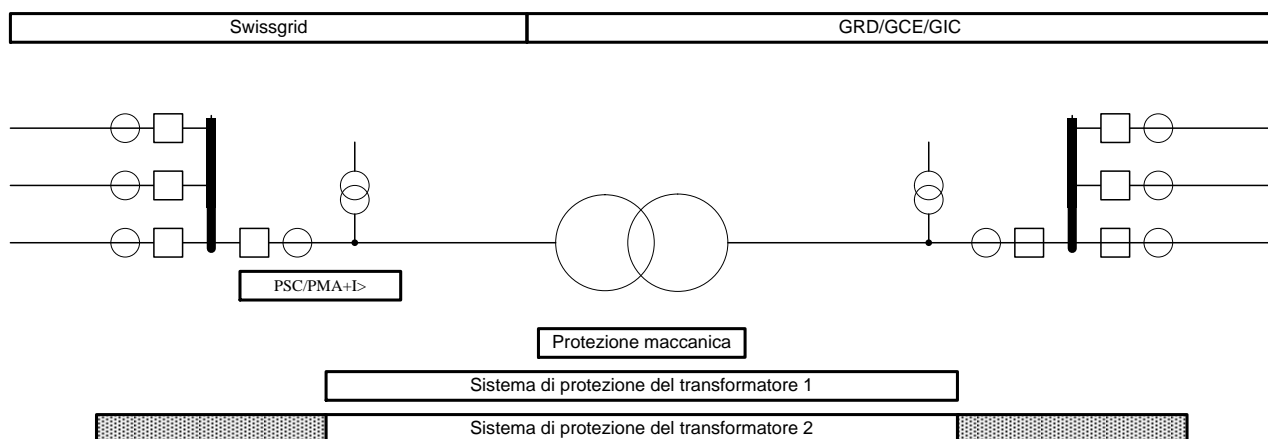


Figura 1: Panoramica delle zone di protezione dei trasformatori





Denominazione	Funzioni di protezione	Luogo montaggio dispositivi
Protezione meccanica	Buchholz ecc.	GRD/GCE/GIC
Sistema di protezione trasformatore 1	Protezione differenziale Protezione di corrente massima a tempo I> Protezione sovraccarico	GRD/GCE/GIC
Sistema di protezione trasformatore 2	Protezione a distanza per lato AT Protezione di corrente massima a tempo I>>, I>	GRD/GCE/GIC
	Protezione a distanza per lato BT Protezione di corrente massima a tempo I>>, I>	
	Protezione differenziale opzionale	
Protezione di riserva in PSC/PMA	Protezione di corrente massima a tempo I>	Swissgrid

## 2. Connessione dei trasformatori di corrente/tensione

### 2.1 In generale

- (1) I gruppi di misura risp. i trasformatori di corrente/tensione dal lato Swissgrid hanno di norma due nuclei risp. avvolgimenti di misura e due di protezione. Per i criteri di realizzazione dei trasformatori sul lato alta tensione è responsabile Swissgrid che li coordina con il GRD/GCE/GIC. Occorre coordinare i punti di messa a terra dei singoli trasformatori.

### 2.2 Trasformatore di corrente

Nucleo	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3
1 (misurazione)	Swissgrid contatore 1		
2 (misurazione)	Swissgrid contatore 2	Swissgrid unità di controllo	GRD/GCE/GIC event. rilevazione PQ GRD/GCE/GIC
3 (protezione)	Swissgrid event. 2. PSC/PMA	GRD/GCE/GIC sistema di protezione tra- sformatore 1 event. registratore di eventi	Swissgrid event. protezione di corrente massima a tempo
4 (protezione)	Swissgrid PSC/PMA con protezione di corrente massima a tempo integrata	GRD/GCE/GIC sistema di protezione tra- sformatore 2 event. registratore di eventi	Swissgrid event. registratore di eventi

Tabella 1: Trasformatori di corrente, suddivisione Swissgrid e GRD/GCE/GIC.



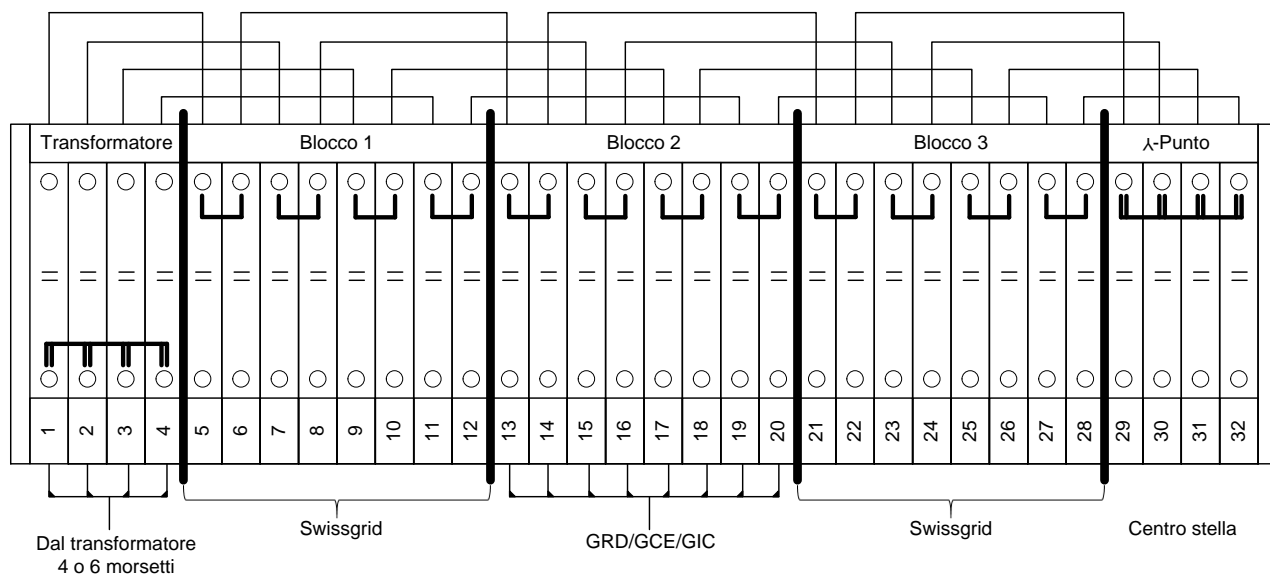


Figura 2: Panoramica dell'interfaccia di trasformatori di corrente

- (1) Le connessioni dei singoli nuclei elettrici con GRD/GCE/GIC devono essere realizzate con opportuni morsetti elettrici, in modo tale che i trasformatori possano essere cortocircuitati o sezionati.

### 2.3 Trasformatore di tensione

Avvolgimento	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3
1 (misurazione)	Swissgrid contatore 1		
2 (misurazione)	Swissgrid contatore 2	Swissgrid unità di controllo	Swissgrid event. registratore di eventi
3 (protezione)	<b>GRD/GCE/GIC</b> sistema di protezione trasformatore 1/2 event. registratore di eventi		
4 (protezione)	Swissgrid event. registratore di eventi	GRD/GCE/GIC event. rilevazione PQ GRD/GCE/GIC	

Tabella 2: Trasformatore di tensione, suddivisione Swissgrid e GRD/GCE/GIC.



- (1) Per GRD/GCE/GIC è previsto un avvolgimento esclusivo.

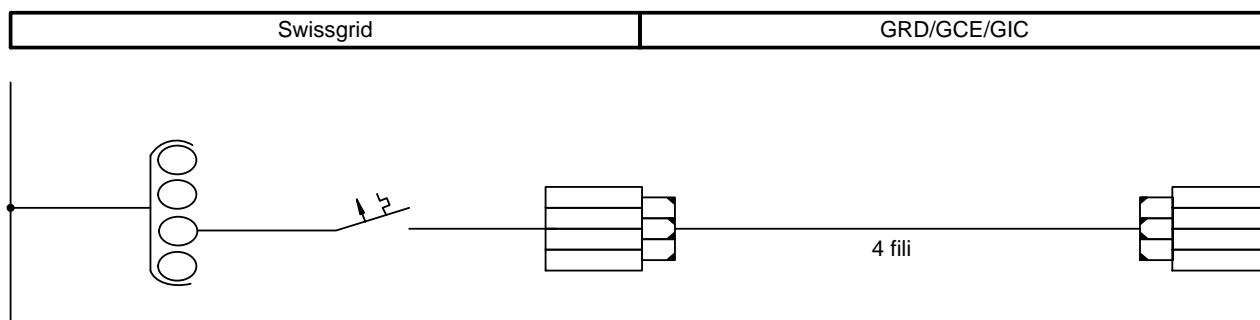


Figura 3: Esempio per avvolgimento 3, circuito di trasformazione tensione

- (2) Swissgrid è responsabile per dimensionamento e criteri di realizzazione del dispositivo di protezione del trasformatore di tensione. Il disgiuntore sul circuito della tensione GRD/GCE/GIC deve essere realizzato in modo tale che l'interruttore di protezione del trasformatore di tensione per es. SIRIUS 3RV1 protegga il circuito secondario da sovraccarichi e cortocircuiti.
- (3) Per impedire uno scatto erroneo della protezione a impedenza occorrono particolari contatti ausiliari che dispongono di una determinata sequenza rispetto ai contatti principali dell'interruttore di protezione. Con tali contatti ausiliari viene bloccata la funzione di protezione a distanza.

### 3. Connessione del comando di scatto della protezione con azionamento PMA

#### 3.1 Comando di scatto diretto con connessioni in cavo di rame

##### 3.1.1 In generale

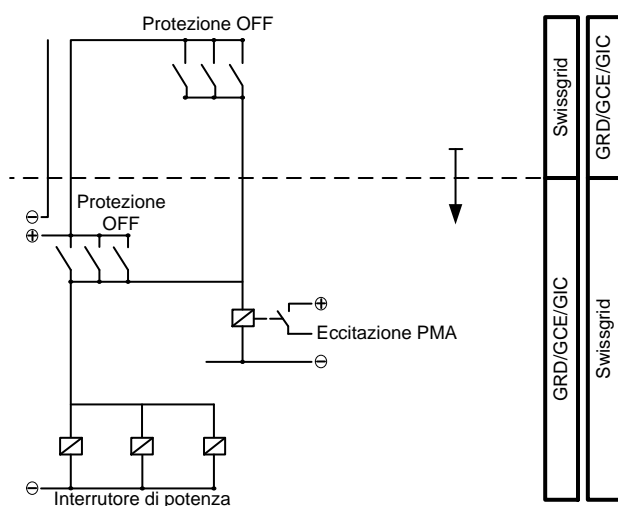
- (1) I circuiti di scatto delle protezioni vengono realizzati nello stesso modo indipendentemente dal lato di apertura. I due circuiti di apertura 1 e 2 vengono se possibile alimentati da due sistemi DC indipendenti. Nel caso in cui non siano disponibili sistemi DC indipendenti il circuito di apertura 1 e il 2 devono essere protetti in modo separato.
- (2) Comando di scatto della protezione da Swissgrid a GRD/GCE/GIC
- protezione delle sbarre collettrici / protezione contro la mancata apertura interruttore
  - protezione di corrente massima a tempo di riserva



### (3) Comando di scatto della protezione da GRD/GCE/GIC a Swissgrid

- sistema di protezione trasformatore 1
- sistema di protezione trasformatore 2
- protezione meccanica trasformatore
- protezione delle sbarre collettrici / protezione contro la mancata apertura interruttore
- altre ulteriori aperture di protezione

#### 3.1.2 Comando di scatto della protezione diretto sull'interruttore di potenza



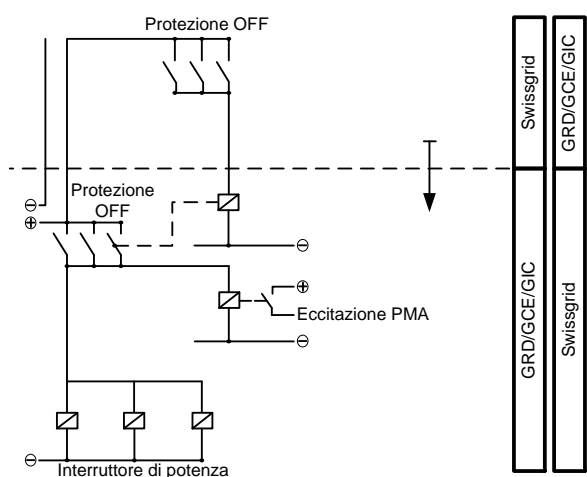
Circuito di apertura per OFF 1 e OFF 2

I comandi OFF di sistemi di protezione elettrici e meccanici vengono impartiti nel modo il più possibile diretto sulle due bobine di apertura dell'interruttore di potenza.

L'azionamento PMA avviene tramite relè intermedi.

A scopi di misura e di verifica occorre mettere a disposizione il relativo polo negativo al punto di allacciamento.

#### 3.1.3 Comando di scatto della protezione tramite relè di apertura (lunghe linee di alimentazione)



Circuito di apertura per OFF 1 e OFF 2

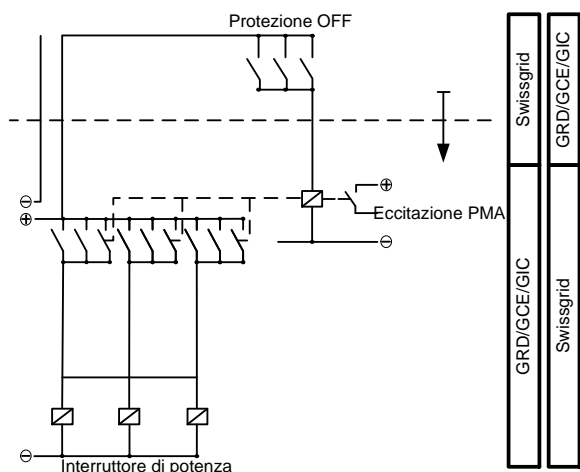
I comandi OFF di sistemi di protezione elettrici e meccanici vengono impartiti nel modo il più possibile diretto tramite opportuni relè di apertura rapida (tempo di risposta  $\leq 10$  msec.).

L'azionamento PMA avviene tramite relè intermedi.

A scopi di misura e di verifica occorre mettere a disposizione il relativo polo negativo al punto di allacciamento.



### 3.1.4 Comando di scatto della protezione tramite relè di apertura (sorveglianza circuito di apertura)



Circuito di apertura per OFF 1 e OFF 2

I comandi OFF di sistemi di protezione elettrici e meccanici vengono impartiti nel modo il più possibile diretto tramite opportuni relè di apertura rapida (tempo di risposta  $\leq 10$  msec.). Con questi relè di apertura si assicura il disaccoppiamento per la sorveglianza dei circuiti di apertura.

L'azionamento PMA avviene tramite relè intermedi.

A scopi di misura e di verifica occorre mettere a disposizione il relativo polo negativo al punto di allacciamento.

## 3.2 Comando di scatto della protezione tramite connessioni FO

### 3.2.1 Introduzione

- (1) A seconda della situazione il GRD/GCE/GIC deve montare le sue unità di protezione, di comando, di sincronizzazione nella sottostazione di Swissgrid. Per questi quadri distaccati dovrebbe se possibile essere a disposizione uno spazio ristretto con un proprio accesso. Per questi quadri distaccati la Swissgrid mette a disposizione tutte le tensioni AC/DC necessarie.



### 3.2.2 Comando di scatto della protezione tramite unità di protezione distaccate

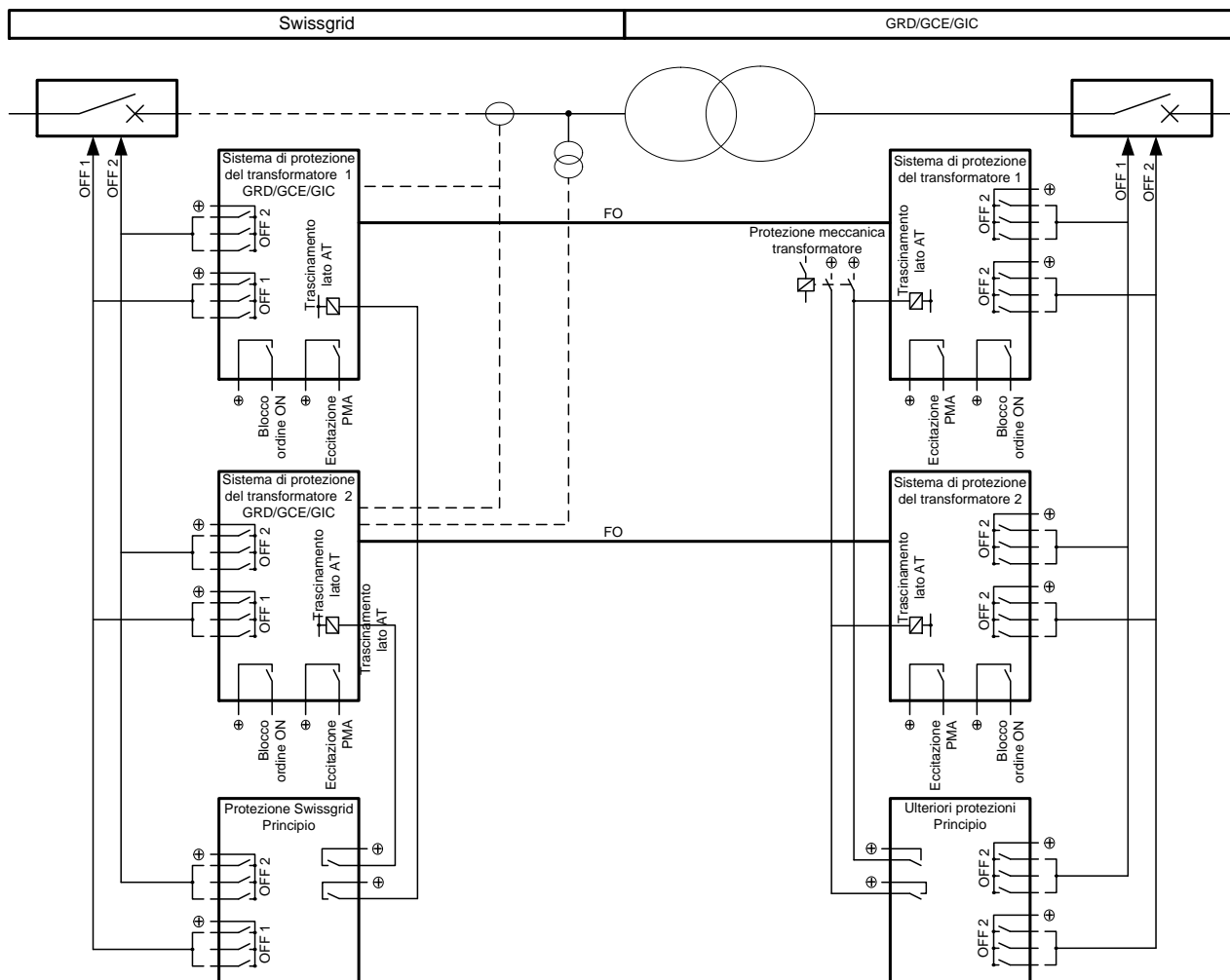


Figura 4: Panoramica disposizione dei dispositivi di protezione

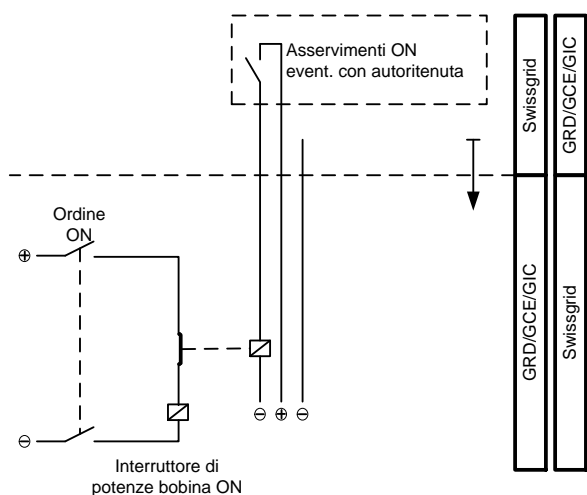
- (1) I sistemi di protezione del trasformatore 1 e 2 vengono montati in modo decentrale in parti dell'impianto della Swissgrid e presso i GRD/GCE/GIC e sono collegati tramite FO. I comandi di scatto esterne ambo i lati, come la protezione meccanica del trasformatore, vengono lette in entrambi i sistemi di protezione del trasformatore e trasmesse alla contro stazione in modo indipendente. I due sistemi di protezione 1 e 2 vengono se possibile alimentati da due sistemi DC indipendenti. In caso di impianti con un solo sistema DC vale il requisito minimo che entrambi i sistemi di protezione 1 e 2 devono essere protetti in modo separato.



(2) I due sistemi di protezione del trasformatore hanno ognuno almeno ingressi e uscite seguenti:

- 1 risp. 3 contatti per l'interruttore di potenza del circuito OFF 1
- 1 risp. 3 contatti per l'interruttore di potenza del circuito OFF 2
- 1 contatto per il blocco del comando ON
- 1 contatto per l'azionamento PMA
- 1 ingresso binario per l'apertura dell'interruttore di potenza sulla controstrazione.

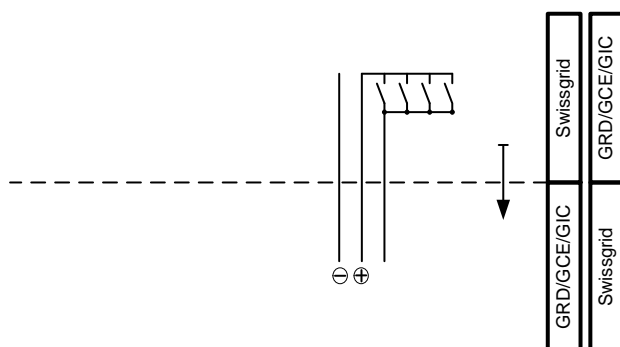
#### 4. Connessione blocco comando ON dell'interruttore di potenza



Il chiavistellamento ON, se necessario, blocca il comando ON dell'interruttore di potenza. Un qualsiasi mantenimento è a discrezione di Swissgrid o del GRD/GCE/GIC e deve essere concordata da parte di entrambi i partner. La realizzazione deve avvenire preferibilmente con un relè intermedio. L'alimentazione del blocco del comando ON avviene dal lato dove è montato l'interruttore di potenza.

A scopi di misura e di verifica occorre mettere a disposizione il relativo polo al punto di allacciamento.

#### 5. Connessione delle retrosegnalazioni per protezione e chiavistelli



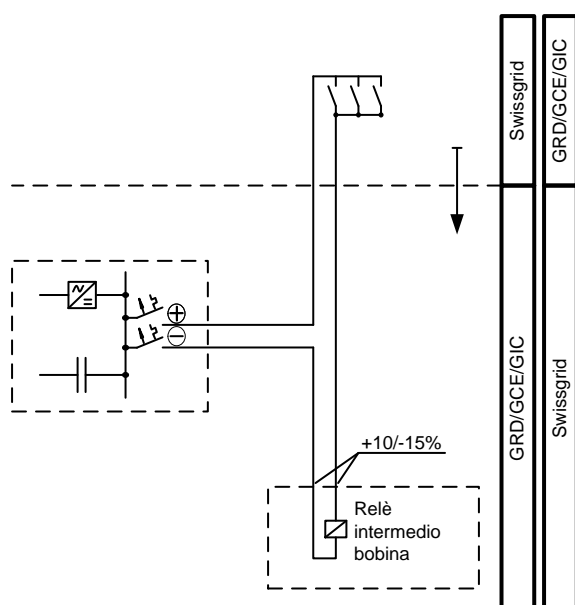
Le retrosegnalazioni per protezione e chiavistelli vengono messe a disposizione reciproca con un contatto a potenziale libero nel modo più diretto possibile. A scopi di misura e di verifica occorre mettere a disposizione il relativo polo negativo al punto di allacciamento.



(1) Esempi di possibili segnalazioni

- Retrosegnalazione del dispositivo di protezione del trasformatore di tensione
- Retrosegnalazione della posizione dell'interruttore di potenza per sistemi di protezione e di registrazione
- Retrosegnalazione specifiche su accordo per un progetto

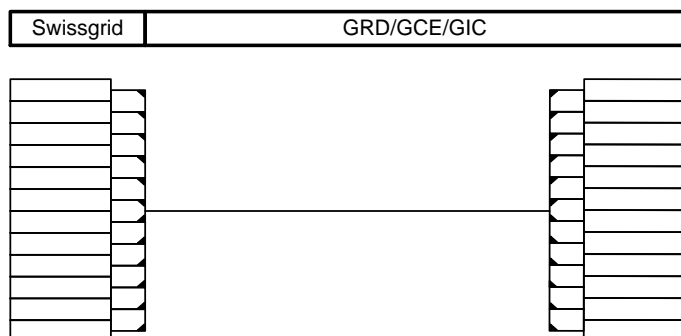
## 6. Controllo caduta di tensione DC



Occorre assicurare che le cadute di tensione nelle linee di alimentazione non siano eccessive in modo tale che i mezzi operativi possano lavorare nell'intervallo di tensioni prescritti di +10% o -15%. Soprattutto in caso di relè di apertura occorre verificare con precisione la caduta di tensione. Nel dimensionamento delle sezioni dei cavi di comando occorre controllare le selettività o il comportamento di apertura degli interruttori automatici ai sensi di OIBT/NIBT.

In caso di guasto di alimentazione con raddrizzatori la tensione DC diminuisce in modo continuo. Occorre determinare con quale tensione DC minima l'impianto può ancora funzionare. La responsabilità è del relativo gestore dell'impianto (Swissgrid o GRD/GCE/GIC).

## 7. Cablaggio d'interfacciamento



Tutti i conduttori dei cavi secondari devono essere collegati completamente su entrambi i lati su morsetti sezionatori. Il relativo gestore dell'impianto stabilisce il tipo di morsetto. Il tipo di cavo impiegato deve presentare una numerazione dei conduttori.

Tipo di cavo, classi d'infiammabilità, sezione dei conduttori, messa a terra della terra del mantello del cavo devono essere coordinati.





## 7.1 Differenti potenziali di terra degli impianti

- (1) Se le terre degli impianti di Swissgrid e di GRD/GCE/GIC sono diverse occorre adottare differenti misure perché in caso di guasto gli apparecchi possano funzionare in modo corretto e non vengano perturbati.
- (2) I cavi di retrosegnalazione dovrebbero in generale essere dotati di una schermatura con uno schermo pieno e i fili dovrebbero essere intrecciati. Sono preferibili schermi a doppio strato. Gli schermi devono essere messi a terra di norma dalle due estremità, poiché altrimenti sui fili di retrosegnalazione possono generarsi alte tensioni indotte dalla lunghezza del cavo. In caso d'ingresso di cavi di retrosegnalazione in scatole di apparecchi e armadi elettrici occorre utilizzare passaggi con premistoppa o spinotti passanti.
- (3) La messa a terra alle due estremità degli schermi dei cavi di retrosegnalazione richiede che tutti i cavi di retrosegnalazione vengano accompagnati da almeno un conduttore di terra adatto (sezione come gli altri collegamenti di terra). Si consiglia una posa dei cavi di retrosegnalazione in un canale passacavi metallico collegato in modo continuo e messo a terra dalle due estremità (sulle scatole metalliche degli apparecchi terminali).
- (4) L'isolamento dei cavi dovrebbe corrispondere al valore di immunità ai disturbi degli apparecchi di protezione.

Test	Valore di tensione
Impulso 1 MHz	2,5 kVpeak
Transienti rapidi	4 kVpeak

Tabella 3: Valori CEM per gli esami del tipo di dispositivi di protezione ai sensi di IEC 60255-26

## 7.2 Esempio di una ripartizione dei cavi

- 1 cavo correnti per il sistema di protezione del trasformatore 1
- 1 cavo correnti per il sistema di protezione del trasformatore 2
- 1 cavo tensioni per il sistema di protezione del trasformatore 1/2
- 1 cavo comando/retrosegnalazioni, con alimentazione di Swissgrid, DC 1
- 1 cavo comando/retrosegnalazioni, con alimentazione di Swissgrid, DC 2
- 1 cavo comando/retrosegnalazioni, con alimentazione di GRD/GCE/GIC, cavo 1
- 1 cavo comando/retrosegnalazioni, con alimentazione di GRD/GCE/GIC, cavo 2

- (1) Altri tipi di cavo come FO o tipi di cavi speciali per comunicazioni devono essere definiti in modo specifico per il progetto.

