

NORMA CEI 0-16

LA CONNESSIONE DI UTENTI ATTIVI E PASSIVI ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE PUBBLICA: CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE

*ing. Massimo Ambroggi
Responsabile Service Tecnico
THYTRONIC S.p.A. (MI)*

Introduzione

Scopo di questa presentazione è di illustrare le caratteristiche del sistema di protezione che la norma CEI 0-16 (II edizione 07-2008, in vigore dal 1 settembre 2008) prescrive per la connessione di utenti attivi e passivi alla rete di distribuzione pubblica MT e AT (tensione nominale > 1 kV fino a 150 kV).

Parallelamente sono presentate le caratteristiche dei relè di protezione di cui THYTRONIC prevede di ottenere la conformità alla norma stessa entro il 1 aprile 2009, data dopo cui decadrà il periodo di proroga per le protezioni generale e di interfaccia fissato dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas con delibera ARG/elt 119/08.

AMBITO DI APPLICAZIONE DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CEI 0-16

Il sistema di protezione integralmente conforme alla CEI 0-16 (SPG Sistema di Protezione Generale, SPI Sistema di Protezione di Interfaccia) si applica:

➤ ai nuovi utenti:

- utenti richiedenti una nuova connessione dopo il 1 settembre 2008
- utenti richiedenti uno spostamento fisico del punto di consegna dopo il 1 settembre 2008

➤ agli utenti esistenti specificati all'allegato B della delibera ARG/elt 33/08

I nuovi requisiti dei relè di protezione generale e di interfaccia sono prorogati al 1 aprile 2009, mantenendo nel frattempo valide le disposizioni autonomamente adottate dai singoli Distributori.

Per tutti i restanti utenti esistenti (esclusi quelli connessi dopo il 16 novembre 2006 e gli utenti con i requisiti semplificati), è sufficiente un **SPG con requisiti minimi** specificati all'Allegato B della CEI 0-16.

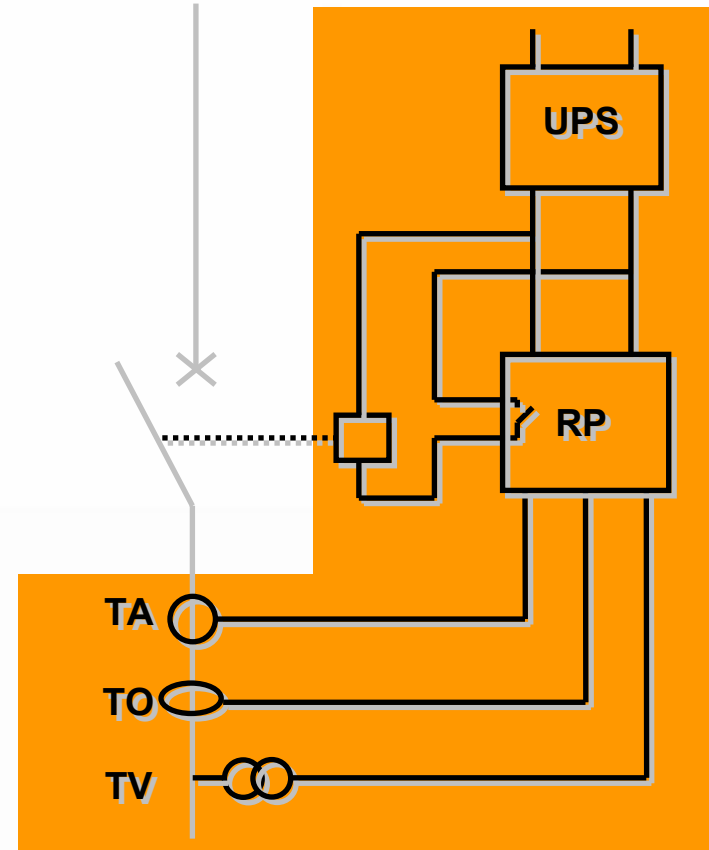
DEFINIZIONE DI SISTEMA DI PROTEZIONE

La norma CEI 0-16 definisce il Sistema di Protezione l'insieme comprendente:

- trasduttori di misura (TA, TO, TV) e relative connessioni al relè di protezione
- relè di protezione (RP) con relativa alimentazione
- circuiti di apertura dell'interruttore

Il sistema di protezione non comprende l'interruttore.

La norma considera inoltre il Sistema di Protezione Integrato un unico dispositivo che svolge più funzioni tra quelle sopra indicate.



SISTEMA DI PROTEZIONE PER UTENTI MT

La tipologia del sistema di protezione per gli utenti connessi alla rete di distribuzione MT dipende dalla natura attiva o passiva dell'impianto dell'utente.

➤ Utenti attivi e passivi

Sistema di Protezione Generale (SPG) conforme all'Allegato D della CEI 0-16

➤ Utenti attivi

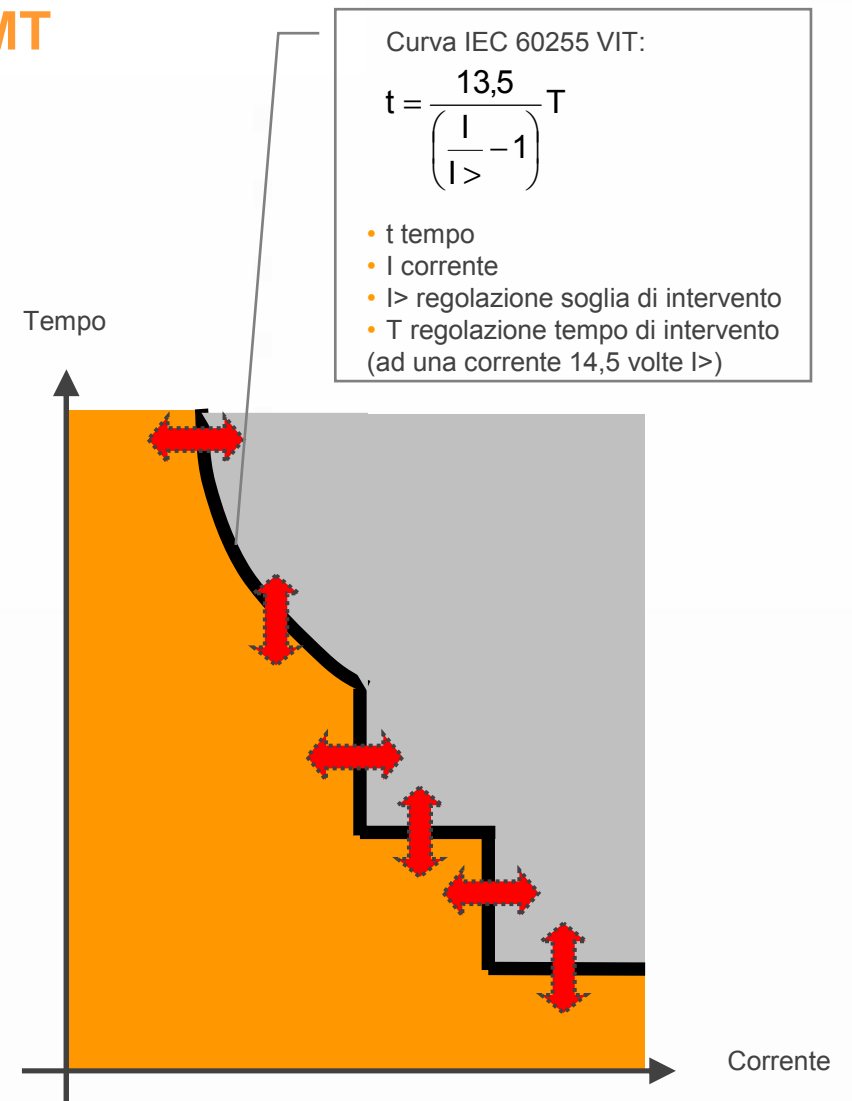
Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) conforme all'Allegato E della CEI 0-16

SPG PER UTENTI MT

Funzioni protettive

➤ Protezione di massima corrente, almeno bipolare, a tre soglie di intervento

- Prima soglia $I >$ a tempo molto inverso IEC 60255 VIT Very Inverse Time (51). Distacca gli utenti che superano i limiti contrattuali di fornitura, evitando lo scatto della protezione di sovraccarico della linea del Distributore*.
- Seconda soglia $I >>$ a tempo indipendente contro cortocircuiti polifase non franchi in MT o lato BT (51).
- Terza soglia $I >>>$ a tempo indipendente contro cortocircuiti polifase in MT (50).

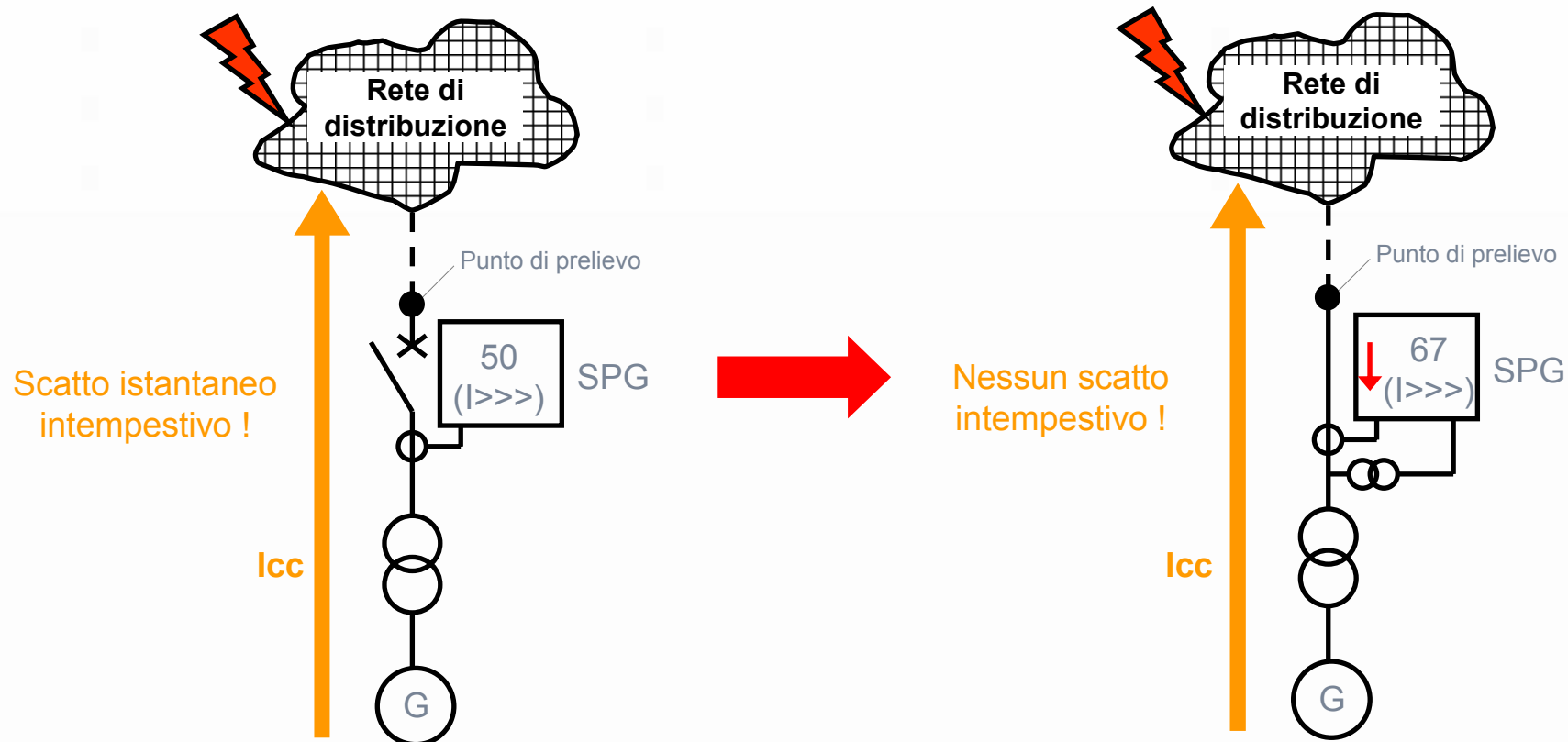


Nota * Il relè deve sempre essere equipaggiato di tale soglia, ma la relativa attivazione e regolazione sono a discrezione del Distributore

SPG PER UTENTI MT

➤ Protezione direzionale di massima corrente (67)

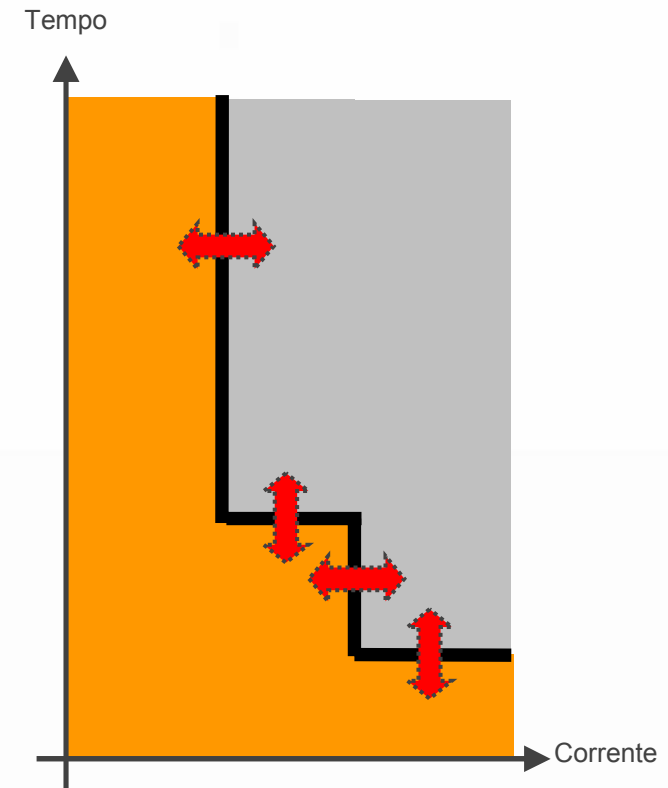
- Per utenti attivi di potenza installata > 3 MVA, per evitare scatti intempestivi del SPG su corto circuiti esterni alla rete dell'Utente, è prevista la possibilità di attivare un consenso direzionale per la terza soglia $I_{>>>}$ della protezione di massima corrente (67).



SPG PER UTENTI MT

➤ Protezione di massima corrente omopolare a due soglie di intervento

- Prima soglia $I_{0>}$ a tempo indipendente contro il guasto monofase a terra (51N). Utilizzata solo se il contributo capacitivo dell'utente ad un guasto monofase a terra è \leq all'80% della regolazione richiesta per la soglia $I_{0>}$.
- Seconda soglia $I_{0>>}$ a tempo indipendente contro il guasto doppio monofase a terra o il guasto franco monofase a terra a neutro isolato con rete normalmente esercita a neutro compensato (50N). Sempre utilizzata.

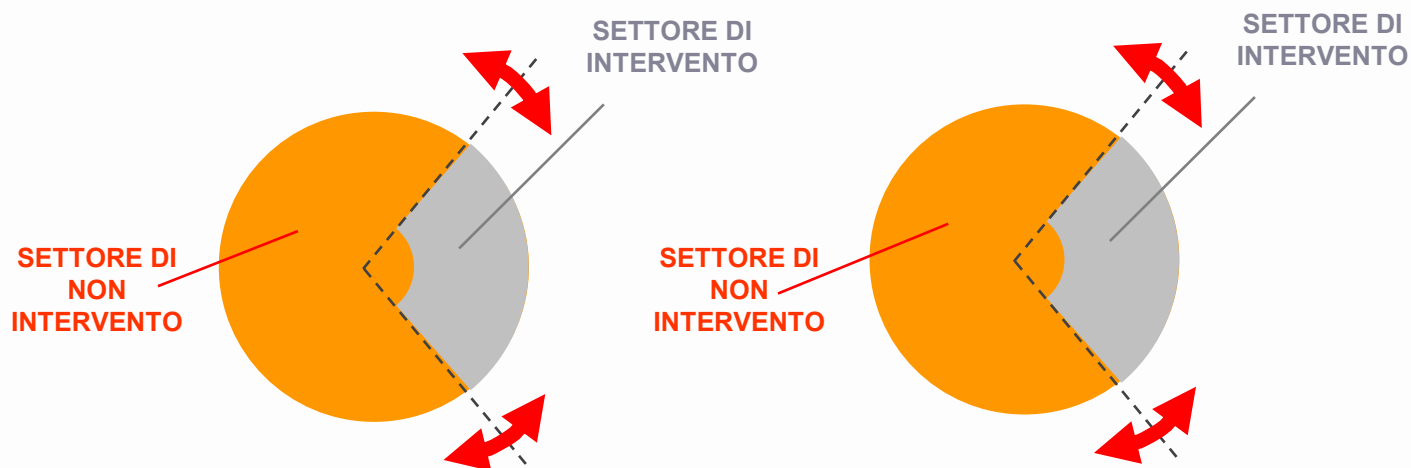
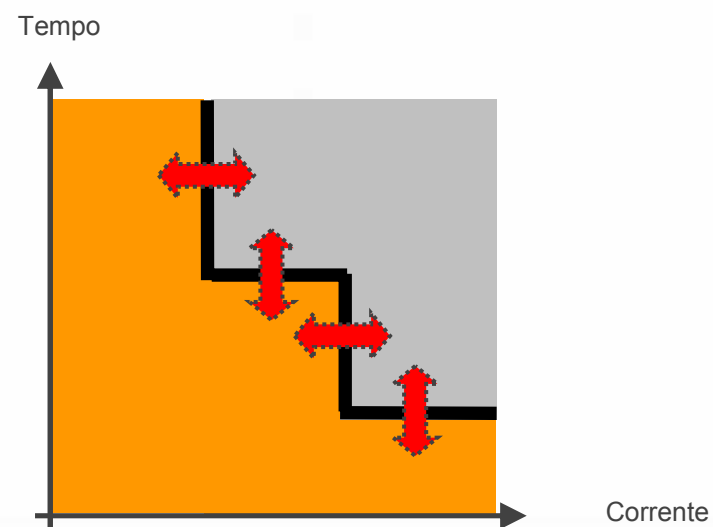


SPG PER UTENTI MT

➤ Protezione direzionale di terra a due soglie di intervento

- Prima soglia a tempo indipendente contro il guasto monofase a terra a neutro isolato (67N).
- Seconda soglia a tempo indipendente contro il guasto monofase a terra a neutro compensato (67N).

Entrambe utilizzate solo se il contributo capacitivo dell'utente ad un guasto monofase a terra supera l'80% della regolazione richiesta dal Distributore per la soglia I0>.



SPG PER UTENTI MT

➤ Fusibili e protezione di massima corrente omopolare azionante nuovo IMS (soluzione allo studio)

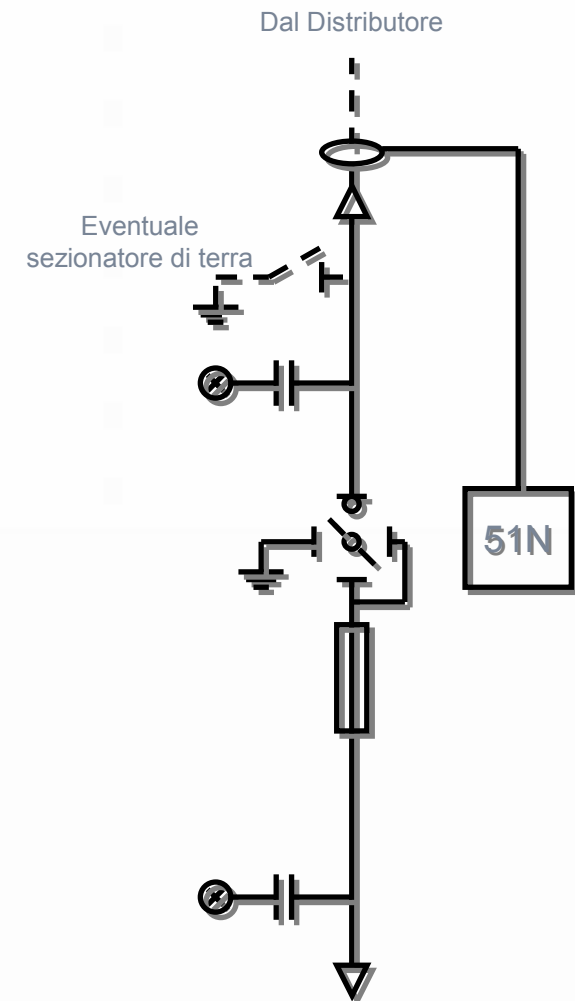
E' applicabile se sono rispettate le seguenti condizioni:

- unico quadro MT (escluse esecuzioni a giorno)
- nessuna ulteriore apparecchiatura sulle sbarre MT
- rete di distribuzione MT con corrente di guasto monofase a terra ≤ 50 A
- unico trasformatore MT/BT di taglia ≤ 400 kVA
- cavo tra IMS e trasformatore ≤ 20 m
- trasformatore protetto dal sovraccarico sul lato BT

Guasto monofase a terra a neutro compensato (corrente ~ 50 A): interviene 51N aprendo IMS ➤ **il nuovo IMS deve avere adeguato potere di interruzione.**

Guasto monofase a terra a neutro isolato (corrente di centinaia di A): intervengono i fusibili (oltre 80 A la 51N è inibita).

Cortocircuito polifase: intervengono i fusibili.



SPG PER UTENTI MT

Trasformatori di misura

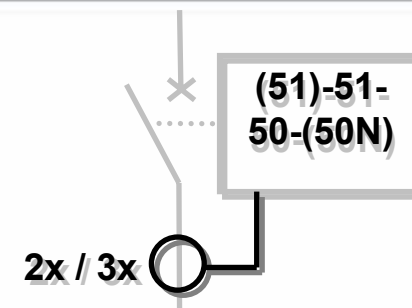
➤ Trasformatori amperometrici di fase (TA)

Sono ammessi:

- **TA lineari:** non saturano fino a 9 kA simmetrici e transitoriamente per tempi fino a 10 ms. Non sono richieste prove funzionali in associazione alla protezione (solo verifiche del progettista). Sono considerati automaticamente idonei TA 300/5 (300/1)-10 VA (5 VA)-5P30- $R_{TA}=0,4 \Omega$ (5 Ω).
- **TA non lineari:** che saturano per correnti simmetriche inferiori a 9 kA e transitoriamente per tempi inferiori a 10 ms[★]. Occorre superare prove funzionali per accertare l'accoppiamento TA+protezione*.
- **TA non convenzionali.** Occorre superare le prove funzionali prescritte per SPG integrato.

Nota [★] La CEI 0-16 ha preso in considerazione l'attitudine delle moderne protezioni digitali di garantire lo scatto anche in presenza di misure deformate per effetto della saturazione magnetica dei TA, favorendo la riduzione di costi e ingombri.

* Non occorrono prove di iniezione di corrente al primario del TA (9 kA), è sufficiente ottenere la risposta dei TA da un modello matematico ed iniettarla direttamente agli ingressi della protezione.



SPG PER UTENTI MT

➤ Toroide sommatore (TO)

Sono ammessi:

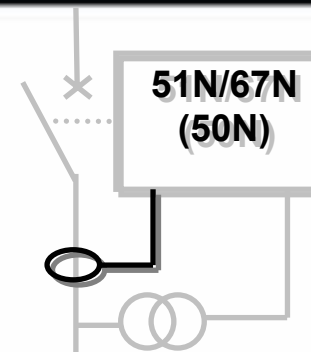
- **TO automaticamente idonei**

100/1 A – 2 VA e precisioni:

precisione per $I < I_{pn}$
(come un TA per misura)

precisione per $I \geq I_{pn}$
(come un TA per protezione)

Corrente [p.u. I_{pn}]	Limite errore di rapporto [%]	Limite errore d'angolo [°]
0,01	5	±2
0,05	1	±2
1	1	±2
20	5	±2



Devono superare una prova funzionale in accoppiamento alla protezione 51N o 67N.

- **TO non automaticamente idonei**

Devono superare diverse prove funzionali in accoppiamento alla protezione 51N o 67N.

- **TO non convenzionali**

Occorre superare le prove funzionali prescritte per SPG integrato.

SPG PER UTENTI MT

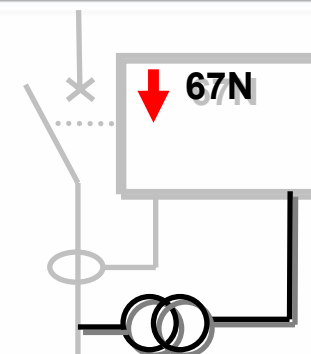
➤ TV per la misura della tensione omopolare

Sono ammessi:

- **TV automaticamente idonei**

Collegamento a triangolo aperto, FdT 1,9 per 30 s, classe di precisione 0,5-3P, 50 VA e potenza termica adeguata per opportuna resistenza antiferrorisonanza, induzione di lavoro $\leq 0,7$ T, tensione nominale secondaria 100/3 V.

Non devono superare alcuna prova funzionale.



- **TV non automaticamente idonei**

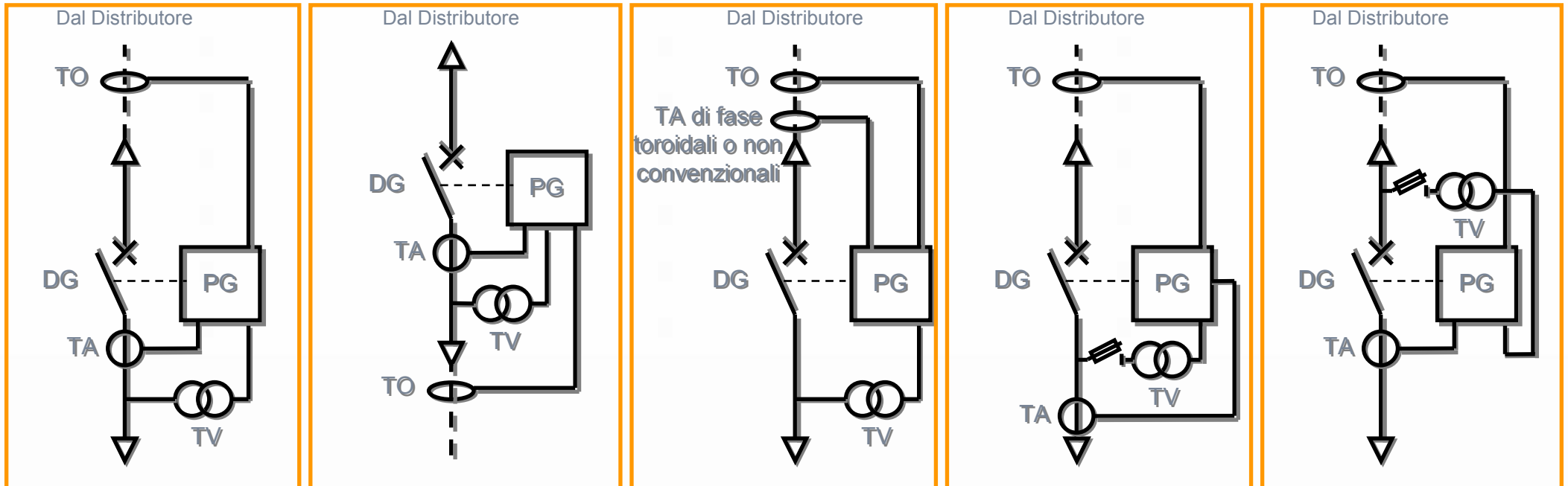
Devono superare diverse prove funzionali in accoppiamento alla protezione 67N.

- **TV non convenzionali**

Occorre superare le prove funzionali prescritte per SPG integrato.

SPG PER UTENTI MT

Posizionamento TA, TO, TV



Posizionamento ottimale
(DG si apre per guasti a terra su TA, TV e terminazioni cavo e per corto circuito sui TV).

Posizionamento accettato
(TO a valle del DG e delle terminazioni cavo)

Posizionamento accettato
(TA toroidali o non convenzionali sul cavo di collegamento dal Distributore).

Posizionamento accettato
(TV a monte dei TA)

Posizionamento accettato
(TV a monte del DG)

In questi casi il lato MT dei TV deve essere protetto con IMS e fusibili ($I_n \leq 6,3$ A). L'intervento di fusibili primari o secondari del TV (o interruttore automatico sul secondario) deve provocare l'apertura del DG oppure **commutare la 67N in 51N** mantenendo le stesse soglie amperometriche.

SPG PER UTENTI MT

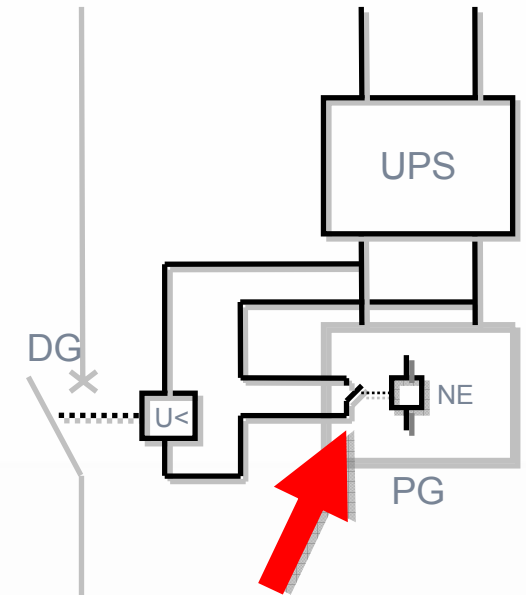
Circuiti di comando

➤ Con bobina di minima tensione del Dispositivo Generale (DG)

Al mancare della tensione ausiliaria oppure per un'interruzione del circuito, il DG si apre evitando che, per guasto interno all'Utente, apra l'interruttore di linea del Distributore creando disservizio a tutti gli utenti connessi alla stessa linea.

Per limitare il rischio di scatti intempestivi è prescritto un UPS o batteria tampone e sono suggeriti i seguenti accorgimenti:

- allarme per segnalazione di mancanza della tensione ausiliaria ordinaria
- autonomia del UPS o batteria maggiore del tempo necessario per ripristinare la tensione ordinaria e per consentire la chiusura del DG
- svolgere manutenzione del sistema di alimentazione ausiliaria



Contatto aperto in assenza di Uaux.
In presenza di Uaux il relativo relè si eccita (NE) ed il contatto si chiude.
Allo scatto della PG il contatto si apre diseccitando la bobina di minima tensione (apertura DG).

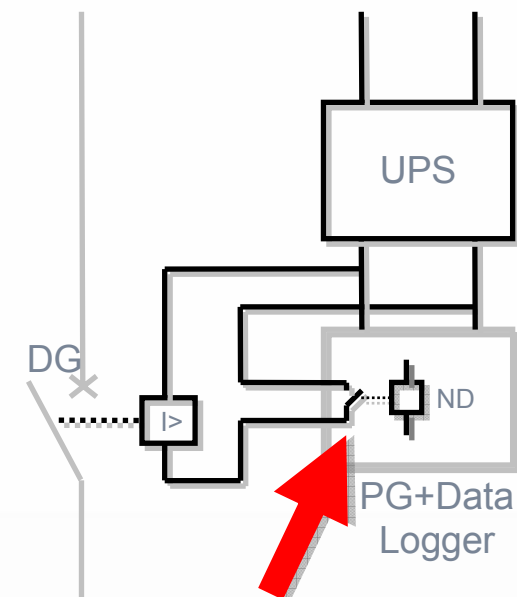
SPG PER UTENTI MT

➤ Con bobina a lancio di corrente del Dispositivo Generale (DG)

Ha il vantaggio di evitare aperture intempestive del DG (il DG non viene aperto al mancare della tensione ausiliaria o per interruzione del circuito di comando)!

Occorre un **Data Logger*** così che l'eventuale perdita di tensione ausiliaria o interruzione del circuito di comando restino registrati e consultabili dal Distributore.

Anche in questo caso sono prescritti un UPS o batteria tampone e sono suggeriti gli accorgimenti precedenti.



Contatto aperto in assenza di U_{aux} .
 In presenza di U_{aux} il relativo relè resta diseccitato (ND) ed il contatto resta aperto.
 Allo scatto della PG il contatto si chiude eccitando la bobina di apertura a lancio di corrente (apertura DG).

Nota * Per le funzionalità richieste, si prevede che il Data Logger non sarà un dispositivo separato dalla PG ma in essa integrato.

SPG PER UTENTI MT

Data Logger

➤ Funzioni

- Controllo di presenza collegamento PG-Logger (solo per Logger non integrato nella PG)
- Controllo di presenza alimentazione Logger (solo per Logger non integrato nella PG)
- Controllo di presenza alimentazione PG
- Controllo di presenza e continuità del circuito di comando
- Registrazione delle regolazioni impostate sulla PG dall'installazione in poi
- Registrazione di almeno 100 eventi di avviamento della PG
- Registrazione di almeno 100 eventi di scatto della PG
- Controllo autodiagnosi della PG
- Controllo di presenza circuiti amperometrici (TA di fase-collegamenti-ingressi PG)
- Controllo di presenza circuiti voltmetrici (TV-collegamenti-ingressi PG)

REQUISITI MINIMI AI FINI DELLA CEI 0-16

REQUISITI (FACOLTATIVI) AI FINI DELLA DELIBERA AEEG 247/04

REQUISITI FACOLTATIVI

Deve superare specificate prove funzionali (Allegato D CEI 0-16)

SPG PER UTENTI MT

Conformità

La PG deve avere specificati requisiti (campi di regolazione, precisioni, ecc.) e deve superare:

- prove funzionali (verifica protezioni a transitori di guasto tra cui archi intermittenti, misura precisioni)
- prove funzionali per accertate l'accoppiamento della PG ad eventuali TA non lineari, a TO o TV non automaticamente idonei
- prove di isolamento, EMC, climatiche, meccaniche

La rispondenza deve essere attestata da Dichiarazione di conformità dal costruttore* nella forma di autocertificazione.

Nota * Andrebbe chiarito chi è il “costruttore”.

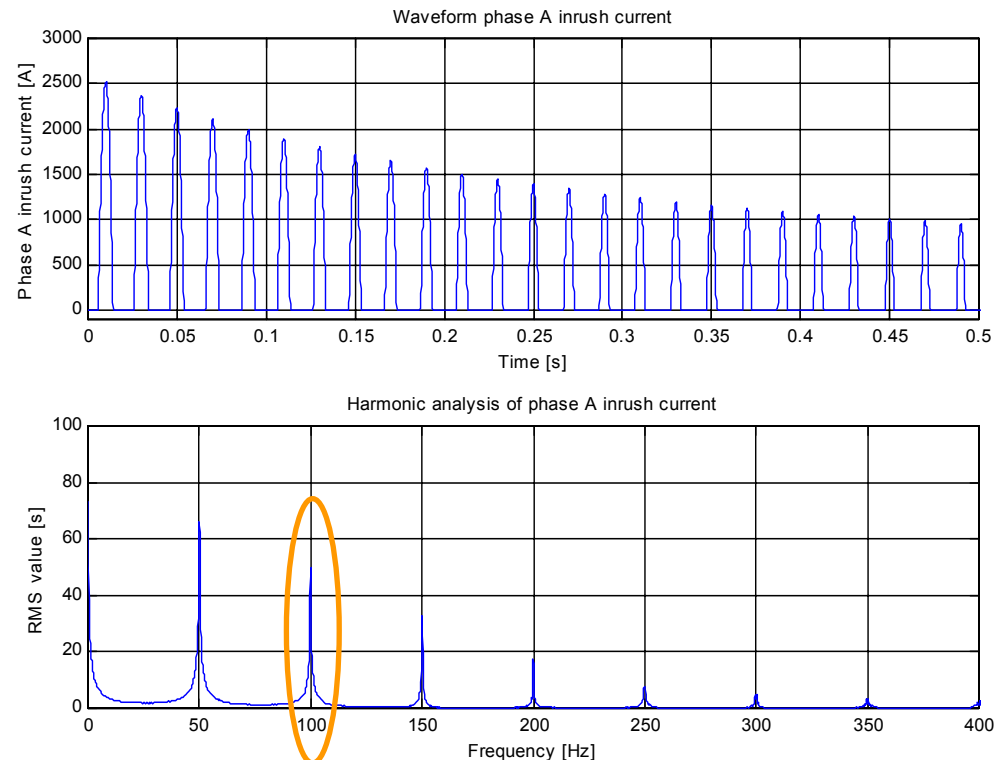
SPG PER UTENTI MT

Limiti sull'energizzazione contemporanea dei trasformatori

Sono ammessi non più di **tre trasformatori 2000 kVA a 20 kV o 1600 kVA a 15 kV**, altrimenti occorre distaccare i trasformatori in eccesso dopo 5 s dalla mancanza di tensione e rienergizzarli sequenzialmente ad intervalli di almeno 1 s al ritorno della tensione.

Se, pur rispettando i limiti di cui sopra, la corrente di inserzione è tale da provocare lo scatto indesiderato della PG 51-50, è ammesso che la PG disponga di ritenuta di seconda armonica.

La ritenuta (blocco della protezione) si attiva al superamento di un livello di seconda armonica nella corrente di inserzione dei trasformatori (armonica prevalente)



SPG PER UTENTI MT

Regolazioni della PG

La CEI 0-16 indica le seguenti regolazioni minime che il Distributore può richiedere (15 kV e 20 kV). L'Utente non può regolare la PG a valori maggiori di quelli richiesti dal Distributore.

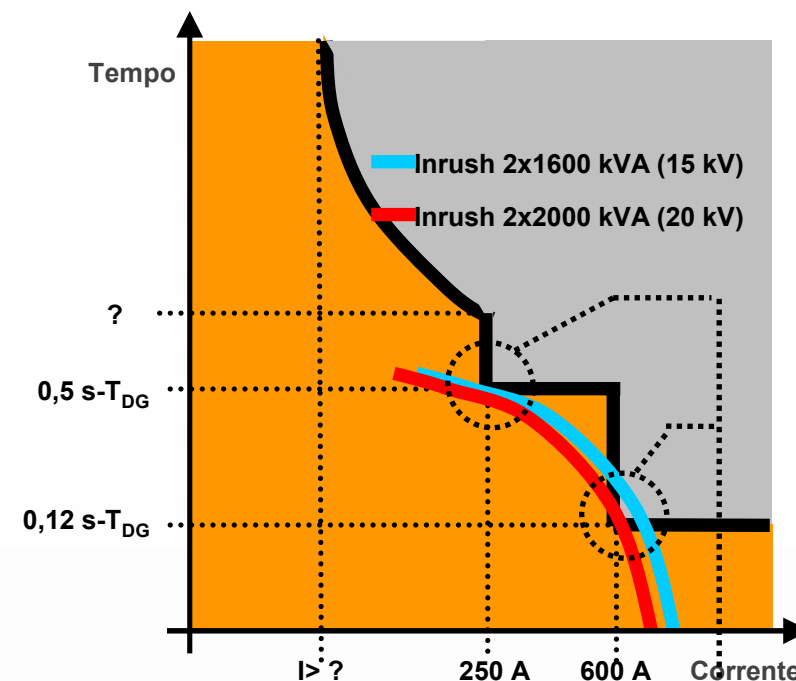
Per Utenti > 3 MW è previsto di concordare regolazioni differenti.

➤ Massima corrente (51-51-50)

- Prima soglia $I >$ (51): attivazione opzionale, da concordare con il Distributore
- Seconda soglia $I >>$ (50): **250 A**, tempo di estinzione* **0,5 s**
- Terza soglia $I >>>$ (50): **600 A**, tempo di estinzione* **0,12 s**✦

Nota * Somma del tempo di intervento della protezione e del tempo di apertura del DG con estinzione dell'arco (T_{DG}).

✦ Ad eccezione degli Utenti dotati di PG in selettività logica.



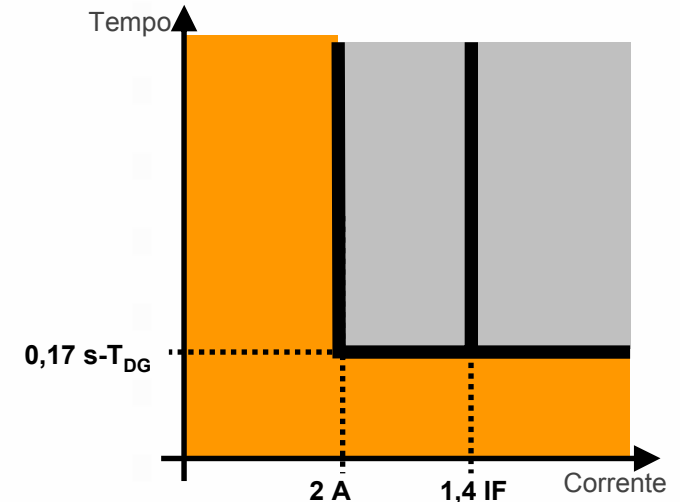
Possibile scatto indesiderato della PG con le regolazioni minime di 50-51 all'inrush contemporaneo di 2 trafo 1600 kVA (15 kV) o 2 trafo da 2000 kVA (20 kV) ➤ Occorre che il Distributore conceda regolazioni maggiori oppure la PG deve avere ritenuta di 2° armonica!

SPG PER UTENTI MT

➤ Massima corrente omopolare (51N-50N)

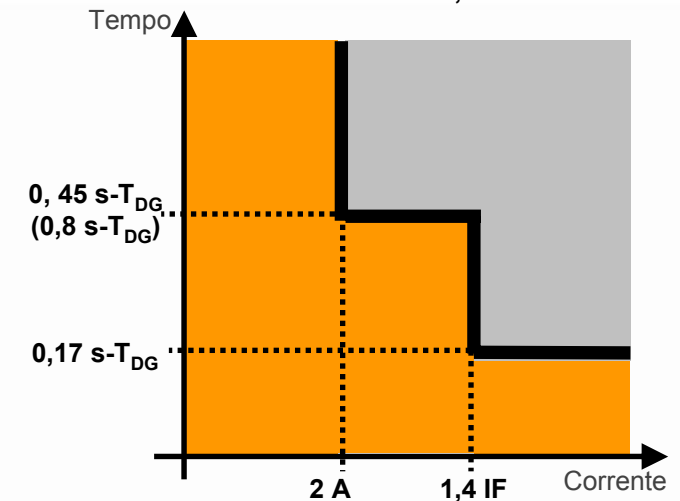
Neutro isolato

- Prima soglia $I_{0>}$ (51N): **2 A**, tempo di estinzione **0,17 s**
- Seconda soglia $I_{0>>}$ (50N): **140% della corrente di guasto monofase a terra comunicata dal Distributore**, tempo di estinzione **0,17 s**



Neutro compensato

- Prima soglia $I_{0>}$ (51N): **2 A**, tempo di estinzione **0,45 s** (0,8 s con nuovo IMS+fusibili+51N)
- Seconda soglia $I_{0>>}$ (50N): **140% della corrente di guasto monofase a terra comunicata dal Distributore**, tempo di estinzione **0,17 s**

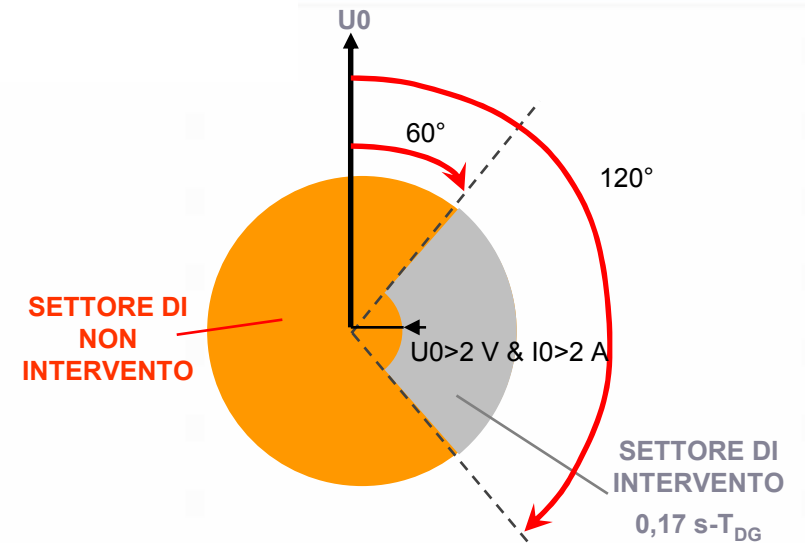


SPG PER UTENTI MT

➤ Direzionale di terra (67N-67N)

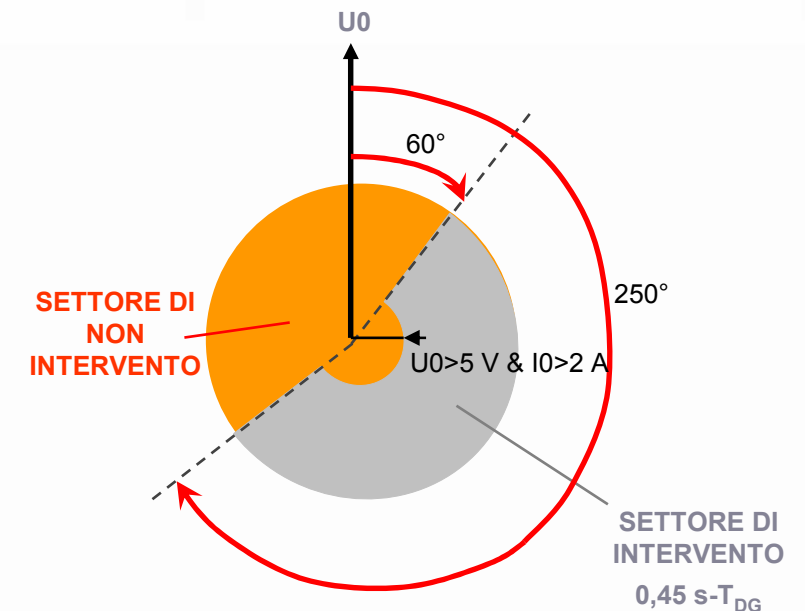
- Prima soglia per neutro isolato 67N:

$I_{0>} = 2 \text{ A}$, $U_{0>} = 2 \text{ V}$, settore $60^\circ \dots 120^\circ$,
tempo di estinzione $0,17 \text{ s}$



- Seconda soglia per neutro compensato 67N:

$I_{0>} = 2 \text{ A}$, $U_{0>} = 5 \text{ V}$, settore $60^\circ \dots 250^\circ$,
tempo di estinzione $0,45 \text{ s}$



SPG PER UTENTI MT

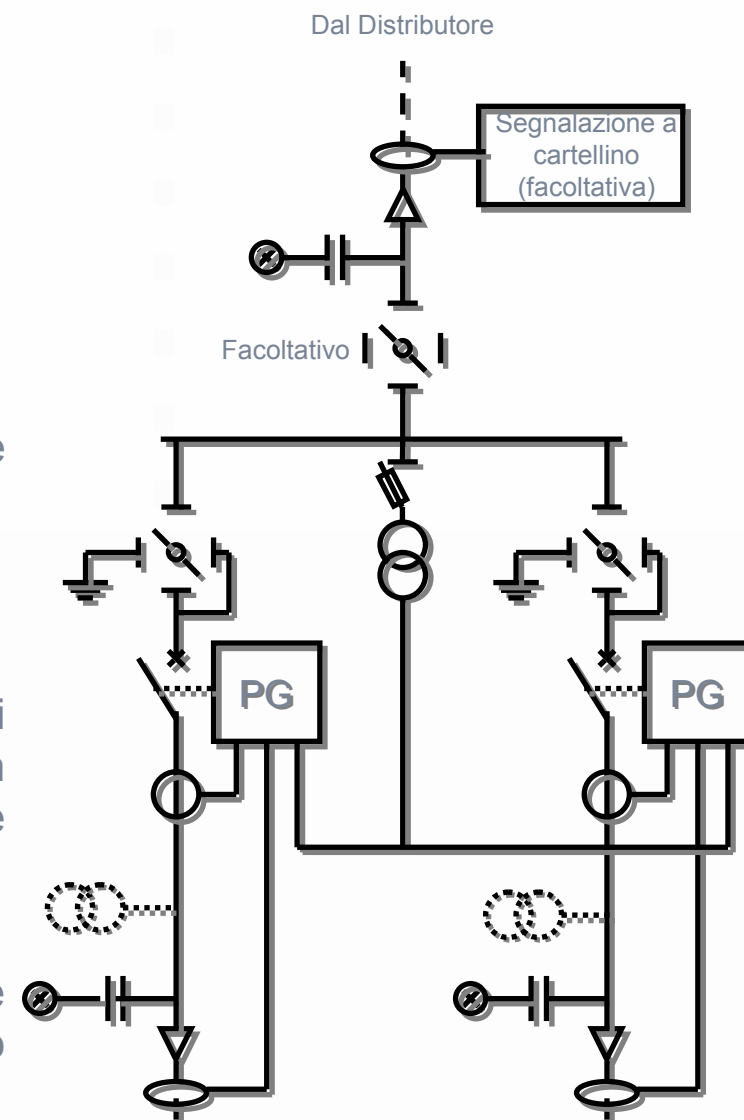
Schema con doppio montante MT

E' ammesso alle condizioni:

- unico quadro MT (escluse esecuzioni a giorno)
- nessuna ulteriore apparecchiatura sulle sbarre MT
- La somma delle soglie di sovraccarico $I >$ (se richiesta) e $I >>$ delle due PG deve rispettare la regolazione richiesta dal Distributore.

ATTENZIONE A QUESTO SCHEMA:

- Se le due partenze alimentano un anello chiuso, le correnti omopolari misurate dalle due PG possono non essere nulle in assenza di guasto a terra (es. dissimmetria di impedenza sulle tre fasi) e possono causare scatti intempestivi !!!.
- $I >>$ di ciascuna PG è minore di quella richiesta dal Distributore ► diminuisce numero e taglia dei trasformatori energizzabili per evitare scatti indesiderati (a meno di ottenere regolazioni maggiori o impiegare PG con ritenuta di seconda armonica).

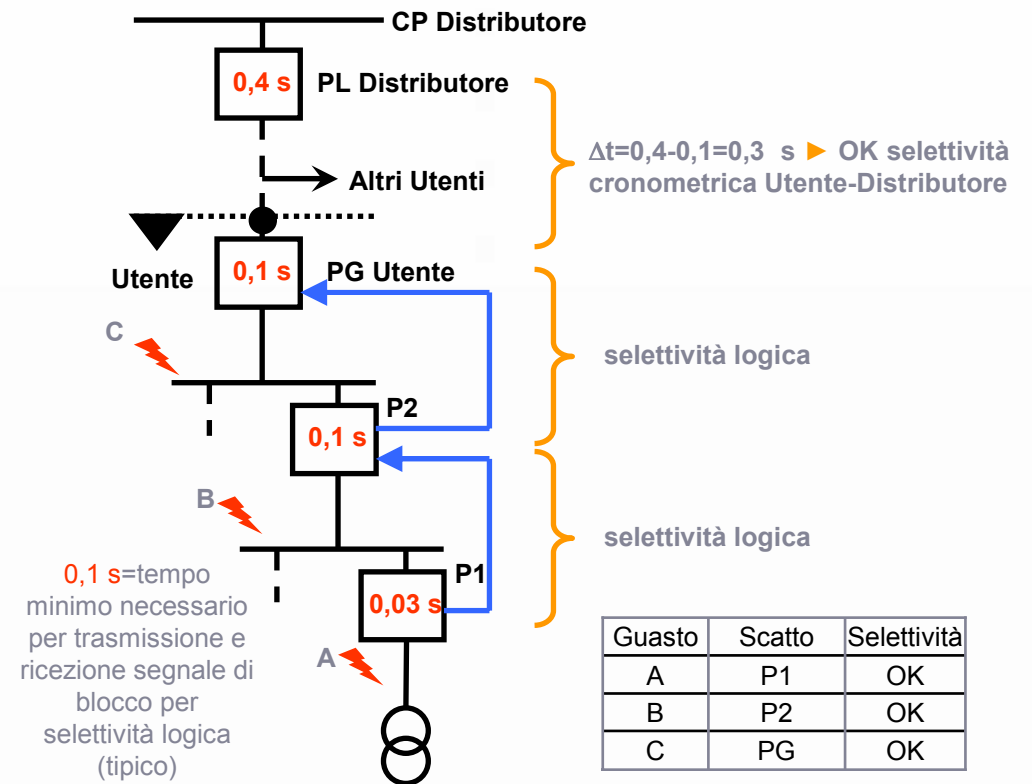
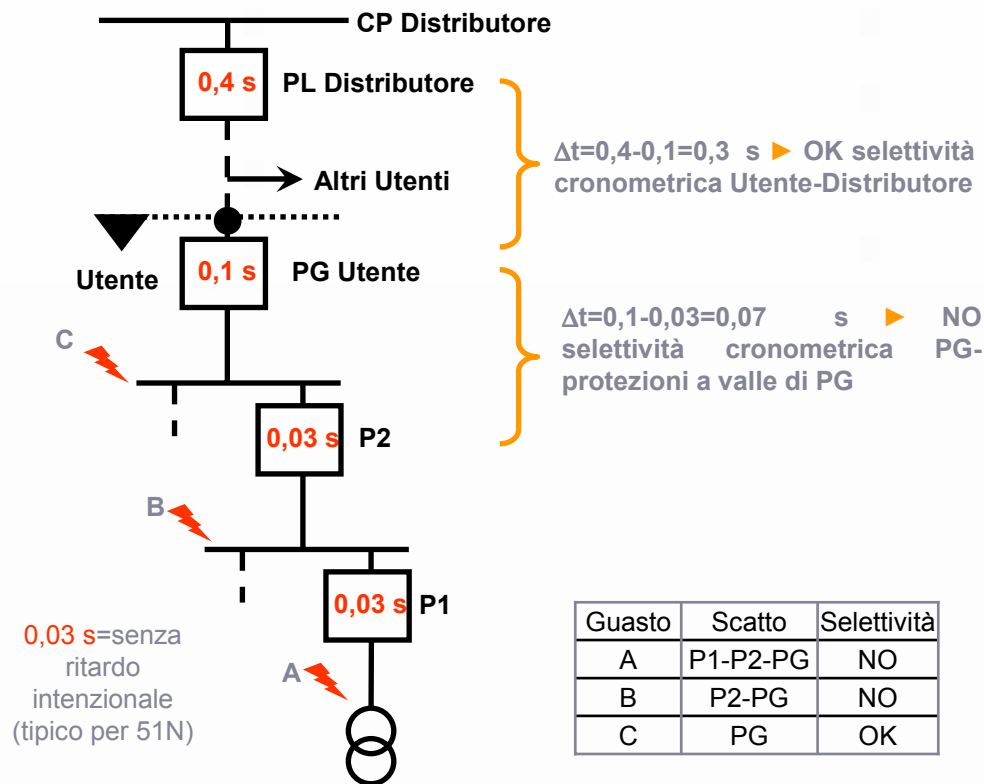


SPG PER UTENTI MT

Selettività

➤ Guasto monofase a terra in MT a neutro isolato

- Prima soglia PG 51N oppure 67N: tempo di estinzione **0,17 s** $T_{DG} \sim 0,07 \text{ s}$ ▶ regolazione PG $\sim 0,1 \text{ s}$



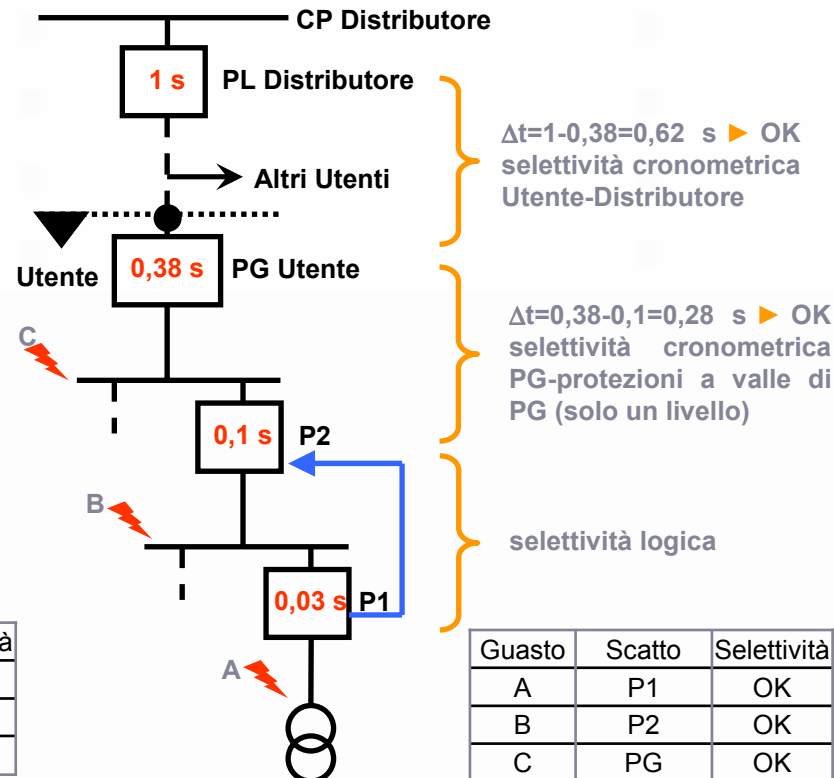
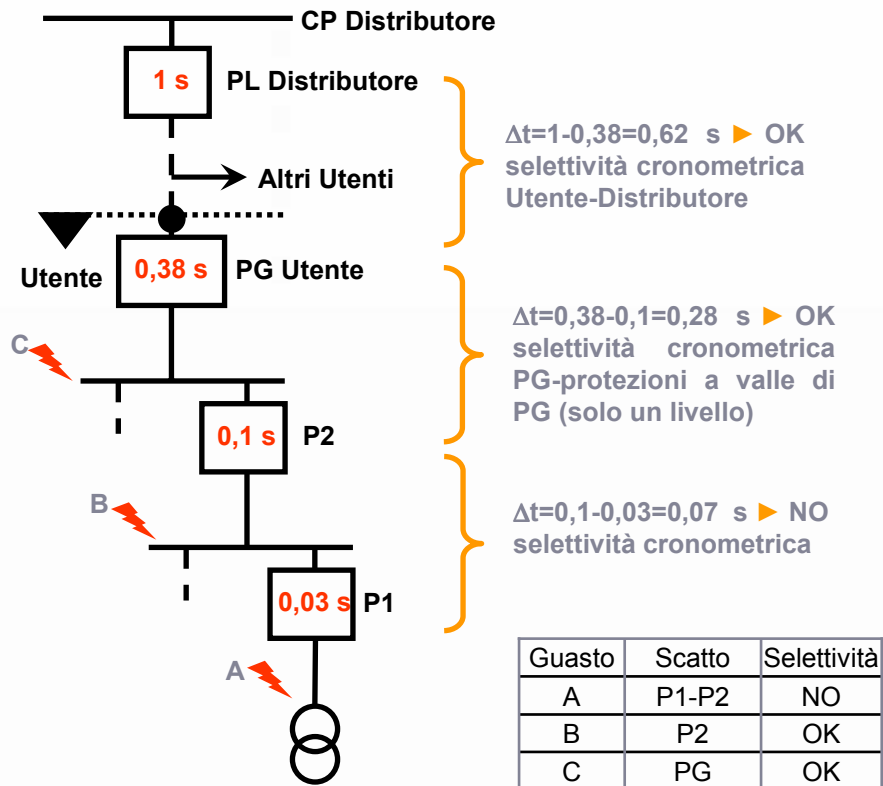
Solo con la **selettività logica** (PG compresa) l'Utente può ottenere la selettività nella propria rete (e senza subire interruzioni dal Distributore)!

SPG PER UTENTI MT

➤ Guasto monofase a terra in MT a neutro compensato

- Prima soglia PG 51N o seconda soglia 67N: tempo di estinzione **0,45 s**

$T_{DG} \sim 0,07 \text{ s}$ ➤ regolazione PG $\sim 0,38 \text{ s}$



NOTA BENE: anche le protezioni di terra a valle della PG devono funzionare correttamente a neutro compensato o isolato (TO adeguato, 67N con doppia soglia come PG, 51N) ➤ Non limitarsi ad impiegare SPG CEI 0-16 solo sul DG ➤ **suggeriamo anche a valle del DG!**

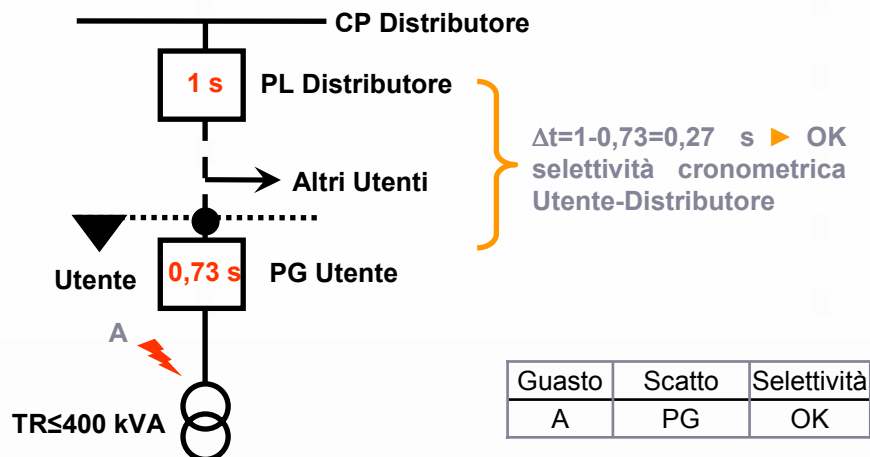
Selettività cronometrica nella rete Utente solo su un livello. Se si desidera selettività su più livelli occorre la **selettività logica** (e senza subire interruzioni dal Distributore)!

SPG PER UTENTI MT

➤ Guasto monofase a terra in MT a neutro compensato

- Prima soglia 51N per utenti con nuovo IMS-fusibili-51N 0,8 s

$T_{DG} \sim 0,07 \text{ s}$ ▶ regolazione PG $\sim 0,73 \text{ s}$

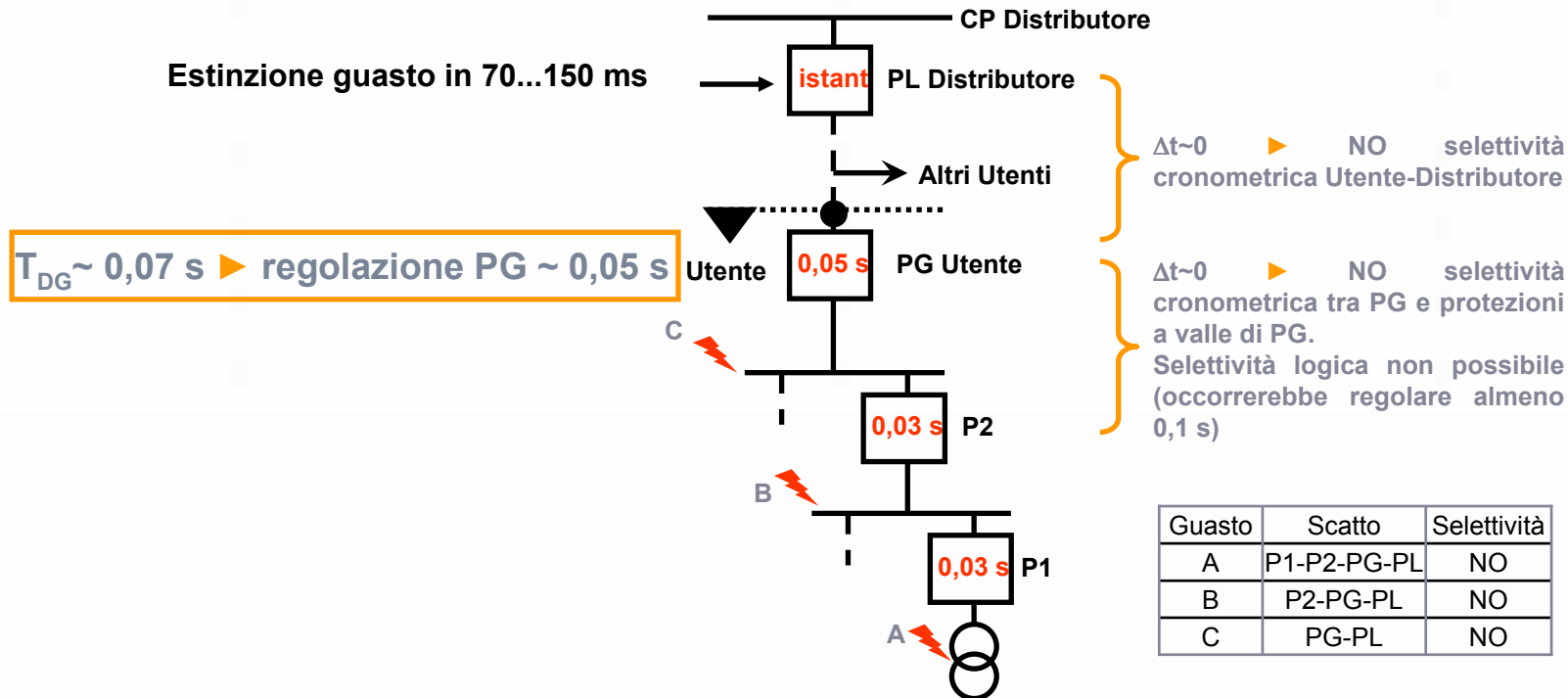


Selettività cronometrica tra Utente e Distributore

SPG PER UTENTI MT

➤ Cortocircuiti polifase in MT

- Terza soglia PG 50 con tempo di estinzione **0,12 s**, **Protezione Distributore istantanea**



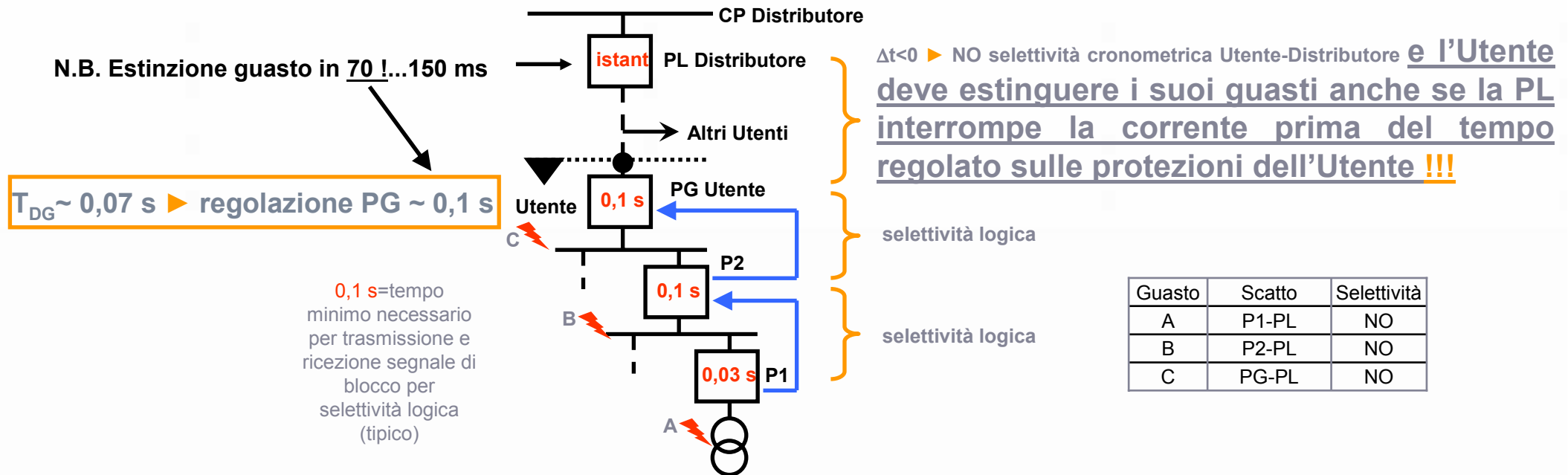
Non sono possibili né selettività cronometrica né selettività logica. **L'Utente subisce un disservizio** e può localizzare il guasto a valle dell'ultima protezione intervenuta. Gli altri utenti allacciati alla stessa linea subiscono un'interruzione di circa 0,3 s, dopo cui vengono rialimentati dalla richiusura automatica dell'interruttore di linea del Distributore.

SPG PER UTENTI MT

➤ Cortocircuiti polifase o guasto doppio monofase a terra in MT

- III soglia PG 50 e II soglia 50N con tempo di estinzione **0,2 s**, Protezione Distributore istantanea

E' ammesso per gli utenti con linee in cavo a valle del DG, dotati di PG in selettività logica e che ne abbiano fatto richiesta al Distributore.



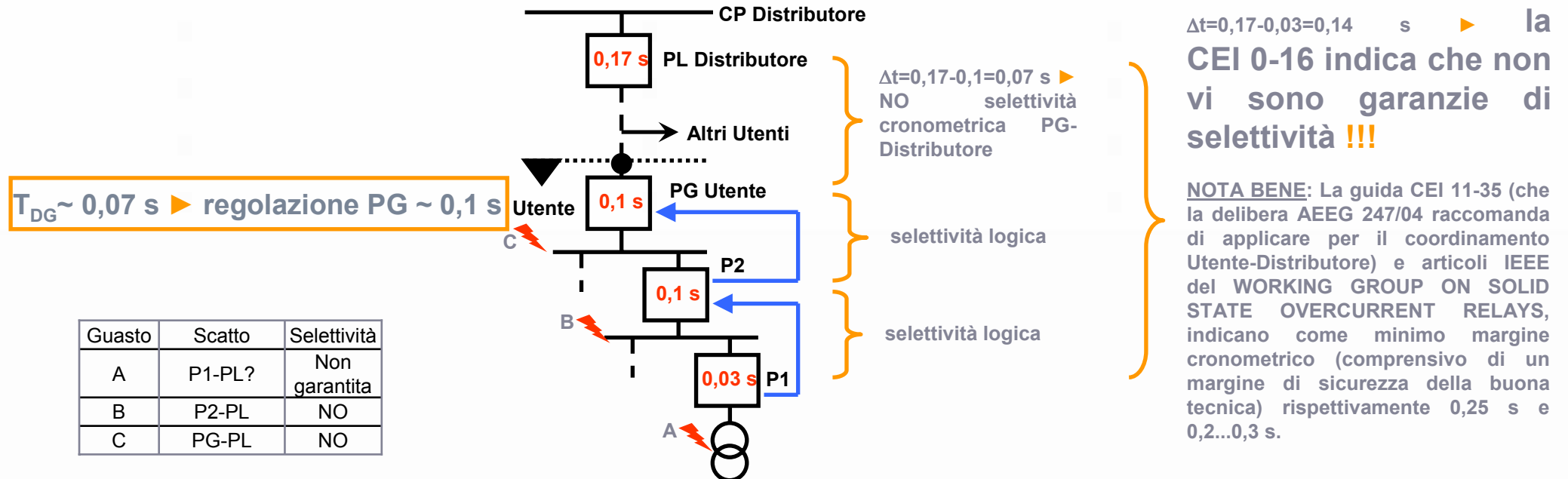
Pur impiegando la “selettività” logica, intervengono sia la protezione Utente più vicina al guasto sia la PL (questa non è selettività!). La parte di rete sana dell'Utente e gli altri utenti allacciati alla stessa linea subiscono un'interruzione di circa 0,3 s, dopo cui vengono rialimentati dalla richiusura automatica.

SPG PER UTENTI MT

➤ Cortocircuiti polifase o guasto doppio monofase a terra in MT

- III soglia PG 50 e II soglia 50N con tempo estinzione **0,17 s**, Protezione Distributore regolata a **0,17 s**

E' ammesso per utenti ≥ 5 MW, con linea del Distributore adeguata e con approvazione del Distributore.



Se il guasto non si verifica sulle partenze verso trasformatori MT/BT, pur impiegando la “selettività” logica intervengono sia la protezione Utente più vicina al guasto sia la PL (questa non è selettività!). La parte di rete sana dell’Utente e gli altri utenti allacciati alla stessa linea subiscono un’interruzione di circa 0,3 s, dopo cui vengono rialimentati dalla richiusura automatica. Se il guasto è sulle partenze verso trafo MT/BT, non vi sono garanzie di selettività tra le relative protezioni e la protezione di linea del Distributore.

SPG PER UTENTI MT

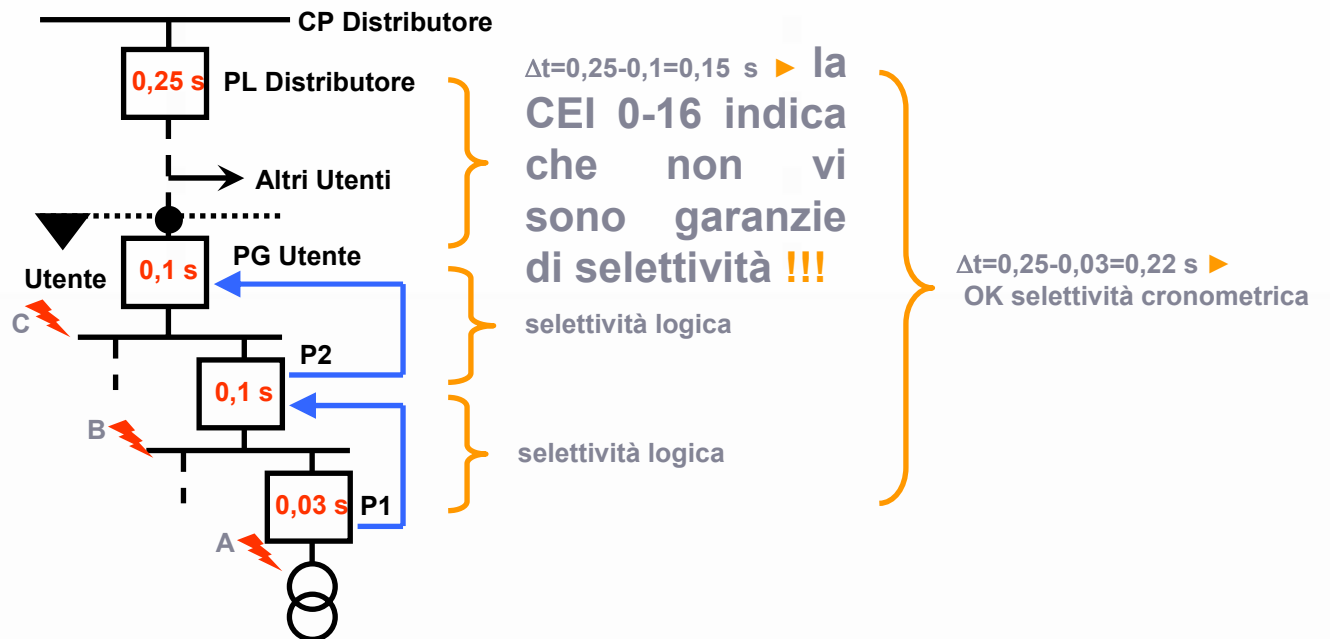
➤ Cortocircuiti polifase o guasto doppio monofase a terra in MT

- III soglia PG 50 e II soglia 50N con tempo estinzione **0,17 s**, Protezione Distributore regolata a **0,25 s**

E' ammesso per utenti ≥ 5 MW, con rete su 2 livelli MT o estensione > 3 km, con linea del Distributore adeguata e con approvazione del Distributore.

$T_{DG} \sim 0,07$ s ➤ regolazione PG $\sim 0,1$ s

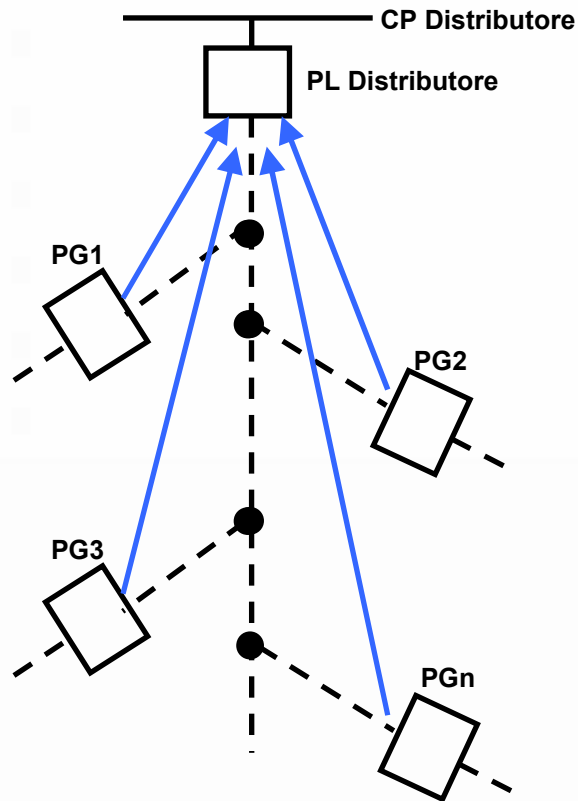
Guasto	Scatto	Selettività
A	P1	OK
B	P2-PL?	Non garantita
C	PG-PL?	Non garantita



Se il guasto non si verifica sulle partenze verso trasformatori MT/BT **non vi sono garanzie di selettività tra le relative protezioni e la protezione di linea del Distributore**. Solo per guasto sulle partenze verso trasformatori MT/BT si ha l'intervento selettivo della relativa protezione, per cui la parte di rete sana dell'Utente e degli altri utenti allacciati alla stessa linea non subiscono alcuna interruzione del servizio.

SPG PER UTENTI MT

➤ Selettività logica tra PG di ogni Utente con la protezione di linea del Distributore?



Con quale tecnologia di trasmissione/ricezione dei segnali?

- Doppino?
- Fibra ottica?
- Onde convogliate?
- Wireless?

Con che tempi di trasmissione/ricezione?

A quali costi?

SOGNO O REALTÀ?

LA CEI 0-16 INDICA ALLO STUDIO!!!

PG CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI E PASSIVI MT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

Una differenziazione di proposta in termini di costo e funzioni

SIF016*



Per utenti che non necessitano di protezioni direzionali (51-51-50-51N-50N) e con eventuale necessità di selettività logica.

*Appartenente ad una linea di relè di protezione low-cost a microprocessore (**SMART LINE**).*

Accoppiamento con TO THYTRONIC e specificati TA non lineari.

Per utenti che non necessitano di protezioni direzionali (51-51-50-51N-50N).



NA10*



NA60*

Per qualunque Utente MT (51-51-50-51N-50N-67N-67N-67).

*Appartenenti ad una nuova e completa linea di relè digitali di protezione – misura – automazione – comunicazione - controllo per la distribuzione e generazione (**PRO ► N**).*

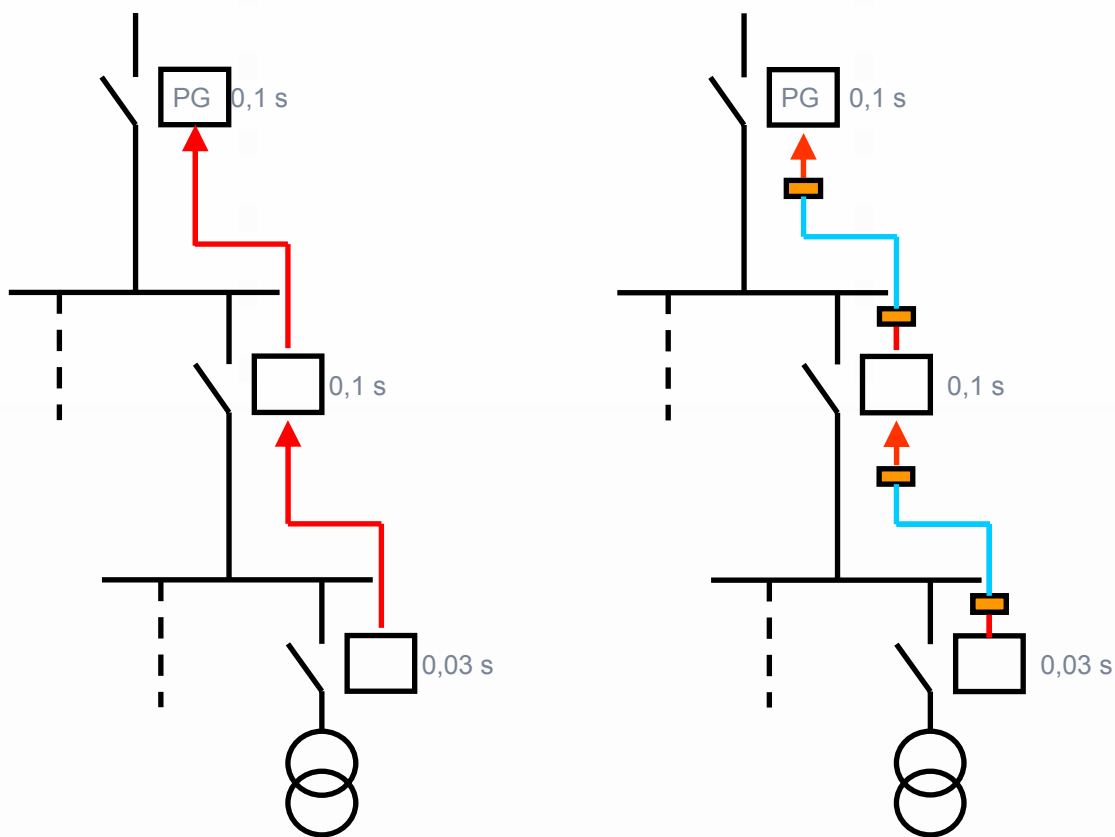
Funzioni aggiuntive: selettività logica, ritenuta di seconda armonica, distacco e reinserzione sequenziale trasformatori, commutazione 67N→51N, registrazione oscillografica, diagnostica interruttore.

Accoppiamento con TO THYTRONIC e specificati TA non lineari.

Note * Denominazione, funzioni e caratteristiche suscettibili di modifiche

PG CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI E PASSIVI MT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

La selettività logica nei relè di protezione SIF016-NA10-NA60



Esempio con mezzo di trasmissione
doppino in rame —

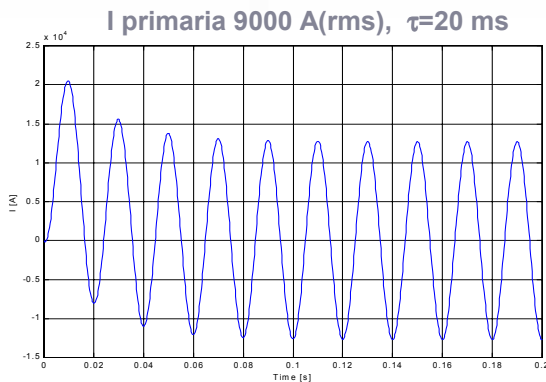
Esempio con mezzo di trasmissione
doppino in rame —
fibra ottica —
BFO convertitore elettro-ottico ■

- Con Doppino o fibra ottica con opportuno convertitore BFO
- Ingressi e uscite compatibili con qualunque relè THYTRONIC (per NA10 e NA60 anche con relè di altri costruttori)
- Controllo periodico di continuità del doppino e fibra ottica
- Scatto della PG anche se la protezione del Distributore estingue il cortocircuito in un tempo minore di quello regolato sulla PG (solo per NA10 e NA60)

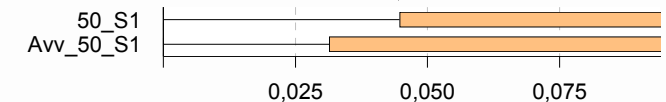
PG CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI E PASSIVI MT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

Relè di protezione SIF016-NA10-NA60 con TA di fase non lineari

- Le tecniche di misura e i ridotti autoconsumi dei moderni relè di protezione rendono possibile il corretto intervento della protezione di massima corrente anche in presenza di corto circuito con saturazione dei TA di fase ► Previsto l'accoppiamento a specificati TA di fase non lineari (di qualunque costruttore) ► **Riduzione dei costi e degli ingombri nei quadri elettrici (es. 150/1 A – 2,5 VA – 5P5).**



Scatto I>> entro 0,05 s !

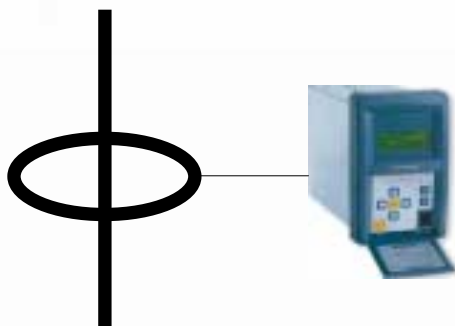


Relè di protezione
regolato a
I> 200 A – 0,43 s
I>> 500 A – 0,05 s

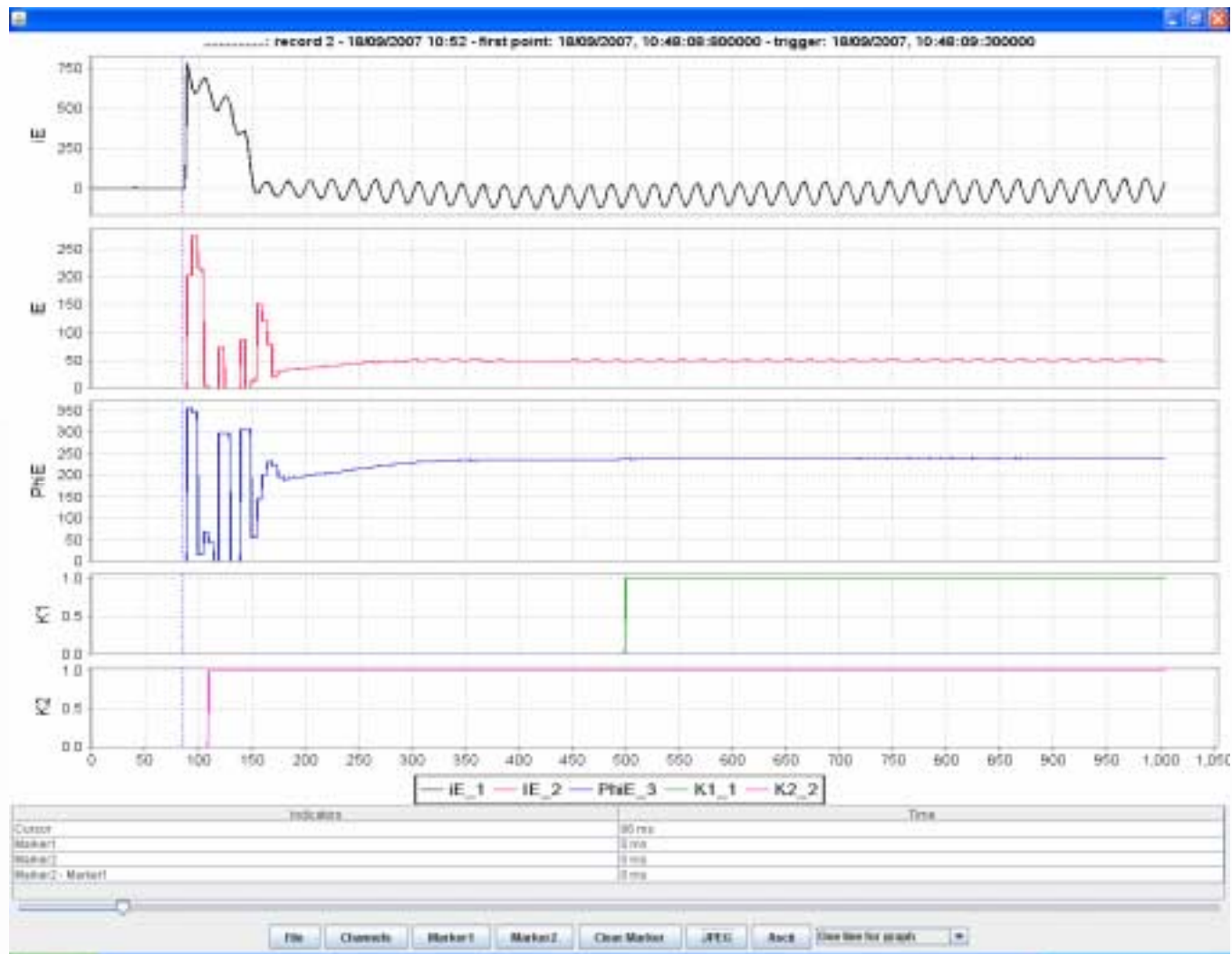
PG CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI E PASSIVI MT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

Relè di protezione SIF016-NA10-NA60 con TO THYTRONIC

- Precisione e corretto intervento della protezione 51N e 67N anche con TO THYTRONIC (non automaticamente idoneo) ► **Riduzione dei costi e degli ingombri nei quadri elettrici (es. 100/1 A – 0,5 VA o 1 VA - 5P20).**



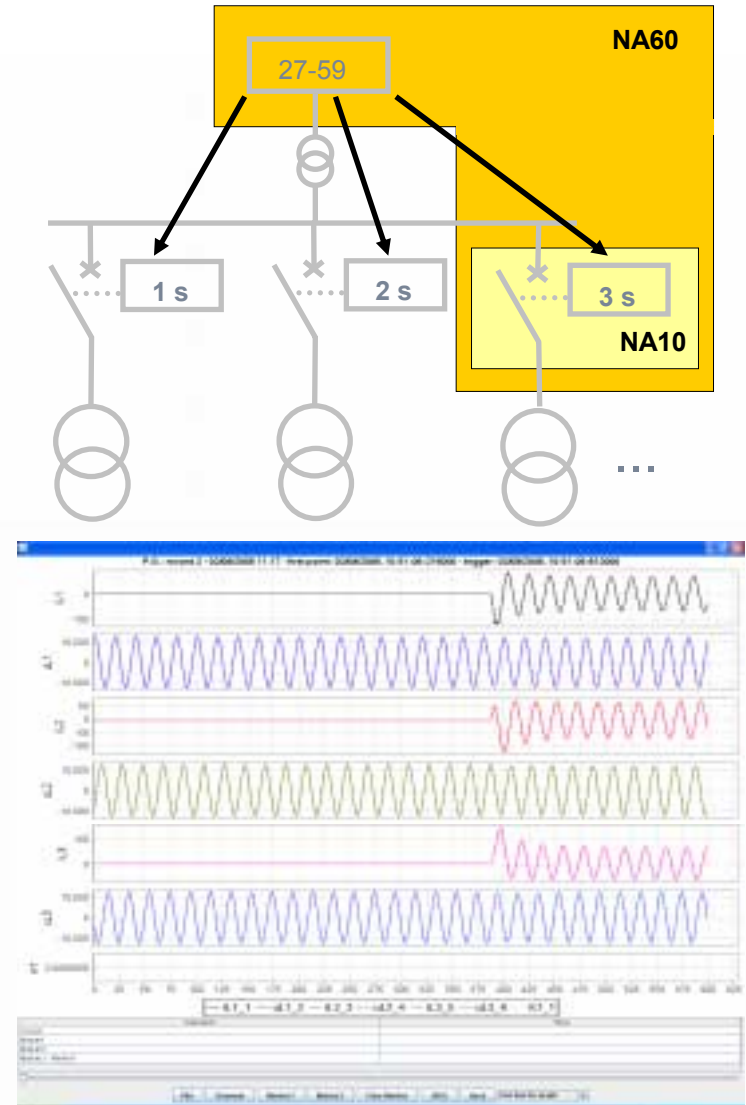
THYTRONIC
T110P – T200P



PG CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI E PASSIVI MT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

Funzioni aggiuntive nei relè di protezione NA10-NA60

- **Ritenuta di seconda armonica:** blocco soglie $I >>$, $I >>>$ al superamento di un regolabile livello di seconda armonica (misura con DFT)
- **Distacco e reinserzione sequenziale trasformatori:** mediante logiche predefinite e programmabili. →
- **Commutazione 67N→51N** da ingresso digitale di acquisizione dello stato di fusibili o magnetotermici a protezione del TV
- **Registrazione oscillografica:** utile per l'analisi degli scatti →
- **Diagnostica interruttore:** al superamento di regolabili indici di usura dell'interruttore (numero manovre, tempo di apertura, $\sum I$, $\sum I^2 t$) si possono attivare segnalazioni per la manutenzione.



SPI PER UTENTI ATTIVI MT

Scopo del SPI

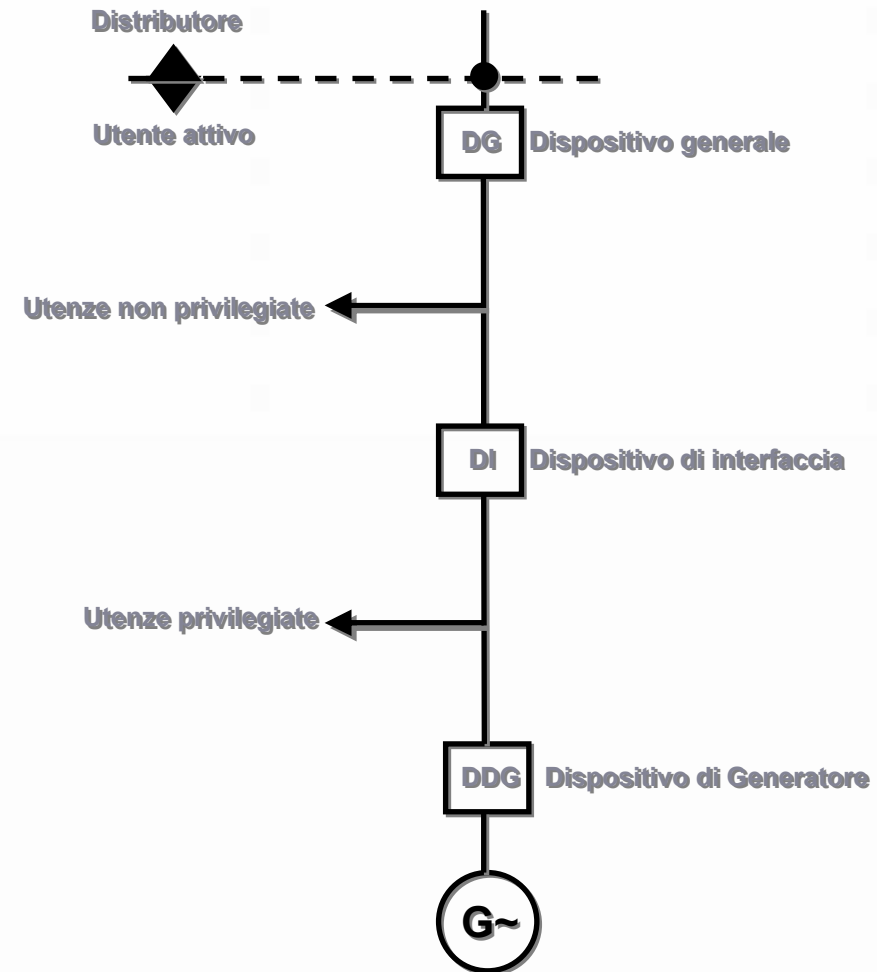
Deve provvedere ad aprire il DI per separare la generazione dell'Utente in caso di:

- guasto esterno all'Utente (dopo l'apertura dell'interruttore di linea del Distributore)
- apertura dell'interruttore di linea del Distributore

evitando:

- l'alimentazione del guasto o di altri utenti
- che la chiusura dell'interruttore del Distributore avvenga in discordanza di fase con la generazione.

La separazione dell'Utente dalla rete pubblica per guasti interni all'Utente stesso avviene invece, come visto, aprendo il DG mediante il SPG.



SPI PER UTENTI ATTIVI MT

Funzioni protettive

- Minima tensione (27) a due soglie commutabili
- Massima tensione (59) a due soglie commutabili
- Minima frequenza (81<) a due soglie commutabili
- Massima frequenza (81>) a due soglie commutabili
- Massima tensione omopolare (59N)*
- Commutazione soglie 27-59-81>-81< da ingresso digitale
- Protezione contro perdita di rete (da concordare con il Distributore): allo studio.
- Massima corrente 51 (facoltativa): di rinalzo a 27
- Telescatto (a richiesta del Distributore): in alternativa alla protezione contro perdita di rete
- Rinalzo alla mancata apertura del DI (BF)*

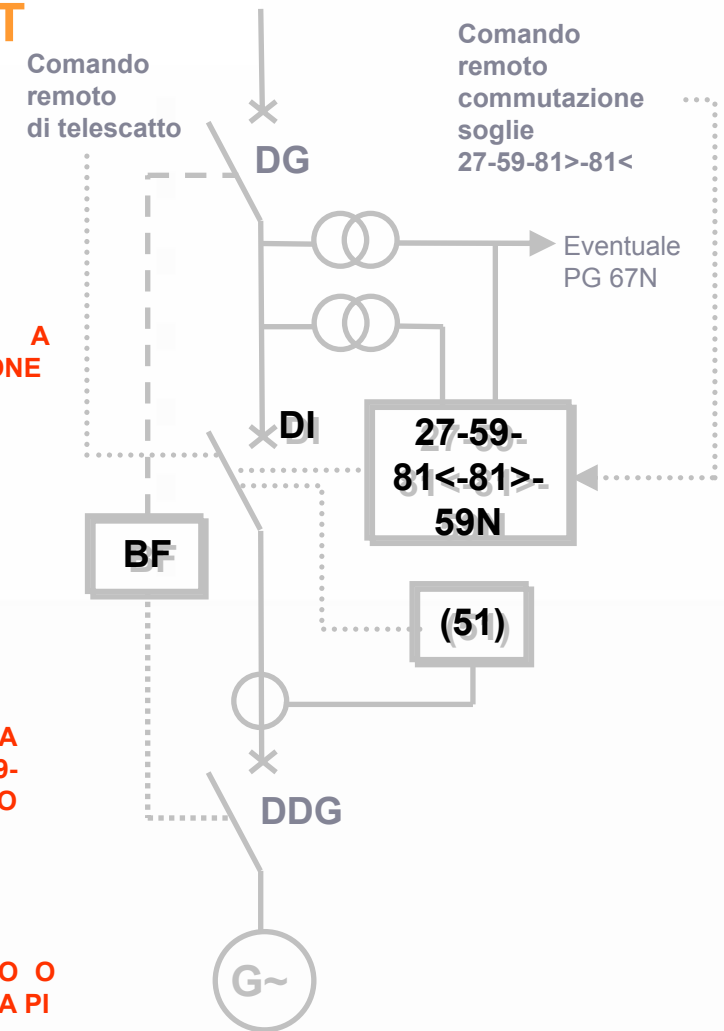
SEMPRE A
DISPOSIZIONE
NELLA PI

?

INTEGRATA
CON 27-59-
81>-81< O
ESTERNA

ESTERNO
ALLA PI

INTEGRATO O
ESTERNO A PI



Nota * Solo con generatori in grado di sostenere la tensione (sincroni, asincroni autoeccitati, inverter come generatori di tensione) con potenza complessiva ≥ 400 kVA

SPI PER UTENTI ATTIVI MT

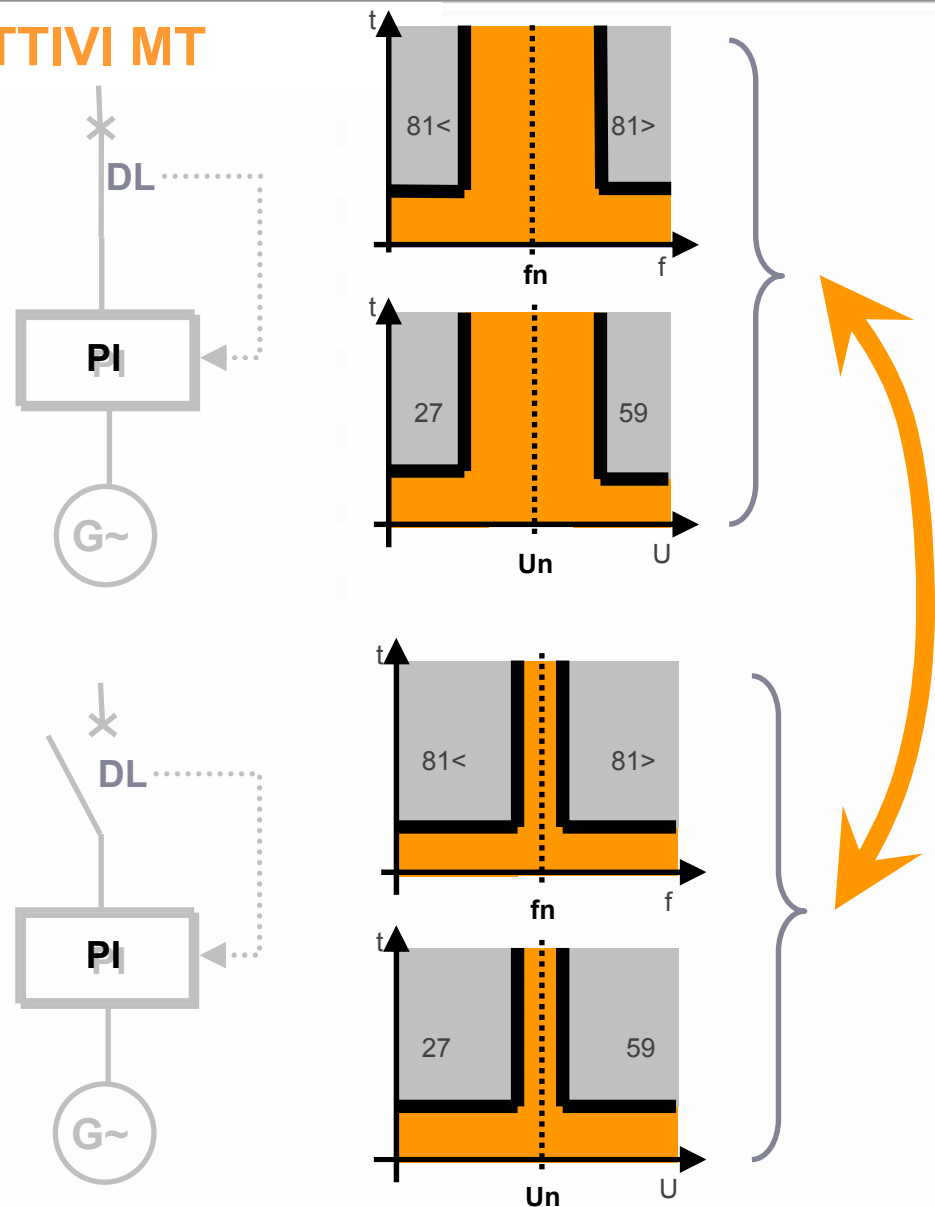
➤ **Commutazione soglie 27-59-81>-81<** da ingresso digitale

Con interruttore di linea del Distributore (DL) chiuso, sarà attiva la prima soglia delle protezioni 27-59-81>-81< con regolazioni poco sensibili (tali da non distaccare l'Utente attivo in condizioni di emergenza della Rete di Trasmissione Nazionale RTN, es. blackout).

All'apertura dell'interruttore di linea del Distributore, sarà attiva la seconda soglia delle protezioni 27-59-81>-81< con regolazioni più sensibili (ai valori fin d'ora richiesti dal Distributore).

Il comando di commutazione delle soglie è trasmesso dal Distributore e viene ricevuto ad un ingresso digitale della PI. Il sistema di trasmissione-ricezione del comando di commutazione soglie (e del telescatto) è allo studio.

- Anche la generazione degli autoproduttori, oltre a quella delle grandi centrali, contribuirà a sostenere la RTN in condizioni di emergenza
- Diminuzione degli scatti intempestivi della PI



SPI PER UTENTI ATTIVI MT

➤ Protezione contro la perdita di rete

Funzione della PI per aprire il DI anche quando l'interruttore di linea del Distributore dovesse aprirsi senza transito di potenza attiva.

In tali condizioni f non varierebbe, per cui le protezioni $81 > -81 <$ non interverrebbero.

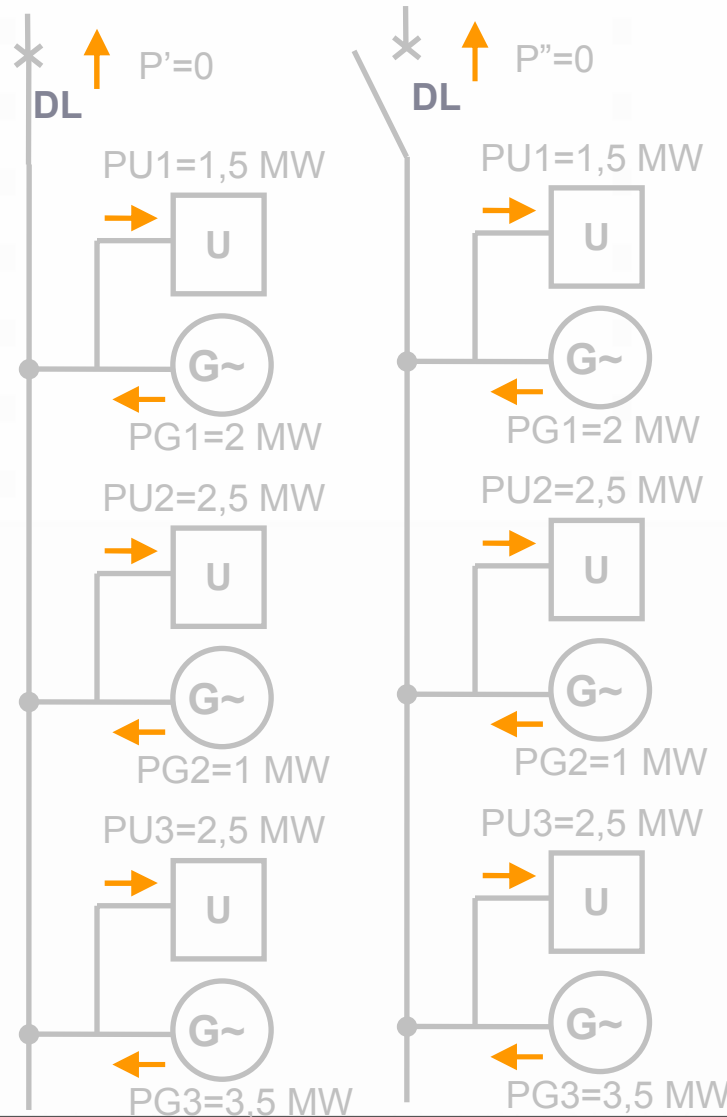
Allo studio.

➤ Telescatto

All'apertura del DL viene comandata l'apertura del DI dell'Utente.

Il comando è trasmesso dal Distributore e viene ricevuto dall'Utente per comandare direttamente l'apertura del DI. Il sistema di trasmissione-ricezione del comando di telescatto è allo studio.

Sostituisce la protezione contro la perdita di rete (apre il DI anche in condizioni di equilibrio tra generazione e carico).



$$\Delta P \equiv \Delta f$$

$$P' = (PG1 + PG2 + PG3) - (PU1 + PU2 + PU3) = (2 + 1 + 3,5) - (1,5 + 2,5 + 2,5) = 6,5 - 6,5 = 0$$

$$\Delta P = P' - P'' = 0$$

$$\Delta f = 0 \implies f = \text{costante}$$

SPI PER UTENTI ATTIVI MT

Misura delle tensioni

➤ Per 27-59

Devono essere misurate almeno due tensioni concatenate per le protezioni 27-59.

• Misura con due TV fase-fase

Fattore di tensione nominale 1,3 per 30 s

Classe di precisione 3P

Prestazione nominale ≥ 5 VA

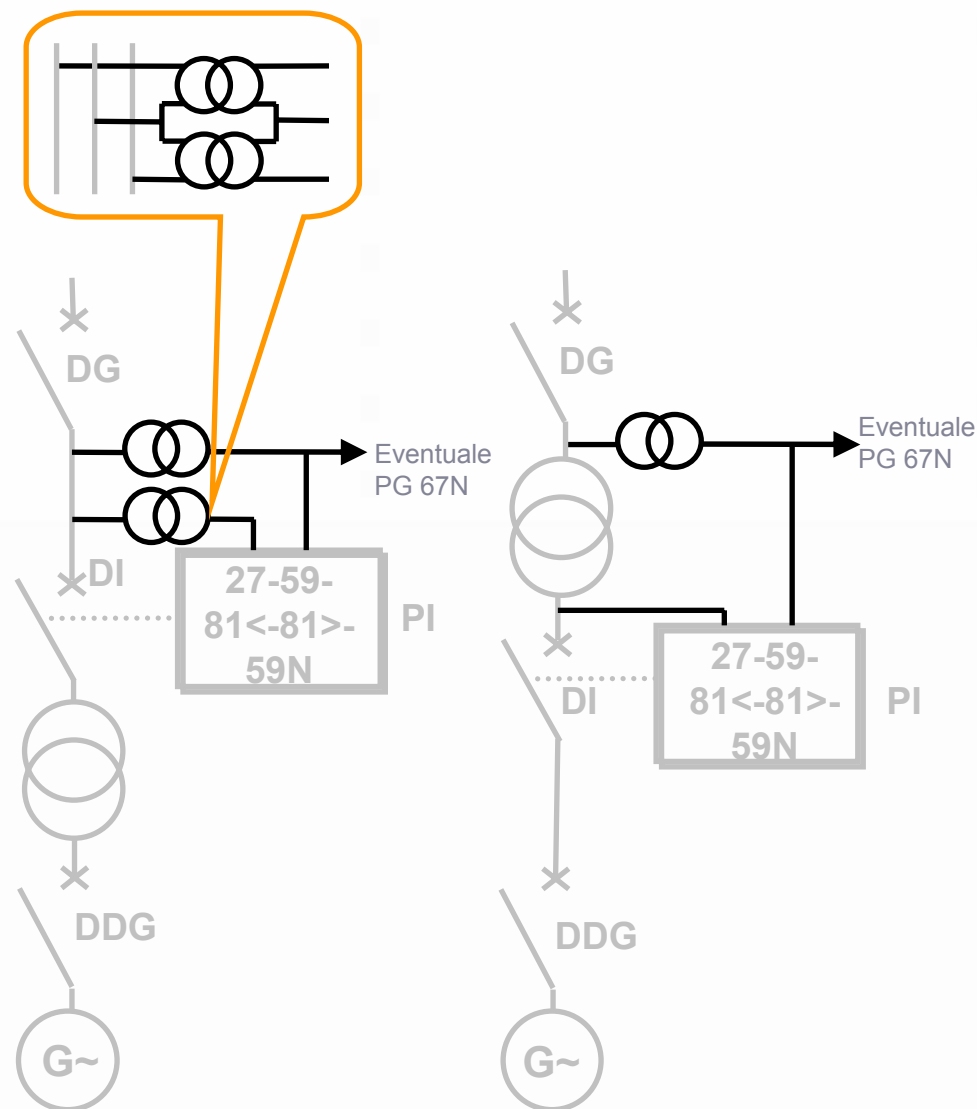
Non devono superare alcuna prova funzionale.

• Misura diretta in BT (se DI è in BT)

➤ TV per 59N

Stesse caratteristiche del TV per la 67N del SPG.

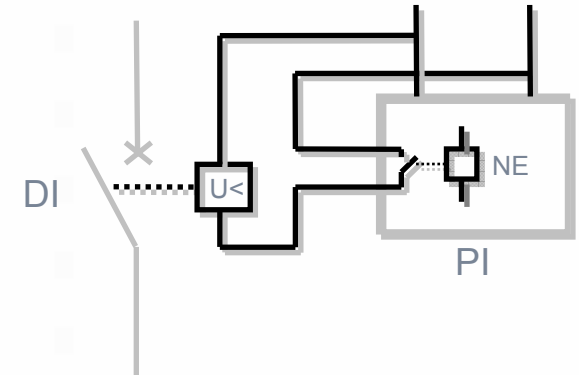
E' ammesso che lo stesso TV per 67N del SPG sia impiegato anche per 59N del SPI



SPI PER UTENTI ATTIVI MT

Circuito di comando

- DI con bobina di minima tensione
- PI con contatto di scatto aperto in assenza di tensione ausiliaria (NA), chiuso in presenza della tensione stessa (contatto azionato da relè d'uscita normalmente eccitato NE).



Conformità della PI

La PI deve avere specificati requisiti (campi di regolazione, precisioni, ecc.) e deve superare:

- prove funzionali (verifica tempi di intervento, misura precisioni, ecc.)
- prove di isolamento, EMC, climatiche, meccaniche

Le modalità per la Dichiarazione di conformità sono le stesse indicate per la PG.

PI CEI 0-16 PER UTENTI ATTIVI MT E AT IN PREVISIONE DA THYTRONIC

Una differenziazione di proposta in termini di costo e funzioni disponibili



SVF016*

Implementa tutte le funzioni protettive per utenti attivi richieste nella PI dalla CEI 0-16 e in aggiunta la protezione di ricalzo alla mancata apertura del DI (27-59-81>-81<-59N-commutazione soglie-BF).

Appartenente ad una linea di relè di protezione low-cost a microprocessore (SMART LINE).



NV10P*

Implementa tutte le funzioni protettive per utenti attivi richieste nella PI dalla CEI 0-16 e in aggiunta la protezione di ricalzo alla mancata apertura del DI (27-59-81>-81<-59N-commutazione soglie-BF).

Appartenenti ad una nuova e completa linea di relè digitali di protezione – misura – automazione – comunicazione - controllo per distribuzione e generazione (PRO ► N).

Funzioni aggiuntive: registrazione oscillografica

Note * Denominazione, funzioni e caratteristiche suscettibili di modifiche

SISTEMA DI PROTEZIONE PER UTENTI AT

La tipologia del sistema di protezione per gli utenti allacciati alla rete di distribuzione AT dipende dalla natura attiva o passiva dell'impianto dell'utente.

➤ Utenti attivi e passivi

Sistema di Protezione Generale (SPG) conforme all'Allegato C della CEI 0-16

➤ Utenti attivi non dotati di unità di produzione rilevanti

Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) conforme all'Allegato E della CEI 0-16[★]

➤ Utenti attivi dotati di unità di produzione rilevanti*

Si applicano le prescrizioni del Codice di Rete.

Nota [★] La specificazione della protezione di interfaccia nell'Allegato E è comune agli utenti AT e MT, per cui per la relativa descrizione si veda la parte di presentazione relativa agli utenti MT.

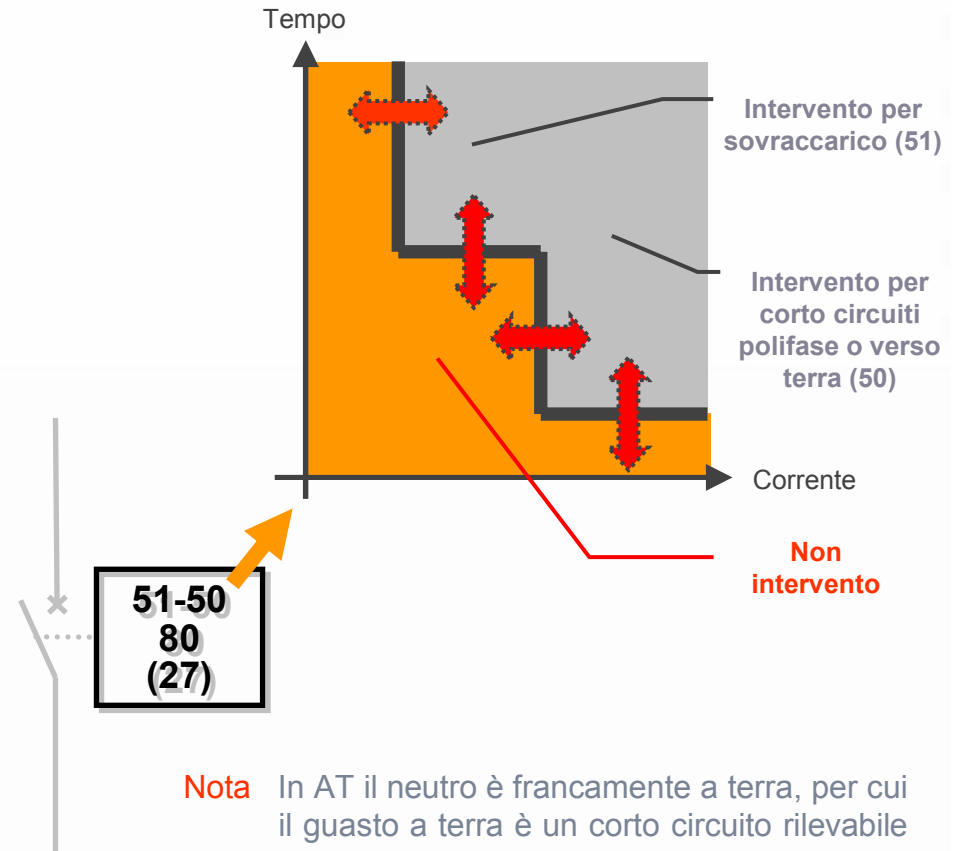
* **Unità di produzione rilevanti:** unità di produzione con potenza complessiva dei gruppi di generazione ≥ 10 MVA. In caso di disservizi sulla rete AT (es. blackout), data la "rilevanza" di questi gruppi, anziché distaccarli il Gestore di Rete tende a mantenerli su porzioni di rete AT in isola intenzionale per mantenere il più possibile la continuità di servizio degli utenti.

SPG PER UTENTI AT

Deve provvedere al distacco dell'utente a fronte di guasti interni comandando l'apertura del Dispositivo Generale (DG) o degli interruttori attestati alla sbarra utente in caso di omissione del DG.

➤ Protezione Generale (PG)

- Massima corrente tripolare a due soglie di intervento a tempo indipendente (51-50)
- Minima tensione continua, che provvede all'apertura del DG in mancanza di tensione ausiliaria (80)
- Registrazione avviamenti e scatti per la ricostruzione di guasti/anomalie
- E' facoltà del Distributore richiedere anche una protezione di minima tensione ritardata (27). Non è specificato alcun requisito per tale protezione.



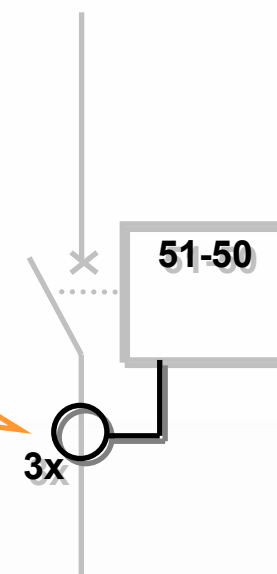
Nota In AT il neutro è francamente a terra, per cui il guasto a terra è un corto circuito rilevabile dalla protezione di massima corrente ► non occorrono 51N-67N

SPG PER UTENTI AT

➤ Trasformatori amperometrici per protezione di massima corrente (TA CEI EN 60044-1)

Sono date le seguenti caratteristiche tipiche*:

- Corrente nominale primaria I_{pn} 200...1200 A
- Corrente nominale secondaria 1-5 A
- Prestazione nominale 30 VA
- Classe di precisione 5P
- Fattore limite di precisione 30
- Corrente nominale termica permanente $1,2 I_{pn}$
- Corrente nominale termica di c.to c.to per $1 s \geq I_{cc}$ comunicata dal Distributore, con minimo di 20 kA
- Corrente nominale dinamica $\geq I_{cc(\text{picco})}$ comunicata dal Distributore, con minimo di 50 kA
- Livello di isolamento 145 kV per reti 132 kV, 170 kV per reti 150 kV



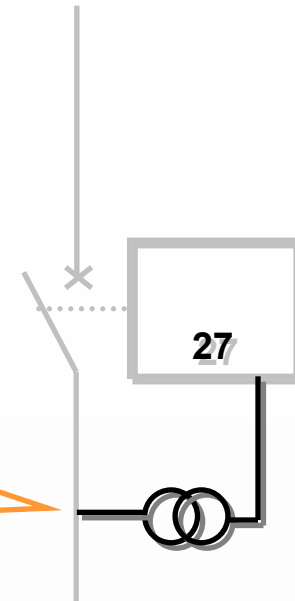
Nota * La norma CEI 0-16 lascia maggior libertà al progettista nel caso di utenti AT rispetto agli utenti MT. I TA devono comunque garantire il corretto intervento della protezione tenendo conto della massima asimmetria della Icc

SPG PER UTENTI AT

➤ Trasformatori voltmetrici per eventuale protezione di minima tensione (TV CEI EN 60044-2)

Sono date le seguenti caratteristiche tipiche:








- Tensione nominale primaria $132/\sqrt{3}$ kV per reti 132 kV, $150/\sqrt{3}$ kV per reti 150 kV
- Tensione nominale secondaria $100/\sqrt{3}$ V
- Prestazione nominale ≥ 10 VA*
- Classe di precisione 3P
- Livello di isolamento 145 kV per reti 132 kV, 170 kV per reti 150 kV
- Fattore di tensione 1,5 per 30 s



Non vi sono prescrizioni per i circuiti di comando e di alimentazione ausiliaria.

Nota * Con opportuna resistenza aggiuntiva in modo che la prestazione effettiva sia superiore al 25% della prestazione nominale (altrimenti il TV non "lavora" in classe di precisione, v. CEI EN 60044-2)

OPINIONI DEL SPG E SPI CEI 0-16

-  **Maggior affidabilità del SPG e SPI ► Miglior qualità del servizio**
-  **Uniformità di prescrizioni tecniche indipendentemente dal Distributore**
-  **Maggior sensibilità ai problemi di selettività dell'Utente (recepimento della selettività logica)**
-  **Stimoli alla ricerca di nuove e qualificate soluzioni**
-  **Solo il relè di protezione da sottoporre a prove EMC, isolamento, climatiche, meccaniche (trasformatori di misura, interruttore, UPS?)**
-  **TA lineari sovradimensionati (criteri di linearità da rivedere, allineandoli alla tecnologia dei relè di protezione)**
-  **Per utenti ≥ 5 MW i margini cronometrici con il Distributore sono insufficienti per ottenere una sicura selettività per cortocircuiti polifase**
-  **Regolazioni minime ammesse per il SPG penalizzanti la continuità del servizio per l'Utente**