

CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV

Storia delle revisioni			
Rev.	Descrizione della revisione	Autore	Data
00	Prima emissione	L. CACIOLLI	03/07/2000

REV. 00	03/07/2000				
		L. CACIOLLI	G. MANCINI	V. BISCAGLIA	C. SABELLI
	DATA	REDATTO	COLLABORAZIONI	VERIFICATO	APPROVATO
FILENAME: Criteri generali per la taratura delle protezioni.doc			SOSTITUISCE:		

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 2 di 53

Indice

1. SCOPO	4
2. CAMPO DI APPLICAZIONE	4
3. GENERALITÀ.....	4
4. PROTEZIONI DEI GRUPPI GENERATORI	5
4.1. Protezioni contro i corto circuiti esterni	5
4.1.1. Gruppi generatori con potenza nominale superiore a 200 MVA	5
4.1.2. Gruppi generatori con potenza nominale inferiore a 200 MVA	13
4.1.3. Gruppi generatori con trasformatore elevatore a neutro isolato	13
4.2. Protezione contro i carichi squilibrati.....	14
4.3. Protezioni contro le variazioni di frequenza	15
4.4. Protezione contro la mancata apertura dell'interruttore di gruppo	16
5. PROTEZIONI DEI SISTEMI DI SBARRA.....	17
5.1. Protezione differenziale di sbarra.....	17
5.2. Protezione contro la mancata apertura dell'interruttore	18
6. PROTEZIONI DELLE LINEE ELETTRICHE	19
6.1. Protezioni di linee tipiche.....	19
6.2. Protezioni di linee corte	21
6.2.1. Linee corte con protezioni distanziometriche ai due estremi e schema di teleprotezione Permissive Overreaching con eco	21
6.2.2. Linee corte con protezioni distanziometriche ai due estremi senza schema di teleprotezione	23
6.2.3. Linee corte con protezione distanziometrica ad un solo estremo	24
6.3. Protezioni di linee a tre estremi (linee a T)	26
6.3.1. Linee a tre estremi attivi.....	26
6.3.2. Linee a tre estremi con utente passivo	30
6.4. Protezioni di linee in antenna	32
6.4.1. Linee in antenna con gruppi generatori di potenza superiore a 20 MVA.....	32
6.4.2. Linee in antenna con gruppi generatori di potenza inferiore a 20 MVA.....	32
6.4.3. Linee in antenna di alimentazione ad utenti passivi	35
6.5. Protezioni di linee in cavo	36
6.5.1. Linee in cavo con protezioni distanziometriche e schema di teleprotezione Permissive Overreaching con eco	37
6.5.2. Linee in cavo con protezione differenziale e protezioni distanziometriche senza teleprotezione.....	37

	GUIDA TECNICA		N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV		Pagina: 3 di 53

6.6.	Protezione di linee in regime speciale	38
7.	DISPOSITIVI ASSOCIATI ALLE PROTEZIONI DI LINEA.....	39
7.1.	Dispositivo antipendolazione	39
7.2.	Dispositivo di richiusura rapida automatica	39
7.3.	Dispositivo di richiusura lenta automatica.....	41
8.	PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI DI INTERCONNESSIONE	42
9.	PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI DI DISTRIBUZIONE AT/MT	48
9.1.	Protezioni dei trasformatori installati in cabine primarie	48
9.2.	Protezioni dei trasformatori installati in stazioni elettriche.	50
10.	QUADRO RIASSUNTIVO	52

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 4 di 53

1. SCOPO

Il presente documento definisce i criteri generali per la taratura delle protezioni, delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV (380, 220, 150 e 132 kV), del sistema elettrico italiano.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le prescrizioni contenute nel presente documento si applicano:

- alle stazioni di trasformazione e/o smistamento ed alle linee costituenti la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);
- agli impianti di produzione connessi alla RTN (direttamente oppure non direttamente);
- alle reti di distribuzione ad alta tensione connesse alla RTN e con essa interoperanti;
- alle altre reti interconnesse con la RTN.

3. GENERALITÀ

Vengono prese in esame le protezioni installate, nell'ordine, sui seguenti elementi di rete:

- gruppi generatori;
- sistemi di sbarre;
- linee elettriche;
- trasformatori di interconnessione;
- trasformatori di distribuzione.

Relativamente ai gruppi generatori ed ai trasformatori di interconnessione sono prese in esame le sole protezioni contro le perturbazioni esterne.

Oltre alle protezioni vengono considerate anche le richiusure automatiche rapide e lente delle linee.

Nei casi in cui non è possibile seguire i criteri generali, i valori di taratura andranno calcolati tenendo conto della particolare configurazione di rete da considerare.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 5 di 53

4. **PROTEZIONI DEI GRUPPI GENERATORI**

Vengono indicati i criteri generali per la taratura delle protezioni dei gruppi generatori (alternatore - trasformatore elevatore), nei confronti delle sole perturbazioni esterne ai gruppi stessi.

Sono considerate esterne le perturbazioni (corto circuiti, squilibri di carico e variazioni di frequenza) che hanno origine in rete, a valle dei TA installati lato alta tensione dei trasformatori elevatori di gruppo. Non vengono prese in esame le protezioni dei gruppi generatori nei confronti dei guasti e delle anomalie interni. La taratura di queste ultime, in ogni caso, deve essere fatta in modo da non interferire con quella delle protezioni contro le perturbazioni esterne.

4.1. **Protezioni contro i corto circuiti esterni**

La protezione dei gruppi generatori nei confronti dei corto circuiti esterni è realizzata mediante sistemi di protezione diversi a seconda della taglia delle unità stesse.

4.1.1. *Gruppi generatori con potenza nominale superiore a 200 MVA*

Si utilizzano protezioni distanziometriche installate sul lato AT dei trasformatori elevatori di gruppo. Esse costituiscono la riserva delle protezioni di rete e pertanto non operano con autorichiusura e sistemi di teleprotezione.

Per quanto riguarda le particolarità di inserzione e di intervento, si distinguono i tre casi illustrati nelle Fig. 1, 2 e 3 dove le protezioni in questione sono indicate con DS_M.

Caso A (Centrale con stazione annessa)

Si fa riferimento allo schema riportato in Fig. 1. La *protezione distanziometrica* sul lato AT del trasformatore elevatore di gruppo avrà i seguenti valori di taratura:

➤ *Avviamento a minima impedenza*

Valore di impedenza che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) maggiore o uguale al 125% della massima impedenza tarata sulle prime tre zone di misura;
- b) inferiore o uguale al 70% della minima impedenza di carico del gruppo generatore;

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 6 di 53

c) inferiore alla minima impedenza vista sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

➤ *Avviamento a massima corrente*

Massimo valore di corrente che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) superiore o uguale al 130% della corrente di massimo carico del gruppo generatore;
- b) superiore alla massima corrente circolante sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

➤ *Zone di misura*

1^a zona (verso il generatore): Impedenza pari al 10 ÷ 40% di Z_{TR}

dove Z_{TR} rappresenta l'impedenza del trasformatore elevatore di gruppo;

Ritardo: 0,15 s.

2^a zona (verso rete): Impedenza pari a 50% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione);

Ritardo: 0,3 s.

3^a zona (verso rete): Impedenza pari all'80% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione);

Ritardo: 0,8 s.

oppure Impedenza pari al 120% della linea afferente alla stazione che presenta l'impedenza maggiore;

Ritardo: 1,2 s.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 7 di 53

La scelta tra i due criteri deve essere eseguita in base alla configurazione della rete da proteggere in modo da realizzare la più vantaggiosa combinazione tra grado di copertura selettiva della rete e tempo di eliminazione dei guasti.

4^a zona (adirezionale): Impedenza coincidente con quella di avviamento;

Ritardo: 2 s per gruppi connessi alle reti 132-150 kV;

2,6 s per gruppi connessi alla rete 220 kV;

4 s per gruppi connessi alla rete 380 kV.

5^a zona (ove presente): come 4^a zona.

➤ *Comandi*

Blocco gruppo per intervento della 1^a zona verso il generatore e scatto gruppo con apertura dell'interruttore AT di macchina per intervento delle altre zone.

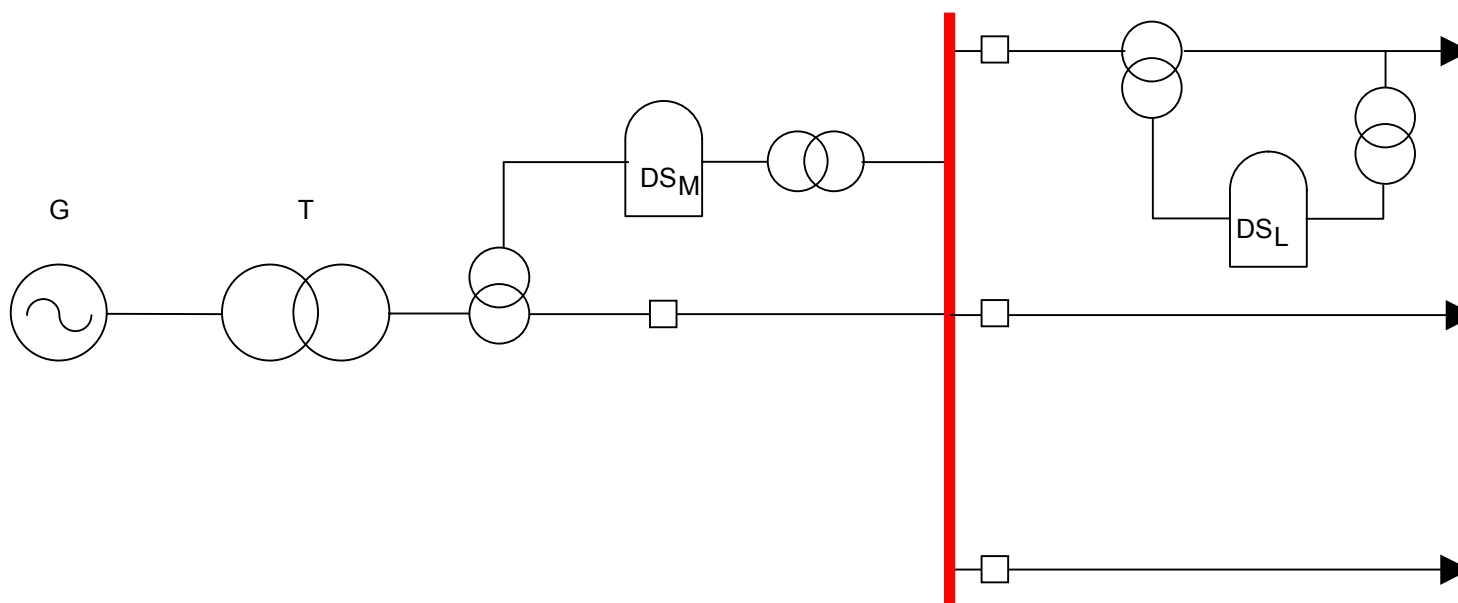


Figura 1 - Caso A: Centrale con stazione annessa

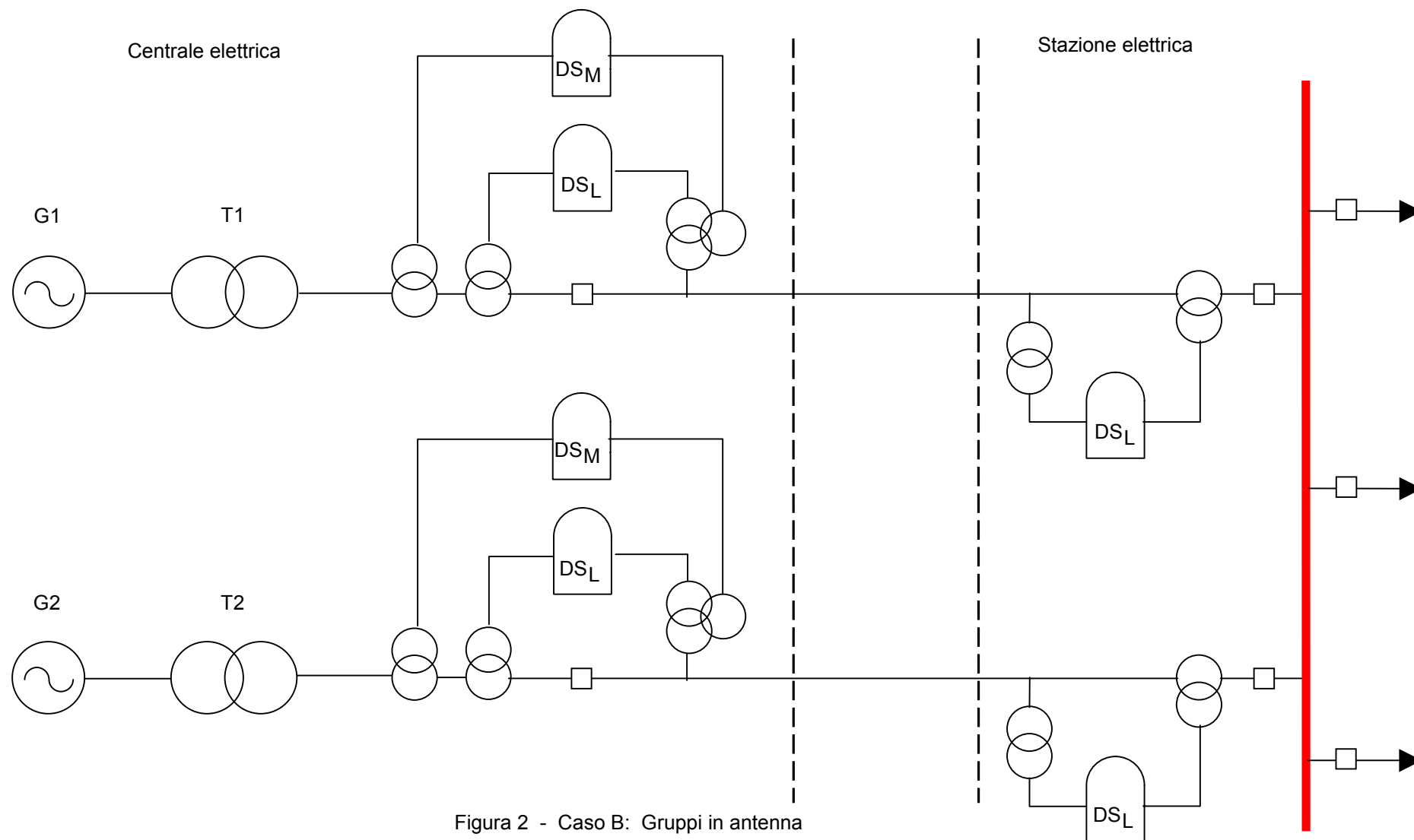


Figura 2 - Caso B: Gruppi in antenna

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 11 di 53

Caso C: (Gruppi a Y in antenna)

Si fa riferimento allo schema riportato nella Fig. 3. La taratura della protezione distanziometrica DS_M deve rispondere ai seguenti criteri:

➤ *Avviamento a minima impedenza:* come Caso A.

➤ *Avviamento a massima corrente:* come Caso A.

➤ *Zone di misura*

1^a zona (verso il generatore): come Caso A.

2^a zona (verso rete): Impedenza pari all'80% di $2Z_L$;
dove Z_L rappresenta l'impedenza di linea;
Ritardo: 0,3 s.

3^a zona (verso rete): Impedenza pari al 120% di $2Z_L$;
Ritardo: 0,8 s.

4^a zona (adirezionale): come Caso A.

5^a zona (ove presente): come Caso A.

Per la taratura della 2^a e 3^a zona, in caso di insufficiente selettività con le protezioni di rete a valle, si possono adottare valori di impedenza più bassi o tempi di intervento più alti di quelli indicati.

➤ *Comando:* come Caso A.

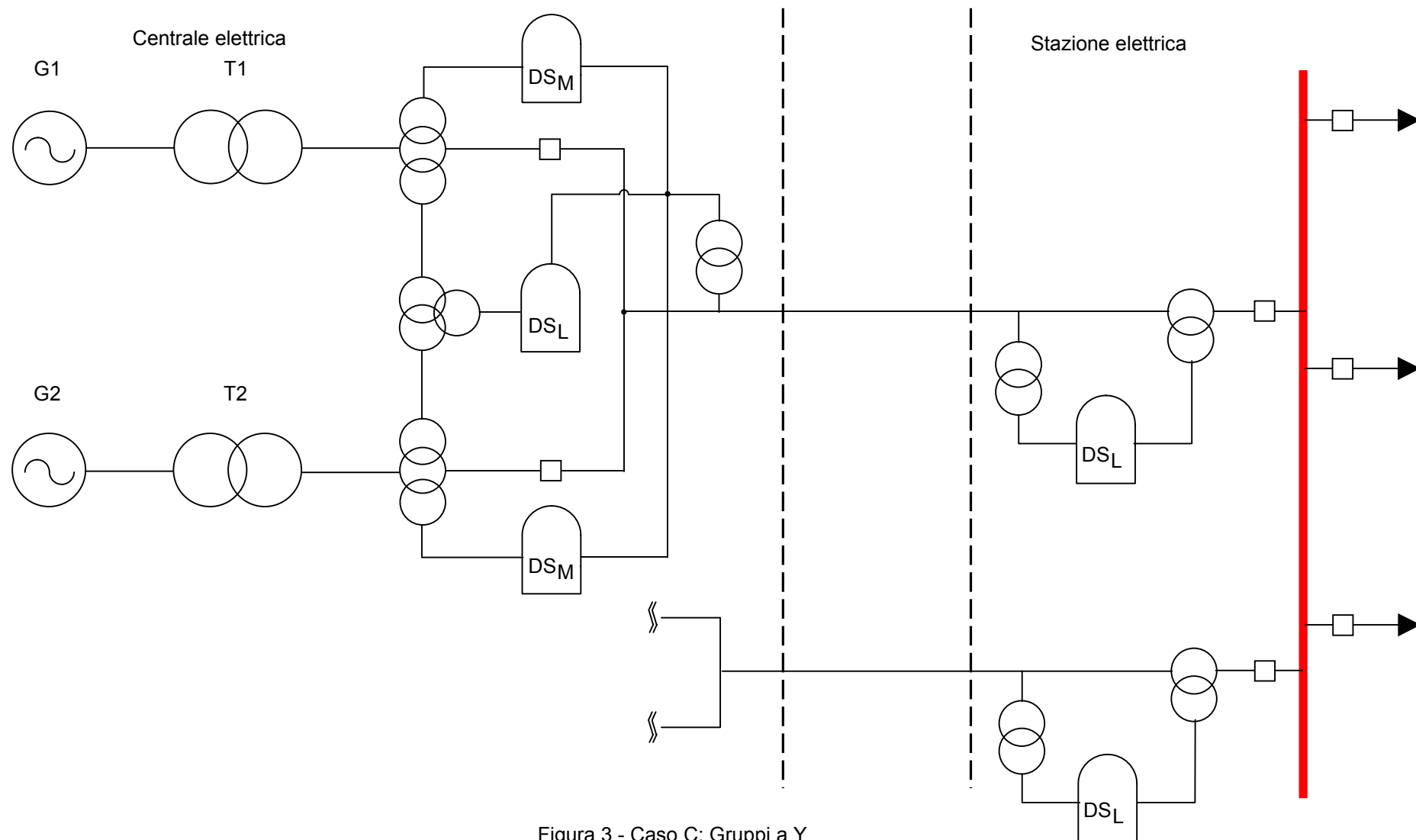


Figura 3 - Caso C: Gruppi a Y

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 13 di 53

4.1.2. Gruppi generatori con potenza nominale inferiore a 200 MVA

La protezione di questi gruppi nei confronti dei corto circuiti esterni è realizzata a mezzo di relè a massima corrente e a minima tensione ad una soglia di intervento installati sul montante MT di gruppo.

Relè di massima corrente

- **Soglia di intervento:** Corrente pari a $1,3 \div 1,5 I_{nG}$,
dove I_{nG} è la corrente nominale del generatore;
- Ritardo: 2 s per gruppi connessi alle reti 132 - 150 kV;
2,6 s per gruppi connessi alla rete 220 kV;
4 s per gruppi connessi alla rete 380 kV.

Relè di minima tensione

- **Soglia di intervento:** Tensione pari a $0,7 V_{nG}$,
dove V_{nG} è la tensione nominale del generatore;
- Ritardo: Stesse temporizzazioni indicate per il relè di massima corrente.
- **Comando**
Scatto del gruppo (per entrambi i relè) con apertura dell'interruttore AT di macchina.

4.1.3. Gruppi generatori con trasformatore elevatore a neutro isolato

Nel caso di gruppi generatori collegati alle reti AT mediante trasformatore elevatore esercito a neutro isolato è prevista, oltre alle protezioni di cui ai punti precedenti, anche una protezione a *massima tensione omopolare* a due soglie di intervento installata sulla sezione AT del gruppo generatore al fine di rilevare con sicurezza i guasti a terra.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 14 di 53

I valori di taratura di tale protezione sono i seguenti:

- **1^a soglia:** Tensione di intervento pari a 10% ÷ 20% di V_{omax} ,
dove V_{omax} è la massima tensione omopolare riscontrabile sulla rete AT nel funzionamento a neutro isolato per corto circuito monofase a terra;

Ritardo: 2 s per gruppi connessi alle reti 132 - 150 kV;
2,6 s per gruppi connessi alla rete 220 kV;
4 s per gruppi connessi alla rete 380 kV.
- **2^a soglia:** Tensione di intervento pari a 70% di V_{omax} ,

Ritardo: 0,1 s.
- **Comando**
Scatto gruppo (per entrambe le soglie) con apertura dell'interruttore AT di macchina.

4.2. Protezione contro i carichi squilibrati

La protezione dei gruppi generatori contro le interruzioni di fase sulla rete di connessione e, più in generale, contro lo squilibrio delle correnti di carico, è realizzata a mezzo di relè a *massima corrente di sequenza inversa* con due soglie di intervento temporizzate, una di allarme ed una di scatto.

I valori di taratura sono, di norma, i seguenti:

- **1^a soglia:** Corrente di intervento I_2 inferiore o uguale a $0,8 I_{2\infty}$.
Normalmente I_2 uguale a: 5 ÷ 8 % I_{nG} ,
dove $I_{2\infty}$ è la corrente inversa ammessa in permanenza dalla macchina e I_{nG} è la corrente nominale del generatore;

Ritardo: 5 s.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 15 di 53

➤ **2^a soglia:** Corrente di intervento pari a $0,9 I_{2\infty}$;

Ritardo: secondo una curva di intervento a tempo inverso $t = 0,8 K / I_2^2$ (p.u.),

dove $K = \int I_2^2 dt$ è la costante di tempo termica corrispondente al tempo per la quale il generatore può sopportare una corrente inversa I_2 pari alla corrente nominale del generatore.

➤ **Comandi**

Allarme per intervento della 1^a soglia della protezione e scatto gruppo con apertura dell'interruttore AT di macchina per intervento della 2^a soglia.

4.3. Protezioni contro le variazioni di frequenza

Sui gruppi termoelettrici connessi alle reti AT sono prescritte protezioni di minima frequenza mentre sui gruppi idroelettrici non regolanti connessi alle stesse reti sono richieste protezioni sia di minima che di massima frequenza; di norma non sono invece adottate protezioni di frequenza sui gruppi idroelettrici regolanti.

Gruppi termoelettrici

I relè a *minima frequenza* dovranno avere due soglie di intervento regolate su i seguenti valori:

➤ **1^a soglia:** Frequenza di intervento pari a 47,5 Hz;

Ritardo: 4 s.

➤ **2^a soglia:** Frequenza di intervento pari a 46,5 Hz;

Ritardo: $\leq 0,1$ s.

➤ **Comando**

Scatto gruppo con apertura dell'interruttore AT di macchina per intervento della 1^a soglia e blocco gruppo per intervento della 2^a soglia.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 16 di 53

Gruppi idroelettrici non regolanti

Per la taratura dei relè a *minima e massima frequenza* dei gruppi idroelettrici non regolanti sono indicati i seguenti valori:

➤ **1^a Soglia:** Frequenza di intervento pari a 46,5 Hz;

Ritardo: 1 s.

➤ **2^a Soglia:** Frequenza di intervento pari a 51,5 Hz;

Ritardo: 1 s.

➤ **Comando**

Scatto gruppo con apertura dell'interruttore AT di macchina.

4.4. Protezione contro la mancata apertura dell'interruttore di gruppo

La protezione contro la *mancata apertura dell'interruttore di gruppo* (MAIG) prescritta è del tipo a massima corrente ed è attivata dallo scatto di tutte le protezioni che agiscono sull'interruttore considerato.

➤ **Soglia di intervento:** Corrente pari al 10 ÷ 20% di I_{nG} ,
dove I_{nG} è la corrente nominale del gruppo generatore;

Ritardo: 0,15 s.

Se il tempo di apertura dell'interruttore è maggiore di 80 ms., la temporizzazione del MAIG va aumentata corrispondentemente.

➤ **Comando**

Blocco gruppo e, ove necessario, apertura di tutti gli interruttori al contorno locali e remoti.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 17 di 53

5. PROTEZIONI DEI SISTEMI DI SBARRA

5.1. Protezione differenziale di sbarra

La protezione differenziale di sbarra viene installata allo scopo di eliminare corto circuiti sulle sbarre in tutti quei nodi (sezioni di stazione) ove la perdita contemporanea dei sistemi di sbarre in cui il nodo è suddiviso, o un ritardo nell'eliminazione corto circuito, può provocare il collasso di una vasta porzione di rete od una intollerabile perdita di generazione.

E' richiesto che la protezione utilizzata sia di tipo stabilizzato sulla corrente passante senza ritardo alcuno nell'intervento.

Per la taratura dei parametri principali valgono i seguenti criteri:

➤ *Corrente differenziale di avviamento*

Per l'avviamento della protezione deve essere scelto un valore di corrente che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) inferiore alla minima corrente di corto circuito per guasto sulle sbarre;
- b) superiore alla massima corrente di carico che può interessare una delle linee afferenti al sistema di sbarre.

➤ *Stabilizzazione*

Il rapporto tra la corrente differenziale e la corrente passante (pendenza della caratteristica di stabilizzazione) deve essere scelto in modo da evitare con sicurezza lo scatto del relè in caso di guasto esterno al sistema di sbarre con saturazione di TA.

La taratura dovrà considerare tutti i fattori che influenzano la risposta al secondario dei TA in presenza di saturazione: corrente di cortocircuito e costante di tempo della componente continua; prestazioni dei riduttori di corrente e carico totale su i TA.

➤ *Comando*

Apertura di tutti gli interruttori riferiti alla sbarra protetta.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 18 di 53

5.2. Protezione contro la mancata apertura dell'interruttore

La protezione contro la mancata apertura degli interruttori della stazione (MAIS) è installata ove prevista, singolarmente o unitamente alla protezione di sbarra; essa è del tipo a massima corrente e viene attivata dallo scatto di tutte le protezioni che agiscono sugli interruttori considerati.

L'intervento delle protezioni MAIS deve essere temporizzato in modo da tener conto, con un certo margine, del tempo di manovra dell'interruttore.

- *Soglia di intervento:* Corrente pari al $10 \div 20\%$ di I_n ,
dove I_n è la corrente nominale del TA per gli interruttori di linea, e la corrente nominale del trasformatore per gli interruttori dei trasformatori;

Ritardo: 0,12 s.

Se il tempo di apertura dell'interruttore è maggiore di 50 ms la temporizzazione del MAIS va aumentata corrispondentemente.

- *Comando*

Apertura di tutti gli interruttori riferiti alla stessa sbarra cui fa capo l'interruttore che non si è aperto.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 19 di 53

6. PROTEZIONI DELLE LINEE ELETTRICHE

6.1. Protezioni di linee tipiche

Ciascun estremo di una linea tipica è protetto con una o due *protezioni distanziometriche*. Di seguito vengono indicati i criteri di carattere generale da adottare per la taratura di tali protezioni. I criteri indicati sono validi per ambedue le protezioni di linea nei casi in cui viene prescritta l'installazione della doppia protezione.

➤ *Avviamento a minima impedenza*

Valore di impedenza che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) maggiore o uguale al 125% dell'impedenza della 3^a zona di misura;
- b) inferiore o uguale al 50% della minima impedenza di carico nelle condizioni più critiche di esercizio;
- c) inferiore alla minima impedenza vista sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in linea.

➤ *Avviamento a massima corrente*

La taratura di norma deve essere pari a $1,5 \div 3 I_n$, dove I_n rappresenta la corrente nominale del TA, verificando che il valore di taratura sia:

- a) superiore al 200% della massima corrente di carico nelle condizioni più critiche di esercizio;
- b) superiore alla massima corrente circolante sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in linea.

➤ *Zone di misura*

Nelle formule che seguono:

- Z_L indica il valore dell'impedenza della linea da proteggere;
- Z_{LC} indica il valore dell'impedenza della linea ad impedenza minore successiva a quella da proteggere;
- Z_{LL} indica il valore dell'impedenza della linea ad impedenza maggiore successiva a quella da proteggere;

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 20 di 53

- 1^a zona: Impedenza pari all'80% di Z_L ;
Ritardo: t. base.
- 1^a zona estesa: Impedenza pari al 120% di Z_L ;
Ritardo: t. base.
- 2^a zona: Impedenza pari all'80% di $(Z_L + 80\% Z_{LC})$ e in ogni caso non inferiore a 120% Z_L ;
Ritardo: 0,3 s.
- 3^a zona: Impedenza pari al 120% di $(Z_L + Z_{LL})$;
Il campo di intervento della terza zona non deve arrivare a coprire l'intera impedenza dei trasformatori di interconnessione tra reti a diverso livello di tensione;
Ritardo: 0,8 s.
- 4^a zona: (direzionale oppure adirezionale a seconda delle esigenze della porzione di rete protetta).
Impedenza coincidente con quella di avviamento;
Ritardo: 1,4 ÷ 1,6 s per le reti a 132 - 150 kV;
2,2 s per la rete a 220 kV;
3,5 s per la rete a 380 kV.
- 5^a zona (ove presente) : come 4^a zona;

Per quanto riguarda le protezioni, sulle quali è possibile tarare indipendentemente gli assi reattivo e resistivo, i valori di impedenza sopra indicati sono validi per l'asse reattivo. I valori di taratura sull'asse resistivo devono essere scelti in modo che il rapporto R/X (dove R e X sono rispettivamente la resistenza e la reattanza tarate su ciascuna zona) sia compreso nell'intervallo 0,5 ÷ 4; i valori maggiori sono scelti per le linee di minor lunghezza.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore di linea.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 21 di 53

6.2. Protezioni di linee corte

La ridotta lunghezza di una linea rende problematica la taratura delle protezioni distanziometriche con riferimento ai seguenti aspetti:

- taratura selettiva delle zone di impedenza;
- compensazione delle resistenze di guasto.

Devono essere, pertanto, adottate delle soluzioni particolari, impiegando di protezioni distanziometriche tarabili separatamente sugli assi reattivo e resistivo.

Si considerano i seguenti casi:

- linee corte con protezioni distanziometriche ai due estremi e schema di teleprotezione;
- linee corte con protezioni ai due estremi senza schema di teleprotezione;
- linee corte con protezione ad un solo estremo.

6.2.1. *Linee corte con protezioni distanziometriche ai due estremi e schema di teleprotezione Permissive Overreaching con eco*

Tale soluzione è prescritta per le linee a 150 -132 kV di lunghezza inferiore a 2 km oppure di lunghezza compresa tra 2 e 6 km in cui è importante assicurare rapidità e selettività di intervento. Un analogo campo di applicazione viene indicato per le linee a 220 kV, mentre per la rete a 380 kV tale soluzione è consigliata su tutte le linee di lunghezza inferiore a 6 km.

Lo schema di teleprotezione prescritto è quello a consenso con zona estesa “Permissive Overreaching” con eco; tale schema richiede che la 1^a zona delle protezioni distanziometriche ai due estremi da proteggere sia tarata otre il 100% dell’impedenza della linea e che il comando di scatto in 1^a zona di ciascuna protezione avvenga solo quando dall’estremo opposto giunge il segnale che anche la protezione affacciata ha rilevato il guasto in 1^a zona. In tal modo lo scatto in tempo base sarà permesso solo per guasti all’interno della linea.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 22 di 53

Affinché possa funzionare anche in caso di estremo debole o interruttore di linea aperto, lo schema deve essere dotato di logica eco in base alla quale un segnale di consenso in ricezione viene ritrasmesso dopo un tempo breve (tipicamente 40 ms) se si verifica una delle seguenti condizioni:

- mancato avviamento della protezione;
- stato di aperto dell'interruttore di linea.

La taratura delle *protezioni distanziometriche* sarà eseguita nel modo di seguito indicato:

➤ **Avviamento**

Stessi criteri esposti per le linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Zone di misura**

1^a zona: Reattanza pari al 120% di X_L (X_L è la reattanza della linea da proteggere) e comunque non inferiore a 2 ohm primari;

Resistenza pari a 4 volte la reattanza di taratura;

Ritardo: t. base.

2^a zona: Reattanza pari all'80% di ($X_L + 80\%$ della reattanza della linea adiacente a reattanza più bassa) e comunque non inferiore alla reattanza di taratura della 1^a zona;

Resistenza pari a 4 volte la reattanza di taratura;

Ritardo: 0,3 s.

3^a, 4^a e 5^a zona: Stessi criteri di taratura esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Comando**

Apertura degli interruttori di linea.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 23 di 53

6.2.2. *Linee corte con protezioni distanziometriche ai due estremi senza schema di teleprotezione*

Tale soluzione si adotta per linee a 220-150-132 kV di lunghezza compresa tra 2 e 6 Km in cui si accetta la possibilità di interventi ritardati in 2^a zona in caso di guasto permanente, per ridotta compensazione della resistenza di guasto.

La taratura delle *protezioni distanziometriche* sarà eseguita nei modi di seguito elencato:

➤ *Avviamento*

Stessi criteri esposti per le linee tipiche esposte nel paragrafo 6.1.

➤ *Zone di misura*

- | | |
|--|---|
| 1 ^a zona: | Reattanza pari all'80% di X_L ,
dove X_L è la reattanza delle linea da proteggere;
Resistenza pari a 4 volte la reattanza di taratura;
Ritardo: t. base. |
| 1 ^a zona estesa: | Reattanza pari al 120% e comunque non inferiore a 2 ohm primari;
Resistenza pari a 4 volte la reattanza di taratura;
Ritardo: t. base. |
| 2 ^a zona: | Reattanza pari all'80% di ($X_L + 80\%$ della reattanza della linea adiacente a reattanza più bassa) e comunque non inferiore a 2 ohm primari;
Resistenza pari a 4 volte la reattanza di taratura;
Ritardo: 0,3 s. |
| 3 ^a , 4 ^a e 5 ^a zona: | stessi criteri di taratura esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1. |

➤ *Comando*

Apertura degli interruttori di linea.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 24 di 53

6.2.3. Linee corte con protezione distanziometrica ad un solo estremo

Tale caso, illustrato in Fig. 4, si presenta sulle reti a 150 – 132 kV quando una cabina primaria di distribuzione è adiacente ad una stazione ed è ad essa connessa mediante un collegamento di lunghezza ridotta (< 300 m.).

Si osserva in particolare che su tali collegamenti è presente un interruttore con protezione distanziometrica solo lato stazione (A), mentre lato cabina primaria (B) è presente, di norma, un sezionatore. La protezione distanziometrica in A coopera con le protezioni della cabina primaria tramite un sistema di teleprotezione con schema di blocco.

Lo scatto in 1^a zona della protezione in A viene bloccato per ricezione del segnale di blocco emesso da una qualunque delle protezioni installate sui montanti AT della cabina primaria adiacente nel caso venga rilevato un guasto esterno al collegamento corto.

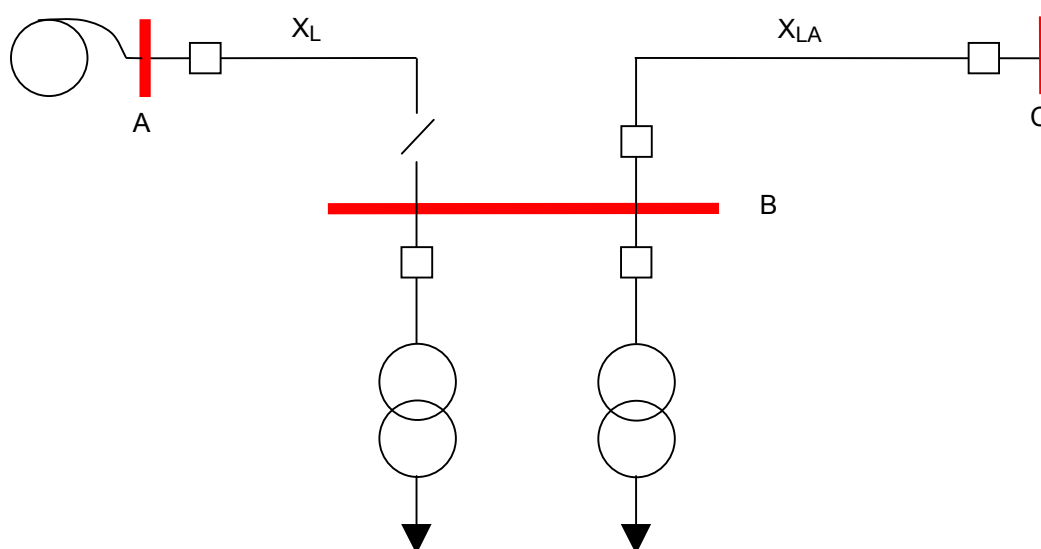


Figura 4 - Linee corte a 150 – 132 kV che collegano cabine primarie a stazioni adiacenti

In particolare Il segnale di blocco è emesso:

- dall'avviamento in direzione avanti della protezione distanziometrica di linea installata nella cabina primaria sulla linea BC;
- dall'avviamento delle protezione a massima corrente lato AT dei trasformatori AT/MT della cabina primaria.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 26 di 53

6.3. Protezioni di linee a tre estremi (Linee a T)

Si definiscono linee a tre estremi i collegamenti che connettono rigidamente tre nodi dietro ai quali ci può essere generazione (estremi attivi) oppure carico (estremi passivi).

Tali collegamenti si presentano unicamente nelle reti a 220-150-132 kV. Nella rete a 380 kV possono presentarsi solo per limitati periodi in occasione di lavori sulla rete. Per tali casi dovranno essere studiati gli assetti protettivi più opportuni, adottando criteri di taratura analoghi a quelli descritti nel seguito.

6.3.1. Linee a tre estremi attivi

Viene considerata la configurazione più generale di collegamento a tre estremi attivi illustrata in Fig. 5. In tale configurazione, con reti alle spalle comunque variabili e con rapporti qualsiasi tra le impedenze Z_{L1} , Z_{L2} e Z_{L3} dei tre rami, la rapidità e la selettività non possono essere assicurate con le sole protezioni distanziometriche. Dovranno essere perciò adottati sistemi di protezione cooperanti tra loro con schemi di teleprotezione quali:

- schema di mutuo consenso direzionale;
- schema di blocco.

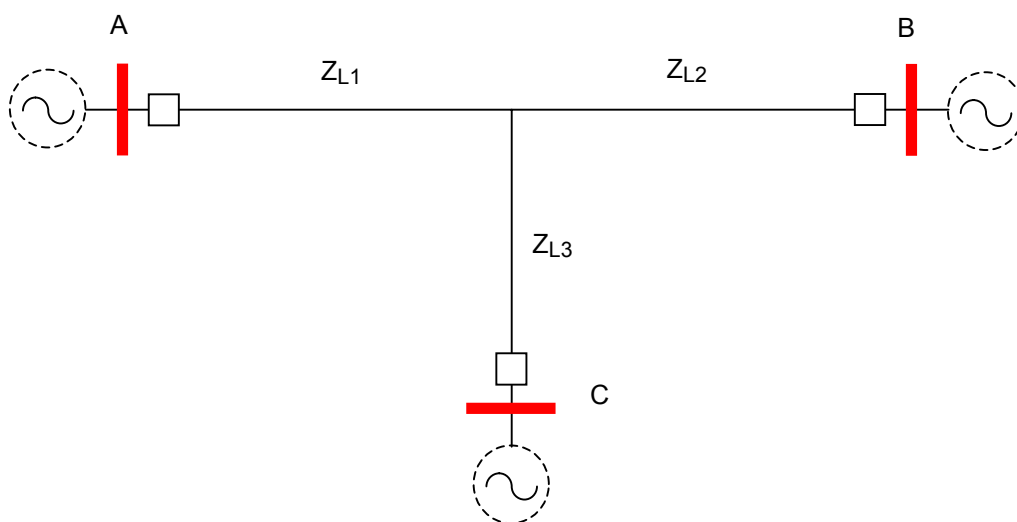


Figura 5 - Linee a T

Assumendo $Z_{L1} > Z_{L2} > Z_{L3}$, le tarature da applicare alle protezioni nei tre estremi A, B e C risultano le seguenti:

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 27 di 53

Protezione distanziometrica nell'estremo A

➤ **Avviamento**

Stessi criteri esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Zone di misura**

- 1^a zona: Impedenza pari all 80% di ($Z_{L1} + Z_{L3}$);
Ritardo: t. base.
- 2^a zona: Impedenza pari al 120% di ($Z_{L1} + 2Z_{L2}$);
Ritardo: 0,6 s. ⁽¹⁾
- 3^a zona: Impedenza maggiore o uguale al 150% della 2^a zona;
Ritardo: 1,0 s.
- 4^a zona: (direzionale oppure adirezionale a seconda delle esigenze della porzione di rete protetta).
Impedenza coincidente con quella di avviamento;
Ritardo: 1,4 ÷ 1,6 s per le reti a 132 - 150 kV;
2,2 s per la rete a 220 kV;
3,5 s per la rete a 380 kV.
- 5^a zona (ove presente) : come 4^a zona.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore di linea nell'estremo A.

⁽¹⁾ Negli impianti affacciati, al fine di contenere il tempo di eliminazione dei guasti che possono presentarsi sulle sbarre, può essere installata una protezione distanziometrica dotata di una zona di intervento in direzione contraria, aggiuntiva alle altre zone orientate in direzione avanti e tarata in modo selettivo rispetto alla 1^a zona delle protezioni installate sulle altre linee in partenza dallo stesso impianto.

Tipicamente:

Zona rovescia: Impedenza pari al 50% di Z_{LC} ,
dove: Z_{LC} è l'impedenza della linea più corta facente capo all'impianto considerato;
Ritardo: 0,3 s.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 28 di 53

Protezione distanziometrica nell'estremo B

➤ **Avviamento**

Stessi criteri esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Zone di misura**

1^a zona: Impedenza pari all'80% di ($Z_{L2} + Z_{L3}$);

Ritardo: t. base.

2^a zona: Impedenza pari al 120% di ($Z_{L2} + 2Z_{L1}$);

Ritardo: 0,6 s. ⁽¹⁾

3^a zona: Impedenza maggiore o uguale al 150% della 2^a zona;

Ritardo: 1,0 s.

4^a zona: (direzionale oppure adirezionale a seconda delle esigenze della porzione di rete protetta).

Impedenza coincidente con quella di avviamento.

Ritardo: 1,4 ÷ 1,6 s per le reti a 132 - 150 kV;

2,2 s per la rete a 220 kV;

3,5 s per la rete a 380 kV.

5^a zona (ove presente): come 4^a zona.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore di linea nell'estremo B.

⁽¹⁾ Stessa nota relativa alla 2^a zona della protezione distanziometrica nell'estremo A

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 29 di 53

Protezione distanziometrica nell'estremo C

➤ **Avviamento**

Stessi criteri esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Zone di misura**

1^a zona: Impedenza pari all 80% di ($Z_{L3} + Z_{L2}$);

Ritardo: t. base.

2^a zona: Impedenza pari al 120% di ($Z_{L3} + 2Z_{L1}$);

Ritardo: 0,6 s. ⁽¹⁾

3^a zona: Impedenza maggiore o uguale al 150% della 2^a zona;

Ritardo: 1,0 s.

4^a zona (direzionale oppure adirezionale a seconda delle esigenze della porzione di rete protetta).

Impedenza coincidente con quella di avviamento;

Ritardo: 1,4 ÷ 1,6 s per le reti a 132 - 150 kV;

2,2 s per la rete a 220 kV;

3,5 s per la rete a 380 kV.

5^a zona (ove presente): come 4^a zona.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore di linea nell'estremo C.

In caso di indisponibilità prolungata del sistema di teleprotezione, oppure per assetti di rete provvisori nei quali non si adotta la teleprotezione, le protezioni dovranno operare con la 1^a zona estesa (tarata come la 2^a zona) pilotata dal dispositivo di autorichiusura.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 30 di 53

6.3.2. Linee a tre estremi con utente passivo

Si fa riferimento al caso esemplificato in Fig. 6 nel quale l'utente è connesso alla linea attraverso una derivazione rigida.

A ciascuno dei due estremi attivi A e B della linea sono installate protezioni distanziometriche con le tarature di seguito indicate:

Protezione distanziometrica nell'estremo A

➤ **Avviamento**

Stessi criteri esposti per la linee tipiche nel paragrafo 6.1.

➤ **Zone di misura**

Nelle formule che seguono:

- Z_{L1} indica l'impedenza del ramo della linea a T associato all'estremo attivo A;
- Z_{L2} indica l'impedenza del ramo della linea a T associato all'estremo attivo B;
- Z_{L3} indica l'impedenza del ramo della linea a T associato all'estremo passivo C;
- Z_{LC} indica l'impedenza della linea più corta successiva all'estremo B;
- Z_{LL} indica l'impedenza della linea più lunga successiva all'estremo B.

1^a zona: Impedenza pari all'80% di $(Z_{L1} + Z_{L2})$;

Ritardo: t. base.

1^a zona estesa: Impedenza pari al valore maggiore tra 120% di $(Z_{L1} + Z_{L2})$ e 120% di $(Z_{L1} + 2Z_{L3})$;

Ritardo: t. base.

2^a zona: Impedenza pari al valore maggiore tra:

- 120% di $(Z_{L1} + Z_{L2})$;
- 120% di $(Z_{L1} + 2 Z_{L3})$;
- 80% di $(Z_{L1} + Z_{L2} + 80\% Z_{LC})$;

Ritardo: 0,3 s.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 31 di 53

3^a zona: Impedenza pari al 120% di ($Z_{L1} + Z_{L2} + Z_{LL}$) e comunque non inferiore al 125% della impedenza di taratura della 2^a zona;

Ritardo: 0,8 s.

4^a e 5^a zona : stessi criteri di taratura esposti per le linee tipiche nel paragrafo 6.1.

Se la 2^a zona non è selettiva con quella della linee successive, si può aumentare la temporizzazione relativa fino ad un massimo di 0,6 s.⁽¹⁾

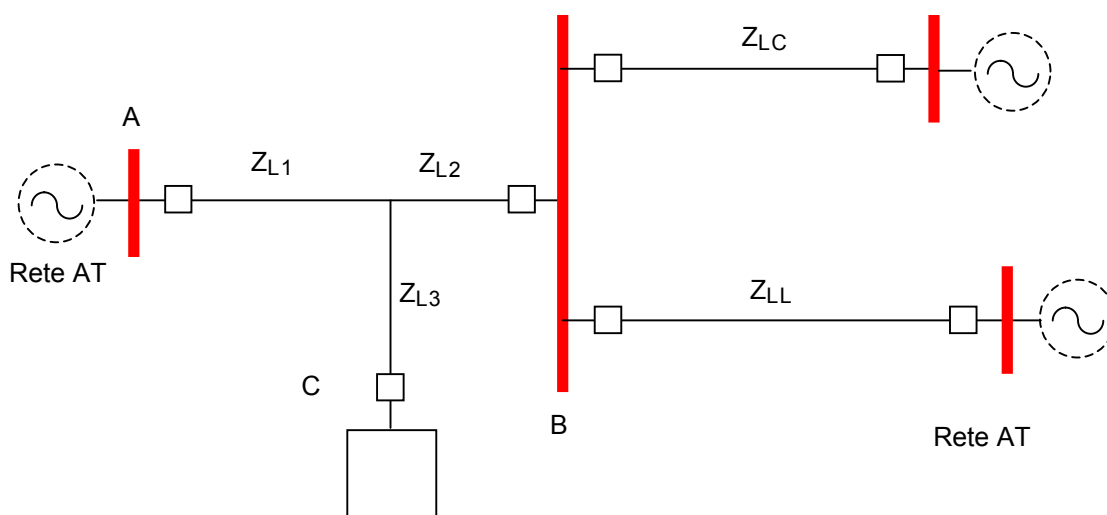


Figura 6 - Linea a tre estremi con utenza passiva derivata lungo la linea

Protezione distanziometrica nell'estremo B

Si devono adottare tarature simmetricamente uguali a quelle indicate per l'estremo A.

Protezione nell'estremo C

In questo estremo non dovranno essere installate protezioni di linea; sulla sezione AT dell'impianto dell'utente sono previsti i soli relè di massima corrente a protezione dei trasformatori di distribuzione AT/MT con le tarature indicate al paragrafo 9.1.

⁽¹⁾ Stessa nota relativa alla 2^a zona delle protezioni distanziometriche sulle linee a tre estremi attivi (paragrafo 6.3.1)

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 32 di 53

6.4. Protezioni di linee in antenna

Le linee in antenna costituiscono l'unico collegamento alla rete di gruppi di generazione oppure di carichi passivi. Il sistema di protezione da adottare su di esse dipende dal tipo di utente connesso e, nel caso di produttori, dalla taglia dei gruppi generatori installati nell'impianto.

6.4.1. Linee in antenna con gruppi generatori di potenza superiore a 20 MVA

Nel caso in cui la potenza dell'impianto di generazione è superiore a 20 MVA, vengono utilizzate *protezioni distanziometriche* in ambedue gli estremi della linea. Per la loro taratura si adottano gli stessi criteri esposti per le linee tipiche nel paragrafo 6.1.

Se i generatori sono collegati alla linea tramite trasformatore elevatore a neutro isolato, è richiesta anche una *protezione a massima tensione omopolare* a due soglie di intervento contro i corti circuiti monofase a terra; tale protezione può anche coincidere con quella prevista sul gruppo generatore contro i corto circuiti esterni e dovrà avere gli stessi valori di taratura indicati per tale protezione al paragrafo 4.1.3 eccezione fatta per il ritardo di intervento della 1^a soglia che va regolato, per tutti i livelli di tensione, su un valore pari a $1,2 \div 1,6$ s.

Tutte le protezioni installate ai due estremi della linea comandano l'apertura dei rispettivi interruttori.

6.4.2. Linee in antenna con gruppi generatori di potenza inferiore a 20 MVA

Gruppi generatori di taglia inferiore a 20 MVA collegati in antenna sono presenti solo sulle reti 150 ÷ 132 kV. In questi casi non vengono utilizzate protezioni di tipo distanziometrico ma relè di massima corrente ad una soglia di intervento ritardata ad entrambi gli estremi della linea.

All'estremo collegato con il generatore si utilizza anche un relè a minima tensione ad una soglia di intervento ritardata e, nel caso di generatori con trasformatore elevatore a neutro isolato, è prevista anche una protezione a massima tensione omopolare a due soglie di intervento al fine di rilevare i corto circuiti monofase a terra.

Le protezioni di linea, lato generatore, possono anche coincidere con quelle previste sul gruppo contro i corto circuiti esterni (vedi. paragrafo 4.1.2).

	GUIDA TECNICA		N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV		Pagina: 33 di 53

Con riferimento alla Fig. 7, i valori di taratura dei relè dovranno essere i seguenti:

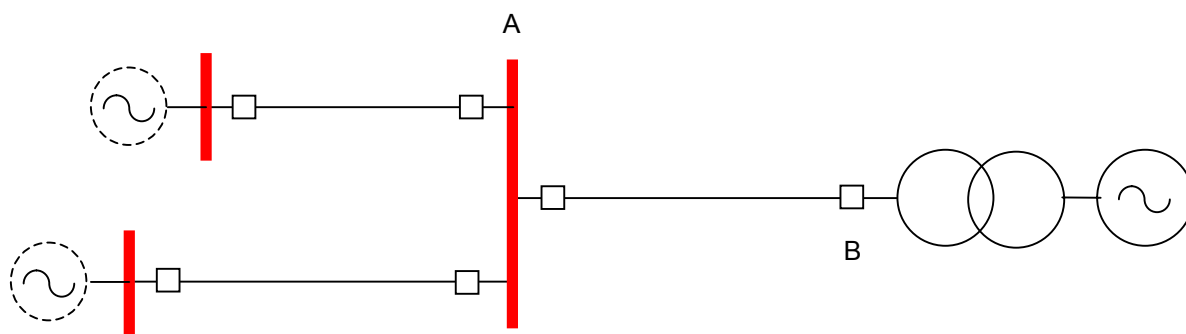


Figura 7 - Linea in antenna con generatore

Protezione nell'estremo A (lato rete)

Relè di massima corrente

- ***Soglia di intervento:*** La corrente I deve essere scelta in modo da soddisfare le seguenti condizioni:

$$I_{ccRmin} > I > I_{ccGmax},$$

dove I_{ccRmin} è la minima corrente di corto circuito fornita dalla rete a cui è collegata la linea per corto circuito in B;

I_{ccGmax} è la massima corrente di corto circuito fornita dal generatore per corto circuito in A;

Ritardo: $\leq 0,15$ s.

- ***Comando***

Apertura interruttore di linea all'estremo A.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 34 di 53

Protezione nell'estremo B (lato generatore)

Relè di massima corrente

- ***Soglia di intervento:*** La corrente I deve essere scelta in modo da soddisfare le seguenti condizioni:

$$I_{ccGmin} > I > 1,2 I_{nG},$$

dove I_{ccGmin} è la minima corrente fornita dal generatore per corto circuito in A; I_{nG} è la corrente nominale del generatore;

normalmente la corrente I può essere regolata su un valore pari a $1,3 I_{nG}$;

Ritardo: 0,6 s.

- ***Comando***

Apertura dell'interruttore di linea all'estremo B.

Relè di minima tensione

- ***Soglia di intervento:*** Tensione pari al 70% di V_{nG} ,
dove V_{nG} è la tensione nominale del generatore;

Ritardo: 0,6 s.

- ***Comando***

Apertura dell'interruttore di linea all'estremo B.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 35 di 53

Relè di massima tensione omopolare (solo per gruppi con trasformatore elevatore a neutro isolato)

- **1^a soglia:** Tensione di intervento pari al 10% ÷ 20% di V_{omax} ,
dove V_{omax} è la massima tensione omopolare riscontrabile sulla rete AT nel funzionamento a neutro isolato per corto circuito monofase a terra;

Ritardo: 1,2 ÷ 1,6 s.

- **2^a soglia:** Tensione di intervento pari al 70% V_{omax} ;

Ritardo: 0,1 s.

- **Comando**

Apertura dell'interruttore di linea all'estremo B.

6.4.3. Linee in antenna di alimentazione ad utenti passivi

Tali linee alimentano impianti di utenti AT con carico passivo. La loro protezione è realizzata normalmente con relè di massima corrente a due soglie di intervento.

Con riferimento alla Fig. 8, si adottano le seguenti tarature:

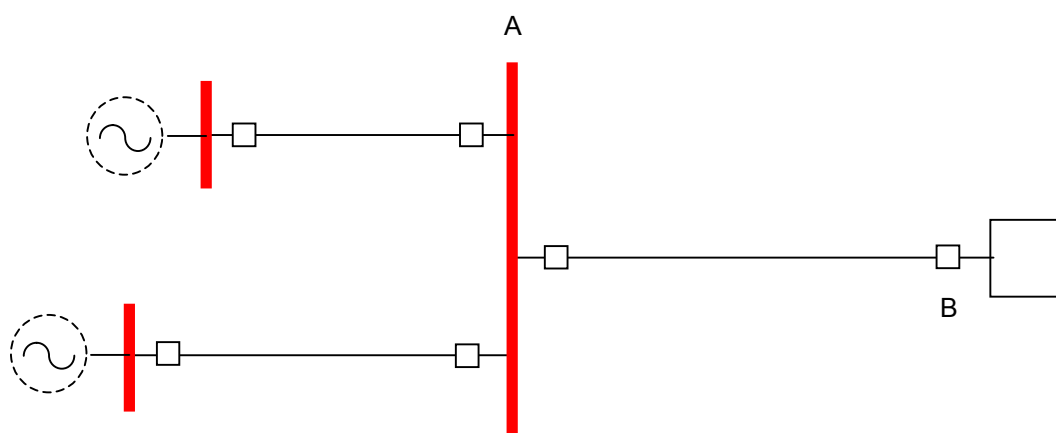


Figura 8 - Linea in antenna con utenze passive

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 36 di 53

Protezione nell'estremo A (lato rete)

Relè di massima corrente

- **1^a soglia:** Corrente di intervento pari a $1,5 I_{nTR}$,
dove I_{nTR} è la corrente nominale totale dei
trasformatori presenti nell'impianto dell'utente;
Ritardo: 1 s.
- **2^a soglia:** Corrente di valore tale da non causare interventi per
corto circuiti sulla sezione MT dei trasformatori
installati nell'impianto dell'utente;
Ritardo: $\leq 0,15$ s.
- **Comando**
Apertura interruttore di linea all'estremo A.

Protezione nell'estremo B (lato utente)

In questo estremo non dovranno essere installate protezioni di linea; sulla sezione AT dell'impianto dell'utente sono previsti i soli relè di massima corrente a protezione dei trasformatori di distribuzione AT/MT con le tarature indicate al paragrafo 9.1.

6.5. Protezioni di linee in cavo

Di norma le linee in cavo hanno una lunghezza ridotta e non possono essere protette col solo impiego delle protezioni distanziometriche; risulta così necessario il ricorso a schemi di teleprotezione ed a protezioni differenziali di linea.

Il sistema di protezione può essere uno dei seguenti:

- A - protezioni distanziometriche ad entrambi gli estremi della linea cooperanti tra loro con schema di teleprotezione Permissive Overreaching;
- B - protezione differenziale tra gli estremi della linea e una protezione distanziometrica di riserva ad uno o ad entrambi gli estremi secondo le necessità.

Tali soluzioni protettive si applicano anche alle linee miste (parte in cavo e parte aeree)

Le protezioni distanziometriche utilizzate devono permettere la taratura in modulo ed in fase del coefficiente di terra K_t e, in alcuni casi, consentire la temporizzazione della 1^a zona.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 37 di 53

6.5.1. *Linee in cavo con protezioni distanziometriche e schema di teleprotezione* *Permissive Overreaching con eco*

Tale soluzione è quella di normale impiego per le linee corte. Per la taratura delle protezioni valgono i criteri esposti nel paragrafo 6.2.1.

6.5.2. *Linee in cavo con protezione differenziale e protezioni distanziometriche senza teleprotezione*

Tale soluzione consiste nell'impiego di una differenziale, protezione tipica di un singolo componente, e di distanziometriche che assicurano la protezione delle sbarre alle quali il cavo è collegato e la riserva alle altre protezioni di rete.

Per la *protezione differenziale* non è prevista alcuna temporizzazione nell'intervento.

Per la taratura delle *protezioni distanziometriche* valgono invece i criteri generali esposti per la linee tipiche al paragrafo 6.1. Nel caso in cui campi di regolazione della protezione non consentono la taratura della prima zona all'80% dell'impedenza della linea, dovrà essere introdotto un ritardo di 150 ÷ 170 ms al fine di assicurare la selettività con le protezioni delle linee successive.

In presenza di tratti in cavo contigui si possono installare le distanziometriche ad entrambi gli estremi di ogni tratto solo se l'impedenza dei cavi è tale da permettere la taratura selettiva delle zone di intervento delle protezioni. Nel caso ciò non sia possibile le protezioni vanno installate solo agli estremi più lontani.

Con riferimento alla Fig. 9, ipotizzando che l'impedenza dei singoli tratti in cavo sia tale da non assicurare la selettività, le distanziometriche vanno installate solo in A e C.

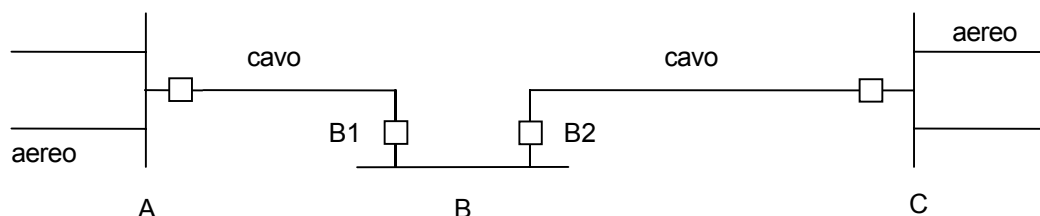


Figura 9

Nel caso di Fig.10, sempre nell'ipotesi che l'impedenza dei tre tratti in cavo sia tale da non assicurare la selettività, le distanziometriche vanno installate in A e D.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 38 di 53

Le protezioni potranno essere installate anche in B2 e C1 se la impedenza dei tratti B-D e C-A, permettono la taratura delle protezioni senza sovrapposizioni in 1^a zona .

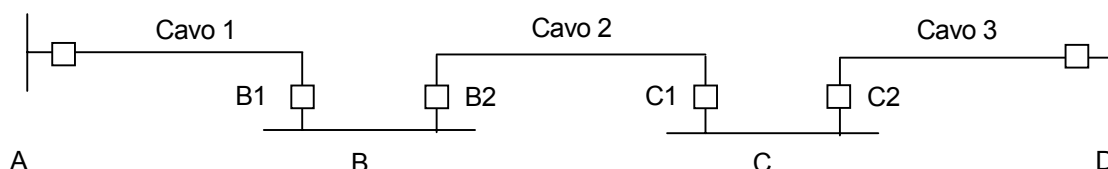


Figura 10

6.6. Protezione di linee in regime speciale

Tra le disposizioni da applicare nell'effettuazione dei lavori sotto tensione in linea è compresa quella che prevede l'apertura degli interruttori agli estremi se, nel corso dei lavori, si verifica un guasto esterno alla linea in manutenzione con deenergizzazione e successiva rienergizzazione della linea stessa.

Il provvedimento ha lo scopo di proteggere le squadre di lavoro dal rischio di sovratensioni che possono insorgere alla rienergizzazione e viene realizzato mediante impiego di una *protezione a minima tensione* ad una soglia di intervento ritardata. Tale protezione viene attivata soltanto durante il regime di esercizio speciale della linea. Per essa vengono indicati i seguenti valori di taratura:

- **Soglia di intervento:** Tensione pari a $0,3 V_n$,
dove V_n è la tensione nominale della linea.

Ritardo: 0,2 s per le reti a 132 - 150 - 220 kV;
0,6 s per la rete a 380 kV e comunque inferiore al più basso tempo di attesa dei dispositivi di richiusura rapida automatica installati sulle reti.
- **Comando:** Apertura dell'interruttore di linea.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 39 di 53

7. DISPOSITIVI ASSOCIATI ALLE PROTEZIONI DI LINEA

7.1. Dispositivo antipendolazione

Tale dispositivo permette di bloccare l'intervento delle protezioni distanziometriche quando la linea è soggetta a forti oscillazioni elettromeccaniche.

Sulle linee nelle quali è previsto l'utilizzo di tale dispositivo il blocco delle protezioni deve operare per velocità di variazione dell'impedenza misurata dZ/dt inferiore a 300 ohm/sec e il tempo di blocco della protezione deve essere normalmente di 2 s.

7.2. Dispositivo di richiusura rapida automatica

Sulle linee aeree delle reti a tensione superiore a 100 kV deve essere di norma adottata la richiusura rapida automatica degli interruttori. Il suo impiego non è invece previsto sulle linee in cavo, mentre sulle linee miste (parte aeree e parte in cavo) l'inserzione della richiusura rapida automatica deve essere valutata caso per caso tenendo soprattutto conto della lunghezza della parte aerea rispetto a quella in cavo.

Il funzionamento della richiusura rapida è associato al funzionamento in tempo base delle protezioni di linea.

In linea generale valgono i seguenti criteri:

Linee a 380 kV: la richiusura da attuare sarà, di norma, del tipo unipolare;

Linee a 220 kV: la richiusura da attuare sarà, di norma, del tipo uni-tripolare;

Linee a 150-132 kV: sulle reti passive, prive cioè di gruppi generatori, il tipo di richiusura da attuare sarà del tipo tripolare, mentre nelle aree in cui sono presenti unità di generazione, dovrà essere adottata la richiusura unipolare in tutti quei casi in cui, per la configurazione della rete nel nodo considerato, la richiusura tripolare possa compromettere la stabilità o l'integrità dei generatori.

➤ *Tempo di discriminazione*

Il tempo di discriminazione (intervallo tra l'avviamento e lo scatto della protezione distanziometrica entro il quale viene consentito il ciclo di richiusura automatica) deve avere un valore pari al ritardo di intervento della 2^a zona della protezione distanziometrica ridotto di 100 ms.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 40 di 53

➤ *Tempo di attesa*

Il tempo di attesa per la richiusura automatica degli interruttori (intervallo di tempo tra il comando di scatto della protezione ed il comando di richiusura necessario alla deionizzazione dell'arco) dovrà avere i valori indicati nella seguente tabella:

LINEE	TEMPI DI ATTESA		
	RICHIUSURA UNIPOLARE (s)	RICHIUSURA TRIPOLARE (s)	NOTE
380 Kv	2,0	0,4	in casi particolari (ad esempio su linee lunghe, linee in doppia terna e linee a tre estremi) potranno essere adottati tempi di attesa superiori.
220 kV	1,0	0,3	
150-132 Kv	0,5	0,3	

➤ *Tempo di neutralizzazione*

Il tempo di neutralizzazione sarà scelto in accordo al tempo t_2 del ciclo operativo dell'interruttore (O – t_1 – CO – t_2 – CO).

Normalmente esso sarà pari ad 1 min.; per gli interruttori vetusti tale tempo sarà di 3 min.

➤ *Estensione della 1^a zona*

Per la riuscita della richiusura rapida automatica è indispensabile l'intervento in tempo base delle protezioni distanziometriche ad entrambi gli estremi della linea anche se il guasto si presenta nei tratti terminali del collegamento coperti dalle protezioni distanziometriche in 2^a zona.

In assenza di schemi di teleprotezione lo scatto in tempo base per guasti sull'intera linea viene conseguito assegnando agli stessi dispositivi di richiusura automatica il compito di variare il campo di intervento delle protezioni distanziometriche dalla 1^a zona alla 1^a zona estesa per tutta la durata del tempo di discriminazione secondo le modalità di seguito indicate:

- con richiusura rapida tripolare: estensione della 1^a zona per tutti i tipi di guasto;
- con richiusura rapida unipolare: estensione della 1^a zona per i soli guasti monofase.

In caso di esclusione, il dispositivo di richiusura automatica non deve operare alcuna variazione della 1^a zona.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 41 di 53

7.3. Dispositivo di richiusura lenta automatica

Tale dispositivo permette una richiusura automatica della linea precedentemente aperta a seguito dell'intervento delle protezioni di linea. Esso deve operare in accordo con il tempo t_2 del ciclo operativo dell'interruttore (O – t₁ – CO – t₂ – CO).

Il dispositivo, per ciascun montante, deve essere predisposto o in modalità di “lancio di tensione” (in assenza di tensione in linea) oppure in modalità di “parallelo” (con controllo delle condizioni di tensione, di fase e di scorrimento ai due capi dell'interruttore aperto).

In caso di linee equipaggiate con dispositivi di richiusura lenta automatica ad entrambi gli estremi, uno di essi sarà programmato per eseguire la funzione di lancio di tensione e l'altro per eseguire la manovra di parallelo.

Nell'eventualità che l'estremo considerato sia vicino a gruppi di generazione, è da evitare la predisposizione del dispositivo per il lancio di tensione, al fine di non rischiare di sottoporre i gruppi ad una successiva sollecitazione in caso di guasto permanente.

Per la taratura di tale dispositivo in modalità “parallelo” valgono i seguenti valori:

- *Differenza di tensione (modulo):* 10 ÷ 30% V_n ;
- *Differenza di fase:* 30° ÷ 45°; ⁽¹⁾
- *Scorrimento (per reti sincrone):* 0,02 – 0,05%;
- *Scorrimento (per reti asincrone):* 0,3 – 0,8%;
- *Tempo di verifica:* 30 s;
- *Tempo di attesa:* 60 o 180 s; ⁽²⁾

⁽¹⁾ In casi particolari 60°.

⁽²⁾ In accordo al tempo t_2 del ciclo operativo dell'interruttore installato nei due estremi.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 42 di 53

8. PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI DI INTERCONNESSIONE

I criteri di taratura che seguono riguardano le protezioni contro i soli corto circuiti esterni ai trasformatori 380/220 kV, 380/150-132 kV e 220/150-132 kV a valle dei riduttori di corrente installati sui montanti di macchina. Le protezioni contro i corto circuiti interni ai trasformatori (differenziale, Buchholz, ecc.) non sono prese in considerazione.

Si considerano solo autotrasformatori eserciti con neutro a terra o trasformatori con avvolgimenti stella-stella e centri stella collegati francamente a terra ad entrambi i lati, nei quali la protezione contro i corto circuiti esterni viene realizzata a mezzo di protezioni a massima corrente ad una soglia di intervento e/o protezioni distanziometriche sul lato AT e di protezioni distanziometriche sul lato BT.

Per comodità si designano con "AT" e "BT" rispettivamente le tensioni superiore ed inferiore della macchina.

Protezione a massima corrente sul lato AT dei trasformatori

La taratura della protezione deve essere realizzata in modo da assicurare la selettività nei confronti delle altre protezioni di rete. I valori di taratura sono i seguenti:

- **Soglia di intervento:** Corrente pari a $1,5 \div 2 I_{nTR}$;
dove I_{nTR} indica la corrente nominale lato AT del trasformatore;

Ritardo: 2,0 s per trasformatori 380/150 -132 kV e
220/150 -132 kV;
2,8 s per trasformatori 380/220 kV.
- **Comando**
Apertura dell'interruttore lato AT del trasformatore.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 43 di 53

Protezione distanziometrica sul lato AT dei trasformatori

Per tale protezione vengono indicati i seguenti valori di taratura:

➤ ***Avviamento a minima impedenza***

Valore di impedenza che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) maggiore o uguale al 125% della massima impedenza tarata sulle prime tre zone di misura;
- b) maggiore o uguale al 125% dell'impedenza vista per corto circuito sul lato BT del trasformatore;
- c) inferiore o uguale al 50% dell'impedenza corrispondente alla potenza nominale del trasformatore;
- d) inferiore alla minima impedenza vista sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

➤ ***Avviamento a massima corrente***

Valore di corrente che soddisfa le seguenti condizioni:

- a) superiore o uguale a $2 I_{nTR}$, dove I_{nTR} è la corrente nominale dell'avvolgimento AT del trasformatore;
- b) inferiore alla minima corrente richiamata da un corto circuito sul lato BT del trasformatore;
- c) superiore alla massima corrente circolante sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

➤ ***Zone di misura***

1^a zona (verso il trasformatore);

- a) protezioni con coefficiente di terra K_t regolabile separatamente nelle due direzioni: impedenza pari al 70% della impedenza equivalente del trasformatore con $K_t = 0$ in direzione del trasformatore;

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 44 di 53

- b) protezioni con unica regolazione del coefficiente di terra K_t nelle due direzioni: impedenza pari al 30% della impedenza equivalente del trasformatore, con K_t adattato alla rete protetta in 2^a e 3^a zona;

Ritardo: 0,15 s.

2^a zona (verso rete): Impedenza inferiore al 50% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione);

Ritardo: 0,3 s.

3^a zona (verso rete): Impedenza pari all'80% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione);

Ritardo: 0,8 s.

oppure

Impedenza pari al 120% della linea afferente alla stazione che presenta l'impedenza maggiore;

Ritardo: 1,2 s.

La scelta tra i due criteri deve essere effettuata in base alla configurazione della rete da proteggere in modo da realizzare la più vantaggiosa combinazione tra grado di copertura selettiva della rete e tempo di eliminazione dei guasti.

4^a zona (adirezionale): Impedenza coincidente con quella di avviamento;

Ritardo: 2,0 s per trasformatori 380/150 -132 kV e
220/150 -132 kV;

2,8 s per trasformatori 380/220 kV.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 45 di 53

5^a zona (ove presente): come 4^a zona.

Nel caso di stazioni in esecuzione blindata si adotta una logica, basata sull'intervento dei fotorilevatori interni al blindato che riduce a 0,1 s la temporizzazione della 1^a zona che protegge il terminale AT del trasformatore e si riduce a 0,1 s il tempo di scatto della 2^a zona posta a protezione delle sbarre.

➤ **Comando**

Blocco trasformatore su intervento della 1^a zona (e della 2^a nel caso di stazioni in esecuzione blindata); apertura dell'interruttore lato AT su intervento delle altre zone.

Protezione distanziometrica sul lato BT del trasformatore

Per tale protezione vengono indicati i seguenti valori di taratura:

➤ **Avviamento a minima impedenza**

Valore di impedenza che soddisfa le seguenti condizioni:

- maggiore o uguale al 125% della massima impedenza tarata sulle prime tre zone di misura;
- maggiore o uguale al 125% della linea afferente alla stazione che presenta l'impedenza maggiore;
- inferiore o uguale al 50% dell'impedenza corrispondente alla potenza nominale del trasformatore;
- inferiore alla minima impedenza vista sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

➤ **Avviamento a massima corrente**

Valore di corrente che soddisfa le seguenti condizioni:

- superiore o uguale a $2 I_{nTR}$, dove I_{nTR} è la corrente nominale dell'avvolgimento BT del trasformatore;
- superiore alla massima corrente circolante sulle fasi sane in seguito a corto circuito monofase in rete.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 46 di 53

➤ *Zone di misura*

1^a zona (verso il trasformatore):

- a) protezioni con coefficiente di terra (K_t) regolabile separatamente nelle due direzioni: impedenza pari al 70% della impedenza equivalente del trasformatore con $K_t = 0$ in direzione del trasformatore;
- b) protezioni con unica regolazione del coefficiente di terra (K_t) nelle due direzioni: impedenza pari al 30% della impedenza equivalente del trasformatore, con K_t adattato alla rete protetta in 2^a e 3^a zona;

Ritardo: 0,15 s.

2^a zona (verso rete):

Impedenza inferiore al 50% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione), escludendo le linee corte trattate nel paragrafo 6.2.3;

Ritardo: 0,3 s.

3^a zona (verso rete):

Impedenza pari all'80% dell'elemento afferente alla stazione che presenta l'impedenza minore (linee o trasformatori di interconnessione), escludendo le linee corte trattate nel paragrafo 6.2.3;

Ritardo: 0,8 s.

4^a zona (adirezionale):

Impedenza coincidente con quella di avviamento;

Ritardo: 1,8 s per trasformatori 380/150 -132 kV e
220/150 -132 kV;

2,6 s per trasformatori 380/220 kV.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 47 di 53

5^a zona (ove presente): come 4^a zona.

Nel caso di stazioni in esecuzione blindata si adotta una logica, basata sull'intervento dei fotorilevatori interni al blindato, che riduce a 0,1 s la temporizzazione della 1^a zona che protegge il terminale AT del trasformatore e si riduce a 0,1 s il tempo di scatto della 2^a zona posta a protezione delle sbarre.

➤ **Comando**

Blocco trasformatore su intervento della 1^a zona (e della 2^a nel caso di stazioni in esecuzione blindata); apertura dell'interruttore lato BT su intervento delle altre zone.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 48 di 53

9. PROTEZIONI DEI TRASFORMATORI DI DISTRIBUZIONE AT/MT

Vengono presi in considerazione i trasformatori inseriti tra reti AT, sicuramente attive, e reti MT, di norma passive, aventi neutro isolato sulla rete a media tensione.

Sono considerate le sole protezioni contro i corto circuiti.

9.1. Protezioni dei trasformatori installati in cabine primarie

La protezione di questi trasformatori è realizzata a mezzo di relè a massima corrente di fase installati sui montanti AT e MT delle macchine e di relè a massima tensione omopolare installati sulle sbarre MT. I relè a massima corrente hanno la funzione di protezione principale contro i corto circuiti di qualsiasi tipo sul lato AT dei trasformatori e contro i corto circuiti polifasi sia sul lato MT dei trasformatori che sulle sbarre MT. Detti relè, inoltre, esplicano la funzione di protezione di riserva per i corto circuiti polifasi sulle linee a media tensione.

La protezione di massima tensione omopolare interviene invece come protezione principale in caso di guasto a terra sul lato MT dei trasformatori o sulle sbarre MT e come protezione di riserva in caso di mancato funzionamento dei relè direzionali di terra sulle linee MT.

Protezione di massima corrente sul lato AT dei trasformatori

Per tale protezione sono richieste due soglie di intervento, una ritardata ed una istantanea, tarate nel modo di seguito indicate:

- **1^a soglia:** Corrente di intervento pari a $2 \div 3 I_{nTR}$,
dove I_{nTR} indica la corrente nominale dell'avvolgimento AT del trasformatore e in ogni caso, minore della minima corrente richiamata da un corto circuito sul lato MT del trasformatore;

Ritardo: 0,5 s.

- **2^a soglia:** Corrente di intervento pari $10 I_{nTR}$ e, in ogni caso, uguale o superiore a:

$$1,3 \frac{I_{nTR} * 100}{V_{cc}\%}$$

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 49 di 53

dove $V_{CC}\%$ indica la tensione di corto circuito percentuale del trasformatore;

Ritardo: t. base.

➤ **Comando**

Apertura degli interruttori lato AT e MT del trasformatore.

Protezione di massima corrente sul lato MT del trasformatore

Per tale protezione è richiesto una sola soglia di intervento con i valori di taratura di seguito indicati:

➤ **Soglia di intervento:** Corrente pari a $1,4 I_{nTR}$;

Ritardo: 1,5 s.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore lato MT del trasformatore.

Protezione di massima tensione omopolare sulle sbarre MT

Per tale protezione è richiesto una sola soglia di intervento con i valori di taratura di seguito indicati:

➤ **Soglia di intervento:** Tensione pari a $10\% V_{omax}$,

dove V_{omax} indica la massima tensione omopolare riscontrabile sulla rete MT per corto circuito monofase a terra;

Ritardo: 3 s.

➤ **Comando**

Apertura degli interruttori lato AT e MT del trasformatore.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 50 di 53

9.2. Protezioni dei trasformatori installati in stazioni elettriche.

Tali trasformatori sono installati in stazioni elettriche di società di trasmissione o di produzione e alimentano cabine a MT di società di distribuzione. La protezione di questi trasformatori è realizzata a mezzo di relè a massima corrente a due soglie di intervento installati su i lati AT e MT delle macchine e di due relè a massima tensione omopolare installati rispettivamente sul lato MT dei trasformatori e sulle sbarre MT della cabina di distribuzione.

La protezione a massima corrente sul lato AT e quella di massima tensione omopolare sul lato MT hanno il compito di rilevare i guasti all'interno del trasformatore e sui montanti AT e MT del trasformatore. La protezione di massima corrente sul lato BT e quella a massima tensione omopolare sulle sbarre della cabina agiscono invece come protezioni principali nei riguardi dei guasti sulle sbarre e come protezioni di riserva in caso di mancato funzionamento dei relè sulle linee MT.

Protezione di massima corrente sul lato AT dei trasformatori

Per tale protezione sono richieste due soglie di intervento, una ritardata ed una istantanea, tarate nel modo di seguito indicato:

- **1^a Soglia:** Corrente di intervento pari a $2,5 \div 3,5 I_{nTR}$ e in ogni caso, minore della minima corrente richiamata da un corto circuito sul lato MT del trasformatore (I_{nTR} indica la corrente nominale dell'avvolgimento AT del trasformatore);

Ritardo: 1 s.

La temporizzazione della 1^a soglia viene ridotta a 0,5 s in caso di mancato avviamento della protezione di massima corrente lato MT.

- **2^a soglia:** Corrente di intervento pari $10 I_{nTR}$ e, in ogni caso, uguale o superiore a:

$$1,3 \frac{I_{nTR} * 100}{V_{CC}\%}$$

dove $V_{CC}\%$ indica la tensione di corto circuito percentuale del trasformatore;

Ritardo: t. base.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 51 di 53

➤ **Comando**

Blocco del trasformatore con apertura degli interruttori lato AT e MT.

Protezione di massima corrente sul lato MT dei trasformatori

Per tale protezione sono richieste due soglie di intervento ritardate e tarate nel modo di seguito indicato:

➤ **1^a Soglia:** Corrente di intervento pari a $2 \div 3 I_{nTR}$;

Ritardo; 0,5 s.

➤ **2^a Soglia:** Corrente di intervento pari a $1,4 I_{nTR}$;

Ritardo; 1,5 s.

➤ **Comando**

Apertura dell'interruttore lato MT del trasformatore.

Protezione a massima tensione omopolare sul lato MT dei trasformatori

Tale protezione è alimentata dai TV disposti all'uscita dell'avvolgimento secondario del trasformatore ed ha una sola soglia di intervento ritardata tarata nel seguente modo:

➤ **Soglia di intervento:** Tensione pari a $40\% V_{omax}$,
dove V_{omax} indica la massima tensione omopolare riscontrabile sulla rete MT per corto circuito monofase a terra;

Ritardo: 4 s.

➤ **Comando**

Apertura degli interruttori lato AT e MT del trasformatore.

	GUIDA TECNICA	N° IN.S.T.X.1005 Rev.00
	CRITERI GENERALI PER LA TARATURA DELLE PROTEZIONI DELLE RETI A TENSIONE UGUALE O SUPERIORE A 120 kV	Pagina: 52 di 53

Protezione a massima tensione omopolare sulle sbarre MT

Tale protezione è alimentata dai TV disposti sulle sbarre MT del trasformatore ed ha una sola soglia di intervento ritardata tarata nel seguente modo:

➤ *Soglia di intervento:* Tensione pari a 10% V_{omax} ;

Ritardo: 3 s.

➤ *Comando*

Apertura dell'interruttore lato MT del trasformatore.

10. QUADRO RIASSUNTIVO

A conclusione della materia trattata, si riporta nella Fig.11 uno schema riassuntivo nel quale sono riportate le temporizzazioni principali delle protezioni distanziometriche e di massima corrente allo scopo di evidenziare il loro coordinamento selettivo.

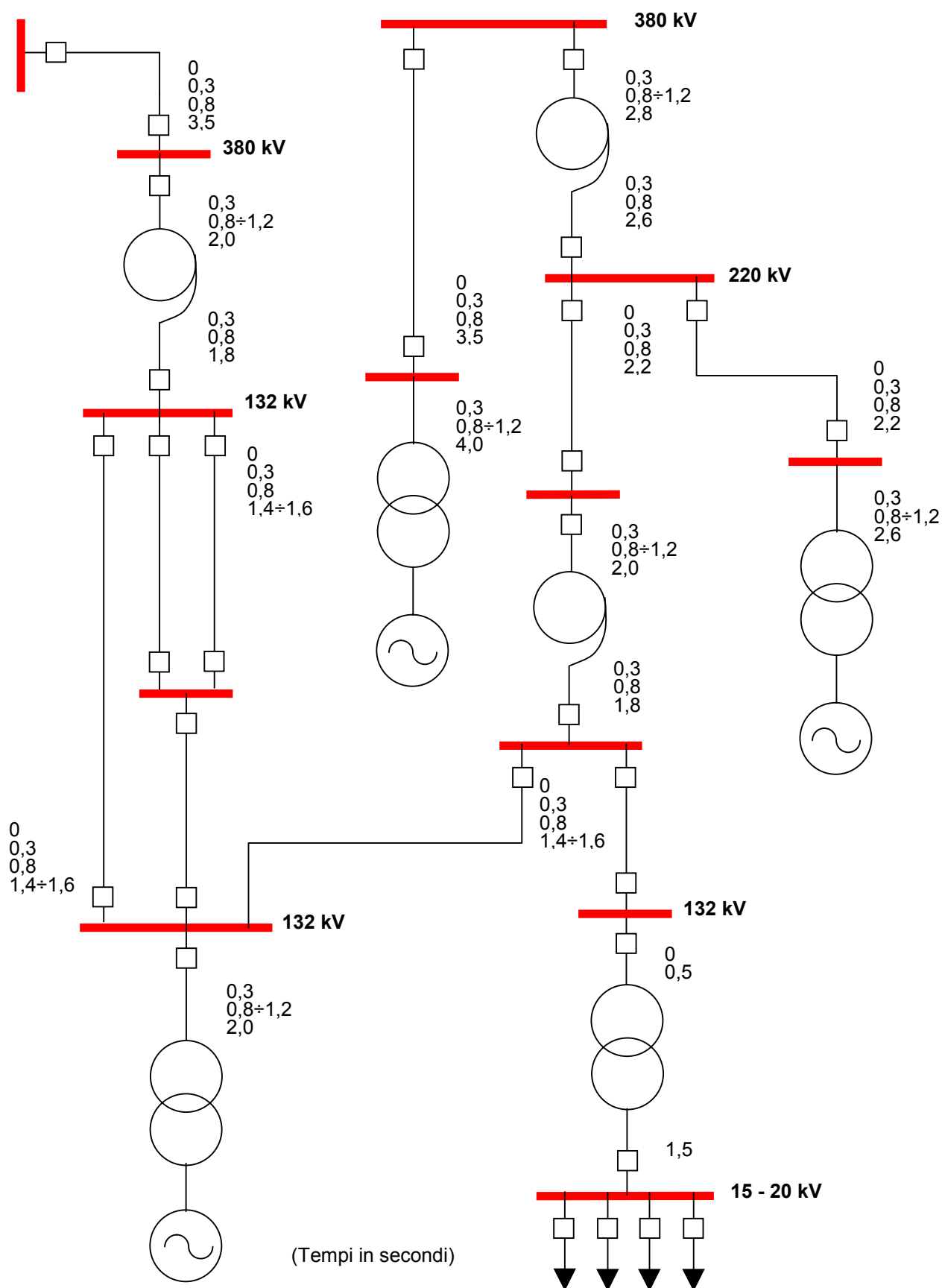


Figura 11 - Coordinamento tempi protezioni di rete