

The background of the entire page features a close-up photograph of several large, grey, ribbed electrical insulators mounted on a pole. In the foreground, the top of a grey metal power distribution box is visible, with the brand name "ABB" printed on its front panel. A yellow diagonal band runs across the middle of the page, containing the main text.

Raccomandazione del settore

Esigenze tecniche concernenti il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza

Disposizioni tecniche in materia di allacciamento,
esercizio e utilizzazione della rete di distribuzione

UFLS – CH 2025

ABB

VS
AES

Impressum e contatti

Editore

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

Autori della prima edizione (2016)

"Nome Cognome"	Azienda	Funzione
Bruno Wartmann	ewz	responsabile GL
Cédric Buholzer	Groupe E SA	membro GL
Deborah Koch	FMV SA	membro GL
Eric Stohrer	EBM	membro GL
Kay Borchert	BKW AG	membro GL
Laurent Niclass	SIG SA	membro GL
Luca Malacrida	AET	membro GL
Richard Graf	AXPO	membro GL
Vitus Müller	SAK AG	membro GL
Walter Sattinger	Swissgrid	membro GL
Yann Gosteli	CKW AG	membro GL
Andreas Degen	AES	membro GL

Autori della seconda edizione (2025)

"Nome Cognome"	Azienda	Funzione
Bruno Wartmann	wab-consulting titolare Wartmann GmbH	responsabile GL
Katharina Küng	ewz	membro GL
Daniel Mettler	EKZ	membro GL
Asja Derviskadic	Swissgrid	membro GL
Walter Sattinger	Swissgrid	membro GL
Matthias Wolf	Primeo Energie	membro GL
Matthias Dietrich	BKW Energie AG	membro GL
Markus Süess	Axpo Grid AG	membro GL
Martin Scheuber	SAK AG	membro GL
Martin Albisser	Swissgrid	membro GL
Yann Gosteli	CKW AG	membro GL
Christina Tzanetopoulou	VSE/AES	membro GL
Felix Bärtschi	VSE/AES	membro GL

Responsabilità Commissione

Per la cura e l'aggiornamento del documento firma come responsabile la Commissione AES Tecnica di rete ed esercizio.



Cronologia

Data	Breve descrizione
Prima edizione 2016	
Dicembre 2015	Inizio lavori da parte del gruppo di lavoro (GL)
11.03.2016	Approvazione da parte della commissione Tecnica di rete ed esercizio
08.07.2016	Procedura di consultazione del settore
15.08.2016	Approvazione da parte della Direzione AES
07.09.2016	Approvazione da parte del Comitato AES
Seconda edizione 2025	
Dicembre 2024	Inizio lavori da parte del gruppo di lavoro
Luglio 2025	Approvazione da parte della commissione Tecnica di rete ed esercizio
18.8-28.9.2025	Procedura di consultazione del settore
20.10.2025	Approvazione da parte della Direzione AES
04.11.2025	Approvazione da parte del Comitato AES

Il documento è stato elaborato con il sostegno e la collaborazione dell'AES e dei rappresentanti del settore.

L'AES ha approvato il documento il 04 novembre 2025.

Stampato n. 1040/i, edizione 2025

Copyright

© Associazione delle aziende elettriche svizzere AES

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



Indice

Premessa	6
1. Introduzione.....	7
2. Condizioni quadro	10
2.1 ENTSO-E	10
Principi generali.....	10
Centrali di pompaggio	10
2.2 Legge sull'approvvigionamento elettrico	10
3. Attuazione in Svizzera.....	11
4. Gradini programmati con gruppi di carico da disinserire	11
4.1 Gradini programmati	11
4.2 Gruppi di carico da disinserire.....	13
4.2.1 Ripartizione	13
4.2.2 Ampiezza dell'intervallo di carico dei gruppi di carico da disinserire	13
4.2.3 Rotazione.....	13
4.3 Riflessioni alla base dell'attuazione 2016, suddivisione dei gruppi in blocchi A & B	13
4.3.1 Possibilità di attuazione 1	13
4.3.2 Possibilità di attuazione 2	14
5. Determinazione del carico di riferimento della rete.....	14
6. Definizione dei tempi di eliminazione dei guasti e di disinserimento	17
6.1 Definizione del tempo di eliminazione dei guasti	17
6.2 Spiegazione del tempo di disinserimento	18
7. Realizzazione	19
7.1 Principi per la realizzazione	19
7.2 Bloccaggio per sottotensione	20
8. Gruppi di rete UFLS	21
9. Prestazioni di servizio relative al sistema	22
10. Aspetti tecnici e operativi	22
10.1 Bloccaggio temporaneo della funzione UFLS	22
10.2 Diramazione esclusa dai disinserimenti UFLS.....	22
10.3 Attivazione indotta di disinserimenti UFLS in anelli a MT	22
10.4 Trasformatori o sbarre collettive funzionanti a vuoto	23
11. Centrali di pompaggio e batterie di stoccaggio	24
11.1 Centrali di pompaggio	24
11.2 Batterie di stoccaggio.....	24
12. Esigenze tecniche concernenti le funzioni di protezione per frequenza e i loro intervalli di regolazione	25
13. Possibile procedura per la prova della funzione di protezione per frequenza	27
13.1 Sottofrequenza in caso di tensione nominale e fornitura di potenza attiva	27
13.2 Sottofrequenza con tensione al di sotto del limite inferiore di attivazione	28
13.3 Prova direzione della potenza attiva	29
14. Esempi pratici di attuazione	30

14.1	Selezione gruppi di carico UFLS sul trasformatore con disinserimento nel campo di linea a MT	30
14.2	Selezione gruppi di carico UFLS e disinserimento nel campo di linea a MT	31
15.	Comportamento dopo un evento UFLS	32
15.1	Principi generali.....	32
16.	Rendiconto, monitoraggio e registrazione a protocollo.....	33
16.1	Rendiconto per la rete di distribuzione	33
16.2	Rendiconto centrali di pompaggio.....	35
17.	Prospettiva	36

Indice delle figure

Figura 1:	Panoramica delle misure di ultima istanza	7
Figura 2:	Misure per la stabilizzazione della frequenza	8
Figura 3:	Raccomandazione attuazione UFLS in Svizzera	11
Figura 4:	Rappresentazione dei gruppi di carico da disinserire	13
Figura 5:	Proposta di attuazione UFLS 2016	14
Figura 6:	Determinazione del carico di riferimento della rete	15
Figura 7:	Formula per il carico di riferimento della rete	16
Figura 8:	Caso 2: rete di consumatori con immissione occasionale	16
Figura 9:	Tempo di eliminazione dei guasti in condizioni ideali	17
Figura 10:	Panoramica del tempo di disinserimento di un dispositivo di protezione	18
Figura 11:	Schema di principio funzione di protezione per frequenza dipendente dalla direzione della potenza attiva.	19
Figura 12:	Esempio di calcolo di bloccaggio per sottotensione	20
Figura 13:	Esempio ferrorisonanza di sbarra collettrice a MT funzionante a vuoto	23
Figura 14:	Esempi per il riconoscimento della direzione della potenza attiva	26
Figura 15:	Prova funzione di protezione per sottofrequenza alla tensione nominale	27
Figura 16:	Prova funzione di protezione per sottofrequenza sotto il limite di tensione di attivazione	28
Figura 17:	Prova della direzione della potenza attiva (esempio senza disinserimento)	29
Figura 18	Esempio selezione dei gruppi di carico UFLS sul trasformatore con disinserimento campo di linea a MT	30
Figura 19:	Esempio selezione dei gruppi di carico UFLS e disinserimento nel campo di linea a MT	31
Figura 20:	Modello di rendiconto per GRD	34
Figura 21:	Esempio per GRD con più punti di scambio/reti parziali sull'LR 1	34

Indice delle tabelle

Tabella 1:	Programma di disinserimento	12
Tabella 2:	Raccomandazione impostazioni di protezione di pompe	24
Tabella 3:	Parametri da impostare per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza	25



Premessa

Il presente documento è un documento del settore dell'AES e fa parte di una vasta regolamentazione per l'approvvigionamento elettrico nel mercato elettrico aperto. I documenti del settore contengono direttive e raccomandazioni riconosciute in tutto il settore per l'utilizzazione dei mercati elettrici e l'organizzazione del commercio di elettricità e soddisfano in tal modo le prescrizioni della Legge sull'approvvigionamento elettrico (LAEI) e dell'Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico (OAEI) relative alle aziende di approvvigionamento elettrico (AAE).

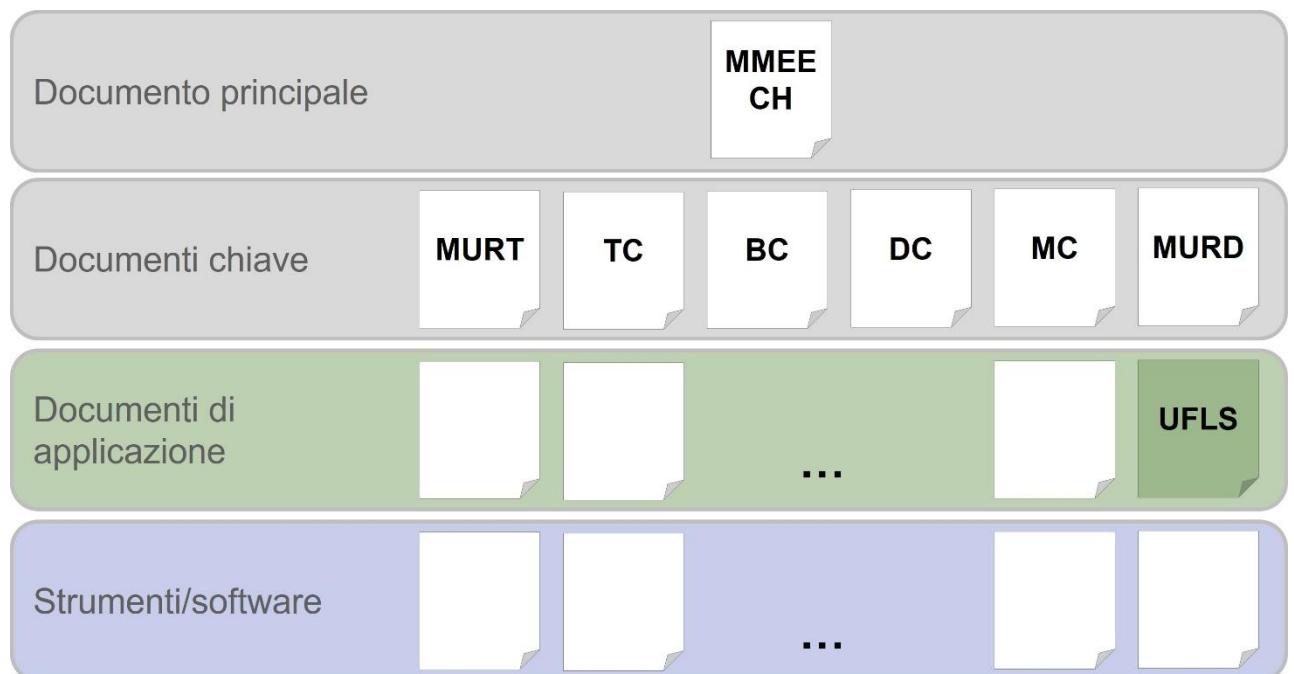
I documenti del settore sono elaborati, aggiornati regolarmente ed estesi da parte di esperti del settore ai sensi del principio di sussidiarietà. Per quanto riguarda le disposizioni valevoli come direttive ai sensi dell'OAEI, si tratta di norme di autoregolamentazione.

I documenti sono strutturati in modo gerarchico su quattro differenti livelli

- documento principale: Modello di mercato per l'energia elettrica (MMEE)
- documenti chiave
- documenti di applicazione
- strumenti/software

Il presente documento “Esigenze tecniche concernenti il distacco di carico automatico per sottofrequenza” è un documento di applicazione.

Struttura della documentazione



1. Introduzione

- (1) La rete di trasmissione rappresenta la spina dorsale per un approvvigionamento elettrico sicuro in Svizzera e in Europa. Nella sua struttura originaria era stata realizzata e ottimizzata per un'immersione di energia elettrica (vicina al carico e a inseguimento del carico) che rispondesse al fabbisogno. Nello sviluppo delle reti di trasmissione fino all'anno 2000 non si è tenuta in alcuna considerazione una produzione lontana dal carico e per di più fluttuante.
- (2) L'attuazione degli obiettivi politici programmati in Europa e in particolare in Svizzera, per esempio la Strategia energetica 2050, spinge a una profonda ristrutturazione dell'economia elettrica, contraddistinta fra l'altro da:
 - aumento del commercio europeo di energia elettrica con produzione lontana dal carico
 - sviluppo dell'energia eolica
 - ingente sviluppo dell'energia solare
 - integrazione sempre maggiore delle energie rinnovabili nelle reti di distribuzione
 - disattivazione programmata delle centrali nucleari e delle centrali a carbone (lignite e carbon fossile)
 - nuovi siti di centrali elettriche convenzionali sempre più lontani dal carico
 - aumento dello scambio di potenza con i Paesi confinanti con la Svizzera

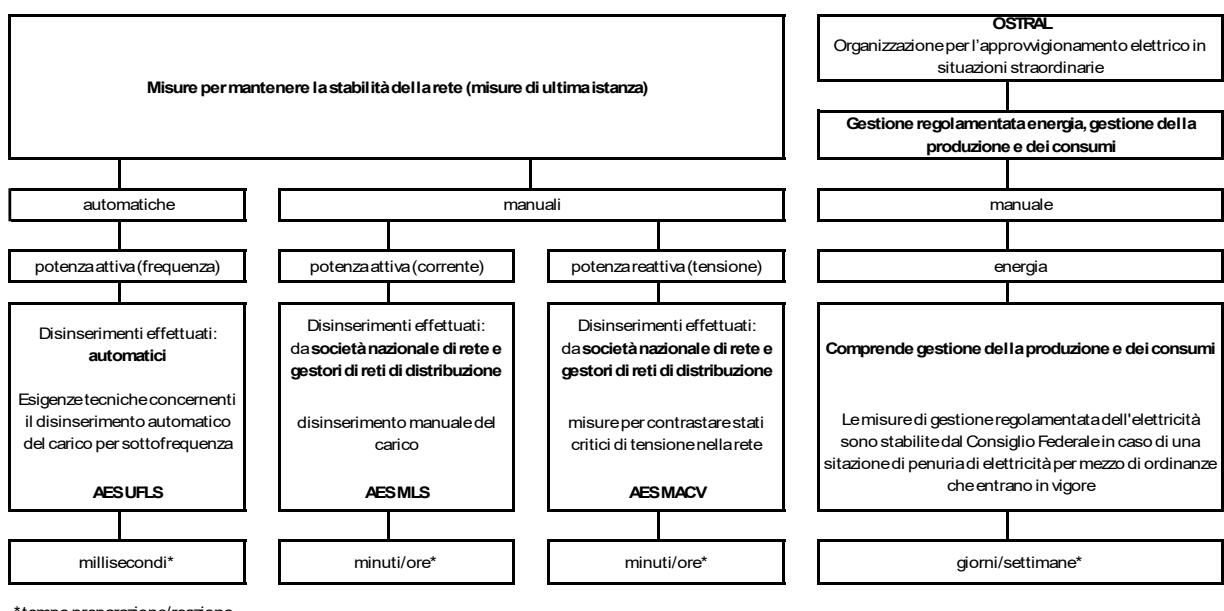


Figura 1: Panoramica delle misure di ultima istanza

- (3) La Legge sull'approvvigionamento elettrico (LAEI) e la relativa ordinanza (OAEI) regolano i principi per garantire un funzionamento della rete sicuro, potente ed efficiente. Per questo svolge un ruolo centrale la collaborazione fra i gestori di rete regionali e comunali da un lato e la società nazionale di rete dall'altro. In caso di minaccia a un funzionamento di rete stabile, è d'importanza fondamentale l'armonizzazione delle diverse misure e dei livelli di rete interessati. La presente raccomandazione del settore costituisce la base per la collaborazione e il coordinamento fra i gestori di reti di distribuzione coinvolti, che devono assicurare un esercizio stabile della rete sui livelli di rete da 2 a 7, da un lato, e la società nazionale di rete, in qualità di operatrice di sistema che effettua i

disinserimenti sul livello di rete 1, dall'altro. In particolare, l'obiettivo del documento è la preparazione di una cascata di possibili misure (relative a reti collegate in sequenza) da parte dei gestori di rete al fine di garantire la stabilità della rete. In Figura 1 sono rappresentate le tre misure di ultima istanza in confronto con OSTRAL.

- (4) Per il mantenimento della frequenza nella rete di trasmissione la società nazionale di rete è tenuta, nell'ambito della sua responsabilità per il funzionamento affidabile del sistema, alla messa a disposizione della riserva di regolazione primaria, secondaria e terziaria.

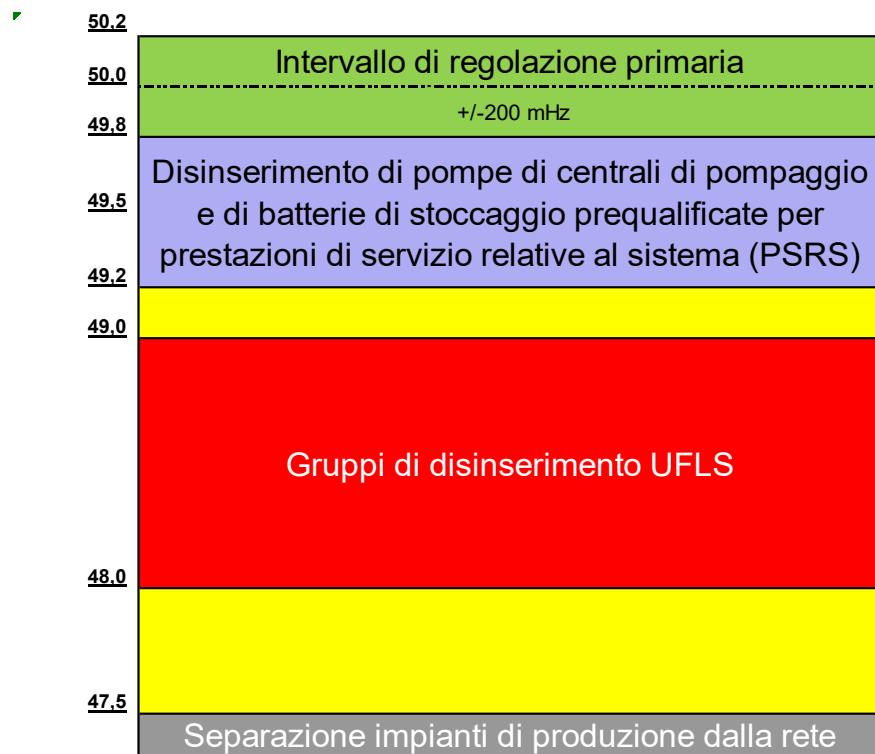


Figura 2: Misure per la stabilizzazione della frequenza

- (5) Se tali potenze di regolazione non sono in grado di stabilizzare la frequenza di rete o se si verifica un calo improvviso di frequenza dovuto a guasti, occorre l'attivazione di ulteriori misure, per es. con il disinserimento di centrali di pompaggio. Se, nonostante queste ulteriori misure, la frequenza continua a scendere, fra 49,0 Hz e 48,0 Hz vengono disinseriti automaticamente ulteriori carichi del gestore della rete di distribuzione. In tal modo si intende impedire un ulteriore calo della frequenza di rete e ottenere un ripristino dell'equilibrio della potenza. A 47,5 Hz si separano addizionalmente dalla rete gli impianti di produzione [vedi Figura 2].
- (6) In Svizzera, con l'introduzione del 2007 dell'UFLS (Under Frequency Load Shedding) si è concentrata l'attenzione su un disinserimento del carico nel trasformatore dell'LR 4. Tenendo presenti tutti i succitati aspetti occorre perfezionare il principio UFLS e i disinserimenti UFLS dovrebbero essere realizzati esclusivamente sulle partenze di linee a media tensione nella sottostazione.
- (7) In caso di nuovi impianti o di grandi trasformazioni di retrofit le caratteristiche tecniche primarie e secondarie devono essere realizzate in modo tale che siano soddisfatti sia i requisiti della funzione

UFLS dipendente dalla direzione, che i tempi di disinserimento e la tensione minima per l'attivazione della prescrizione al momento valida per il disinserimento automatico per sottofrequenza.

- (8) Le impostazioni di base delle funzioni di protezione per frequenza, come per es. gradini di frequenza, bloccaggio per sottotensione o tempo di riconoscimento degli errori devono essere verificate ed eventualmente adattate entro le prove di protezione periodiche quinquennali.
- (9) Nel presente documento AES “Esigenze tecniche concernenti il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza” si impiega l’abbreviazione UFLS (Under Frequency Load Shedding) per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza. Invece di UFLS la società nazionale di rete usa l’abbreviazione LFDD (Low Frequency Demand Disconnection).
- (10) Misure nella zona della sovrafrequenza per batterie di stoccaggio non sono parte del presente documento.
- (11) La presente raccomandazione del settore non affronta gli aspetti finanziari del disinserimento automatico del carico per sottofrequenza.



2. Condizioni quadro

2.1 ENTSO-E

Principi generali

- (1) L'Emergency and Restoration Code e il Continental Europe Synchronous Area Framework Agreement (SAFA) stabiliscono le prescrizioni fondamentali concernenti la funzione dell'UFLS. L'implementazione deve coprire almeno i punti sottoelencati
 - Il disinserimento del carico avviene nell'intervallo di frequenza fra 49,0 Hz e 48,0 Hz.
 - Nel primo gradino (49,0 Hz) deve essere disinserito almeno il 5% del carico totale.
 - Fra 49,0 e 48,0 Hz deve essere disinserito un carico cumulativo totale almeno pari al 45±7% del carico totale.
 - Il disinserimento del carico deve avvenire in minimo 6 gradini (incluso il primo gradino a 49,0 Hz).
 - Il carico massimo disinserito a ogni gradino non deve superare il 10% del carico totale.
 - Occorre evitare tempi morti addizionali oltre al tempo di reazione dei dispositivi di protezione e degli interruttori automatici.
 - Per i gradini fra i singoli livelli di disinserimento si consiglia un valore compreso fra 100 e 200 mHz.
 - Per il bloccaggio per sottotensione della funzione di protezione per frequenza si consiglia di prevedere un valore compreso fra il 30% e il 90% di U_c.
 - Il tempo di eliminazione dei guasti (somma di misurazione, calcolo, tempo di attuazione relè ausiliario e tempo di scatto interruttore automatico) non deve superare i 300 millisecondi.
- (2) Per ottenere l'effetto necessario, l'UFLS deve essere predisposto su tutto il territorio e in modo uniforme, decentralizzato e autosufficiente. Tutti gli utenti di rete devono partecipare attenendosi alle regole stabilitate.

Centrali di pompaggio

- (3) Per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza di pompe di centrali di pompaggio in funzione sono stabiliti i seguenti valori di riferimento:
 - disinserimento fra 49,8 Hz e 49,2 Hz con un tempo di eliminazione dei guasti < 10 sec.
 - disinserimento a 49,2 Hz con un tempo di eliminazione dei guasti < 300 ms.
 - sotto i 49,2 Hz tutte le pompe di centrali di pompaggio in funzione devono essere separate dalla rete.

2.2 Legge sull'approvvigionamento elettrico

- (1) La società nazionale di rete concorda, in modo univoco, con gestori della rete di distribuzione, produttori, consumatori finali e gestori di impianti di stoccaggio allacciati alla rete di trasmissione, tutti i provvedimenti necessari per prevenire o eliminare una minaccia per l'esercizio sicuro della rete di trasmissione.
- (2) I gestori della rete di distribuzione garantiscono attraverso accordi adeguati l'adempimento dei propri obblighi nei confronti della società nazionale di rete.
- (3) La società nazionale di rete ordina tali provvedimenti se sussiste una minaccia grave e imminente, in particolare in assenza di un accordo.

- (4) Qualora i provvedimenti non siano attuati come concordato o ordinato, la società nazionale di rete ordina provvedimenti sostitutivi. I costi supplementari connessi ai provvedimenti sostitutivi sono a carico di chi li ha resi necessari.

3. Attuazione in Svizzera

- (1) Con l'attivazione del disinserimento automatico per sottofrequenza la rete di trasmissione si trova in uno stato di rete perturbato (stato di emergenza) e la società nazionale di rete spiega la situazione di rete critica. I gestori di rete sono tenuti per legge a adottare sia misure preparatorie che misure per il ripristino dello stato di rete normale (cfr. LAEI art. 8, art. 20, cpv. 1, lett. c e art. 20a).
- (2) L'attuazione deve avvenire in maniera non discriminatoria e uniforme. Per questo motivo l'attuazione del disinserimento automatico per sottofrequenza deve essere preparata e realizzata in maniera non discriminatoria su tutto il territorio nazionale, in conformità alla presente raccomandazione del settore. Per motivi commerciali non è ammissibile nessun vantaggio o esenzione dalle misure di attivazione e attuazione del disinserimento automatico per sottofrequenza e di ripristino dello stato di rete normale.

4. Gradini programmati con gruppi di carico da disinserire

4.1 Gradini programmati

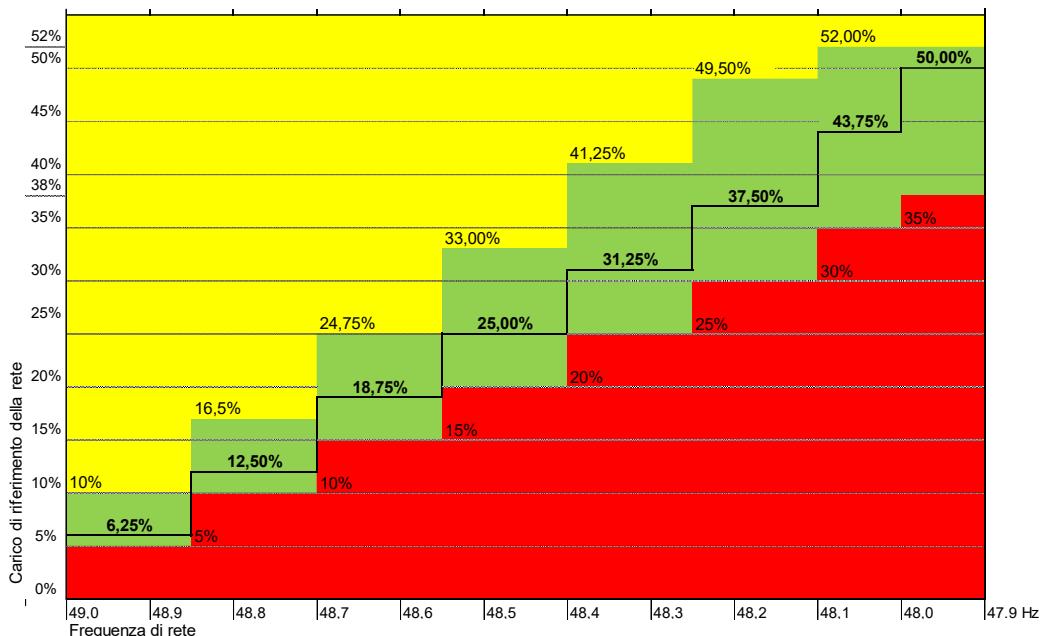


Figura 3: Raccomandazione attuazione UFLS in Svizzera

- (1) Nella zona di regolazione Svizzera l'UFLS è attuato in modo uniforme con otto gruppi di carico da disinserire attivi.
- (2) Nella Figura 3 è illustrata una rappresentazione grafica delle esigenze tecniche relative all'attuazione in Svizzera. Sull'asse x è rappresentata la frequenza di rete in ordine decrescente e sull'asse

y la percentuale di carico di riferimento della rete da disinserire. I gruppi di carico da disinserire hanno una differenza di frequenza da gradino a gradino di 100 mHz risp. 150 mHz con una ripartizione uniforme del carico di riferimento della rete del 6,25%.

- (3) Con il disinserimento del carico sono disinseriti forzatamente, in dipendenza dal punto di disinserimento del carico, anche produttori decentralizzati che immettono energia in rete, rappresentanti però attualmente una produzione non più trascurabile rispetto al carico totale. Per compensare tali produttori disinseriti, da un lato nella curva caratteristica a 8 gradini viene scelto un valore percentuale superiore, dall'altro il sistema di disinserimento del carico non avviene più sui trasformatori dell'LR 4, ma preferibilmente sulle partenze di linee dell'LR 5, tenendo conto della direzione della potenza attiva.
- (4) Il disinserimento per sottofrequenza delle pompe di centrali di pompaggio e delle batterie di stocaggio sono descritti più in dettaglio nel capitolo 11.

Frequenza (Hz)	Azione	Carico di riferimento di rete cumulativo (%)	Tipo attivazione
49,5	Disinserimento pompe, 1° gradino	---	Automatica
49,2	Disinserimento pompe, 2° gradino	---	Automatica
49,0	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	6,25	Automatica
48,85	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	12,50	Automatica
48,7	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	18,75	Automatica
48,55	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	25,00	Automatica
48,4	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	31,25	Automatica
48,25	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	37,50	Automatica
48,1	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	43,75	Automatica
48,0	Disinserimento del carico 6,25%; intervallo di tolleranza da 5% a 8,25%	50,00	Automatica
47,5	Separazione dalla rete delle centrali elettriche		Automatica

Tabella 1: Programma di disinserimento

4.2 Gruppi di carico da disinserire

4.2.1 Ripartizione

- (1) L'intero carico di riferimento della rete all'interno di un gruppo di rete UFLS è sempre del 100%. A finché sia possibile una rotazione, l'intero carico di riferimento della rete viene ripartito in modo uniforme in 16 gruppi di carico da disinserire. In tal modo ogni gruppo di carico da disinserire ha il 6,25% del carico di riferimento della rete ($6,25\% \times 16 = 100\%$). Questi 16 gruppi di carico da disinserire vengono a loro volta suddivisi in 8 gruppi di carico da disinserire attivi e 8 bloccati. Gli 8 gruppi di carico da disinserire attivi sono suddivisi in conformità al programma di disinserimento [vedi Tabella 1]. Questa suddivisione soddisfa tutte le condizioni quadro in conformità al capitolo 3.

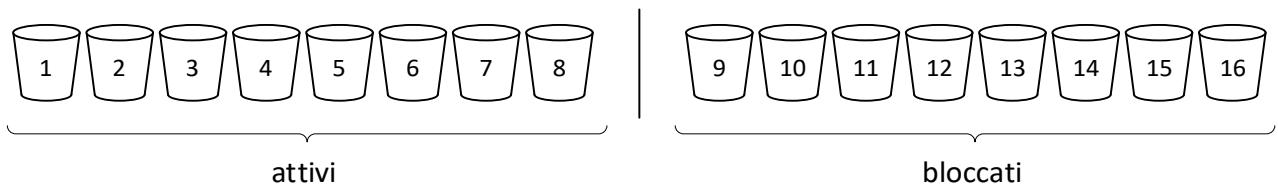


Figura 4: Rappresentazione dei gruppi di carico da disinserire

4.2.2 Ampiezza dell'intervallo di carico dei gruppi di carico da disinserire

- (1) Ogni gruppo di carico da disinserire ha in media il 6,25% del carico di riferimento della rete. Poiché l'attribuzione dei singoli carichi di riferimento della rete avviene solo in blocchi di carico, i singoli gruppi di carico da disinserire necessitano di un'isteresi risp. di un intervallo di tolleranza da -1,25% a +2%. Vale a dire che per ogni gruppo di carico da disinserire il carico del gruppo deve essere compreso fra il 5% e l'8,25% del carico di riferimento della rete. Se singoli gruppi di carico sono violati perché non è possibile una ripartizione più precisa, ciò viene riportato nel rendiconto annuale e trasmesso alla società nazionale di rete. In tal caso la società nazionale di rete può effettuare una compensazione con altri gruppi di rete UFLS nella zona di regolazione Svizzera.

4.2.3 Rotazione

- (1) In linea di principio non è prescritta alcuna rotazione. Ogni GRD decide autonomamente come può soddisfare al meglio il principio dell'assenza di discriminazione.
- (2) Una rotazione all'interno di un gruppo di rete UFLS deve avvenire in modo uniforme, in modo che tutti i carichi di riferimento della rete siano conformi al programma di disinserimento.
- (3) Un ciclo di rotazione può cominciare dopo un evento UFLS o dopo un ciclo predefinito.

4.3 Riflessioni alla base dell'attuazione 2016, suddivisione dei gruppi in blocchi A & B

- (1) Nell'ultima edizione UFLS 2016 con le prescrizioni allora valide sono state descritte più in dettaglio due possibilità pratiche. Partendo dal criterio del 2006 l'obiettivo era di passare in modo non troppo dispendioso dal criterio esistente di 7 gradini (4 attivi e 3 non attivi) al criterio del 2016 con 8 gradini attivi e 8 non attivi.

4.3.1 Possibilità di attuazione 1

- (1) Si ricalcolano i nodi da disinserire e in seguito avviene la riparametrizzazione completa dei dispositivi di protezione in conformità alla nuova ripartizione dei nodi da disinserire.



4.3.2 Possibilità di attuazione 2

- (1) Si riprende e completa il principio UFCS esistente. Il 50% dei dispositivi, calcolato in base al carico di riferimento della rete, non necessita di un adeguamento, ammesso che siano soddisfatte le prescrizioni relative al ritardo di disinserimento. Occorre però ancora effettuare un adeguamento dei gradini di carico. Per i restanti dispositivi sono necessari piccoli adeguamenti nei singoli livelli di frequenza. In caso di modelli con un selettore locale per la regolazione dei gradini è eventualmente possibile applicare una denominazione addizionale sul selettore o sul nodo da disinserire, per esempio una "A" per i dispositivi UFCS esistenti e una "B" per i dispositivi da riparametrizzare. In questo modo si potrebbe realizzare la rotazione degli otto gruppi di carico da disinserire attivi dividendoli in due blocchi indipendenti formati da quattro gruppi di carico ognuno. Il primo dei gruppi di carico da disinserire UFCS del blocco con l'aggiunta "A" sarebbe disinserito a 49,0 Hz, il primo dei gruppi da disinserire del blocco con l'aggiunta "B" sarebbe disinserito a 48,85 Hz (vedi Figura 5).

Apparecchi UFCS esistenti					Aggiunta gruppo A
	49.00	48.70	48.40	48.10	[Hz]
Apparecchi UFCS da riparametrizzare	Aggiunta gruppo B				
	48.85	48.55	48.25	48.00	[Hz]
Frequenza	49.0/48.85	48.70/48.55	48.4/48.25	48.1/48.0	

Figura 5: Proposta di attuazione UFCS 2016

5. Determinazione del carico di riferimento della rete

- (1) Come carico di riferimento della rete si usa il relativo carico medio annuale. Di ogni nodo da disinserire si considera la relativa percentuale rispetto al carico medio annuale. Ciò comporta fra l'altro che la valutazione del nodo da disinserire sia solo soggetta a piccole oscillazioni e debba essere adattata esclusivamente in caso di notevole sviluppo o di cambiamento della struttura di rete.
- (2) Nella determinazione dei punti da disinserire si deve trovare un compromesso fra un alto e un basso numero di punti. Un alto numero di punti nei livelli di tensione inferiori (MT e BT) consente una fine quantizzazione topologica del disinserimento, ma comporta anche maggiore impegno tecnico per dispositivi di disinserimento e di ripristino della rete e di conseguenza costi superiori. Perciò, nell'interesse dei clienti elettrici e di una gestione della rete stabile, viene definito uno standard minimo che garantisca un funzionamento sia efficiente che affidabile. In molte zone le reti ad alta tensione sono potenti, estese e con molte maglie e perciò il disinserimento nell'altissima tensione o per i trasformatori del livello di rete 2 non rappresenta una soluzione accettabile. Le reti a media tensione di regola sono invece di ridotta estensione regionale e funzionano solitamente senza maglie. Perciò come standard minimo si richiede il disinserimento UFCS dei trasformatori nel livello di rete 4. Con l'incremento della produzione decentralizzata da energie rinnovabili nei livelli di tensione inferiori è pertanto diventato necessario il disinserimento UFCS sulle partenze di linee a media

tensione nella sottostazione, in modo da non disinserire gli impianti di produzione che immettono energia in rete. Se reso necessario dalle condizioni topologiche, il nodo da disinserire può essere posizionato in casi eccezionali nel livello di rete 3. Da ciò consegue che l'insieme dei trasformatori dell'LR 4 di un gestore della rete di distribuzione (gestore di reti di distribuzione pubbliche o industriali) è il gruppo di rete UFLS naturale per il carico di riferimento della rete. Il modo di procedere per il bilanciamento è rappresentato in Figura 6. Nel caso in cui i disinserimenti UFLS siano realizzati nel livello di rete 5, vale a dire sulle partenze di linee nella sottostazione, per la determinazione del carico di riferimento della rete occorre di regola considerare la somma delle singole partenze di linee nei casi 1 e 2. La partenza di una linea nel caso 3 può essere in tal modo esclusa dal disinserimento UFLS.

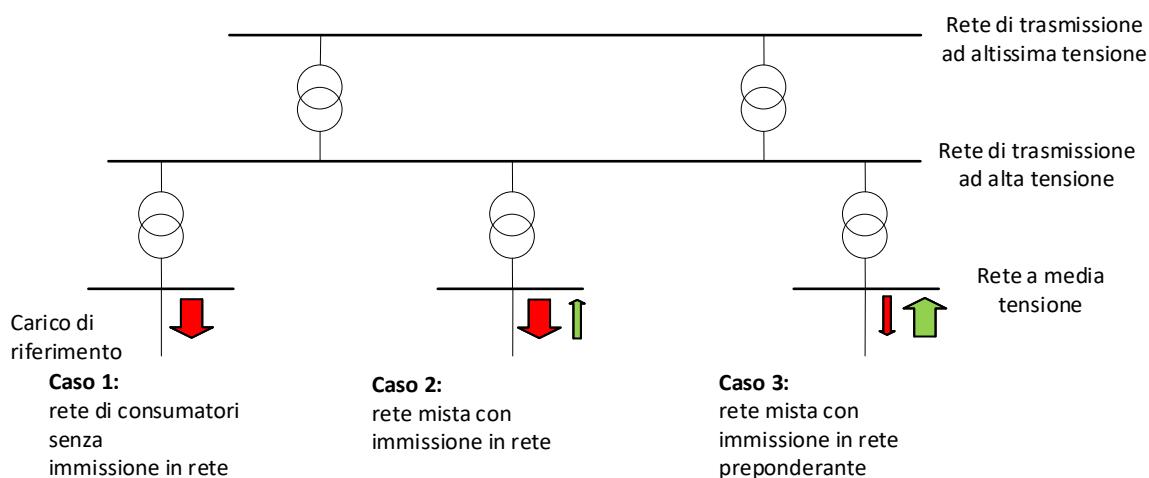


Figura 6: Determinazione del carico di riferimento della rete

- (3) Nel carico di riferimento della rete sono quindi solo inclusi i consumatori netti annuali di un gestore di rete.
- (4) Nei casi da 1 a 3 i calcoli del carico di riferimento dovrebbero essere effettuati preferibilmente con la formula del carico di riferimento (vedi Figura 7).
- (5) Se nel caso 1 il 100% dei valori medi su 10 o 15 minuti per ogni anno civile non presenta nessuna immissione in rete o se le partenze di linee a media tensione non hanno nessuna misurazione della potenza, per il rendiconto o l'assegnazione ai livelli con i valori di potenza del trasformatore è possibile considerare la potenza attiva.
- (6) Se nel caso 3 il 95% dei valori medi su 10 o 15 minuti per ogni anno civile ha un'immissione in rete o se le partenze di linee a media tensione non hanno nessuna misurazione della potenza, per il rendiconto o l'assegnazione ai gradini dell'impianto di produzione è possibile considerare la potenza attiva.
- (7) Il caso 2 contiene tutti i casi che non ricadono né nel caso 1 né nel caso 3.

- (8) Occorre inoltre tenere presente che dopo il disinserimento del carico si può verificare nella rete una situazione di sovraccarico a causa degli impianti di produzione rimanenti. In tal caso per ridurre l'immissione in rete si può impiegare la raccomandazione del settore «Disinserimento manuale del carico».

$$P_{carico,media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{P_{i,media} + |P_{i,media}|}{2}$$

Nota: N indica il numero di valori medi

Figura 7: Formula per il carico di riferimento della rete

- (9) La formula sopra riportata consente così di compensare picchi di breve durata di impianti che immettono energia in rete, in modo da garantire un margine di sicurezza dei calcoli. Nella Figura 8 è rappresentata una tipica curva temporale.

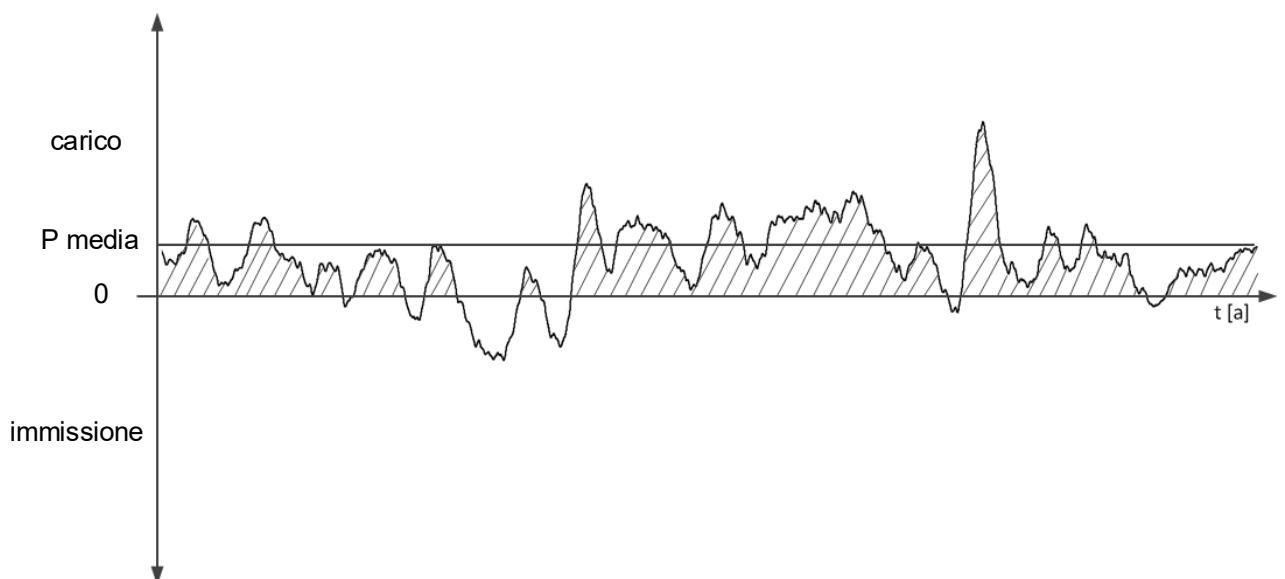


Figura 8: Caso 2: rete di consumatori con immissione occasionale

- (10) Si accetta che nel caso 3 si possano verificare rari casi nei quali le reti dei produttori netti prelevino potenza attiva e rimangano però in rete. Da ciò non derivano svantaggi per la funzionalità del disinserimento, poiché di tali reti non si è tenuto conto nel bilancio del disinserimento. Non occorre perciò incorporare alcun dispositivo UFLS.
- (11) In Svizzera il carico di riferimento viene di regola definito nel punto di disinserimento, vale a dire là dove l'interruttore automatico è aperto automaticamente dalla funzione di protezione UFLS.



6. Definizione dei tempi di eliminazione dei guasti e di disinserimento

6.1 Definizione del tempo di eliminazione dei guasti

- (1) Il tempo di eliminazione dei guasti si ottiene sostanzialmente sommando il tempo di disinserimento del dispositivo di protezione e il tempo di scatto dell'interruttore automatico. Nel gruppo di lavoro VDE/FNN di rilevamento e valutazione delle frequenze nelle reti di approvvigionamento elettrico, nel giugno 2022 si è misurato il tempo d'interruzione per circa 270 interruttori automatici a media tensione. La scelta è avvenuta sulla base dell'impiego reale nella rete di distribuzione e contiene modelli di tutti le comuni tipologie (SF6, vuoto ecc.). I tempi d'interruzione degli interruttori automatici arrivano fino a 70 ms, ai quali si deve sommare il tempo dell'arco elettrico di circa 10 ms per ottenere il tempo di scatto.
- (2) La prescrizione della ENTSO-E per il tempo di eliminazione dei guasti per eventi relativi alla frequenza è di 300 ms.
- (3) Nello spazio D-A-CH (Germania, Austria e Svizzera) si aspira a raggiungere un tempo di eliminazione dei guasti, sotto condizioni ideali di laboratorio (senza armoniche, salti di fase ecc.), di 200 ms. Il tempo di eliminazione dei guasti è la somma del tempo di disinserimento di 120 ms e del tempo di scatto dell'interruttore automatico di 80 ms. Si suppone un ritardo di 10 ms dovuto alla durata dell'arco elettrico.

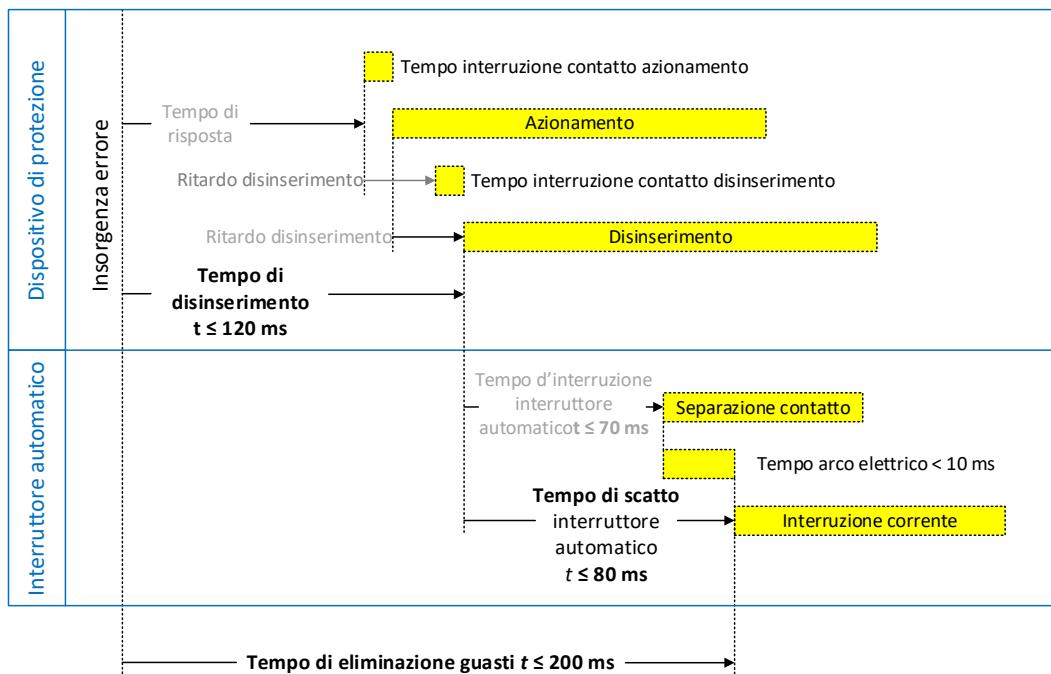


Figura 9: Tempo di eliminazione dei guasti in condizioni ideali

- (4) Il tempo di eliminazione dei guasti può aumentare per es. per ripetizioni di misure, ritardi del tempo di scatto in dipendenza della tensione DC della bobina o se un interruttore automatico non è più scattato da molto tempo.

6.2 Spiegazione del tempo di disinserimento

- (1) Nella Figura 10 viene mostrato che il filtraggio e la stabilizzazione nella misurazione di frequenza aumentano il tempo di risposta del dispositivo di protezione per evitare attivazioni indesiderate.

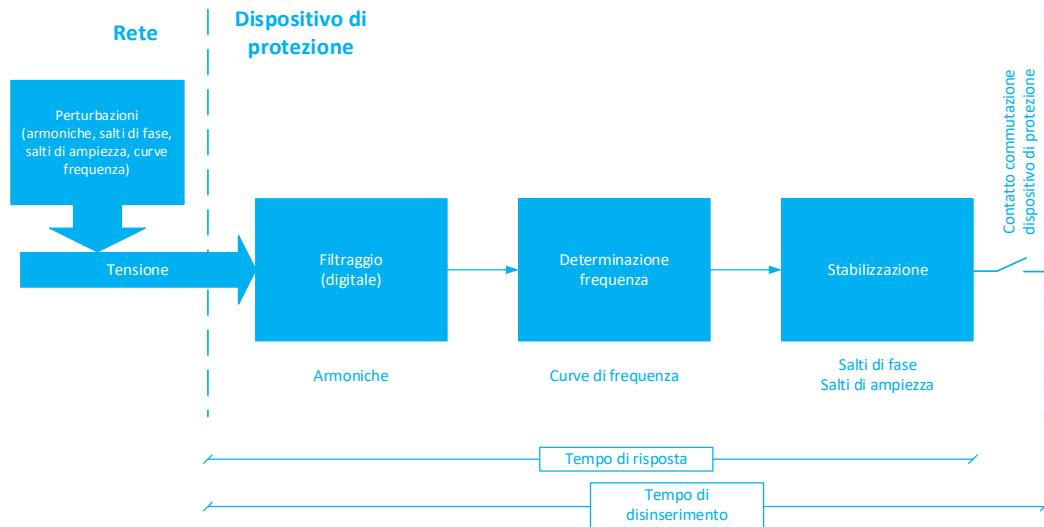


Figura 10: Panoramica del tempo di disinserimento di un dispositivo di protezione

- (2) Occorre una particolare accuratezza nell'applicazione di qualsiasi ritardo.
- (3) Il controllo di plausibilità dei tempi di disinserimento misurati avviene con una procedura di prova semplice e uniforme con grandezze sinusoidali pure.
- (4) Il tempo di risposta comprende il filtraggio, la determinazione della frequenza e la stabilizzazione. Finestre di misurazione troppo brevi o l'assenza di stabilizzazione possono provocare disinserimenti erronei.
- (5) Il motivo di perturbazioni della misurazione di frequenza che hanno come conseguenza un disinserimento erroneo o anche un bloccaggio sono fra l'altro:
- elementi strutturali non lineari nei dispositivi di protezione
 - accoppiamenti magnetici e capacitivi in rete o in impianti di commutazione
 - salti di ampiezza della tensione in rete
 - salti di fase della tensione in rete
 - combinazione di salti d'ampiezza o di fase della tensione (caso più frequente)
 - salto di frequenza in rete senza salti d'ampiezza e di fase
 - transienti provocati dall'insorgenza di errori per dispersioni a terra e cortocircuiti in rete o dalla dissipazione delle dispersioni a terra e dei cortocircuiti con la successiva fase transitoria; prestare particolare attenzione alle dispersioni a terra in reti messe a terra a bassa resistenza
 - processi di manovra con componente di corrente continua smorzata
 - convertitori di frequenza.

- (6) È pertanto molto importante che le funzioni di protezione per frequenza siano filtrate e stabilizzate correttamente. Una misurazione di frequenza precisa e sicura richiede una corrispondente finestra temporale. Per questo motivo i tempi di risposta delle funzioni di protezione per frequenza sono decisamente superiori che per es. i tempi di risposta delle funzioni di protezione per corrente.

7. Realizzazione

7.1 Principi per la realizzazione

- (1) La protezione per sottofrequenza deve essere effettuata in modo dipendente dalla direzione della potenza attiva sulle partenze di linee a MT nella sottostazione. Solo per casi eccezionali e per impianti esistenti sono anche possibili altre posizioni di montaggio. Negli impianti sono sempre più spesso presenti partenze di linee nelle quali la direzione della potenza attiva, a causa di immissioni decentralizzate fluttuanti, non si può più individuare in modo univoco (Figura 6, caso 2). Negli impianti nei quali tutte le partenze hanno solo carichi è sufficiente una protezione per frequenza senza il criterio della direzione della potenza attiva.

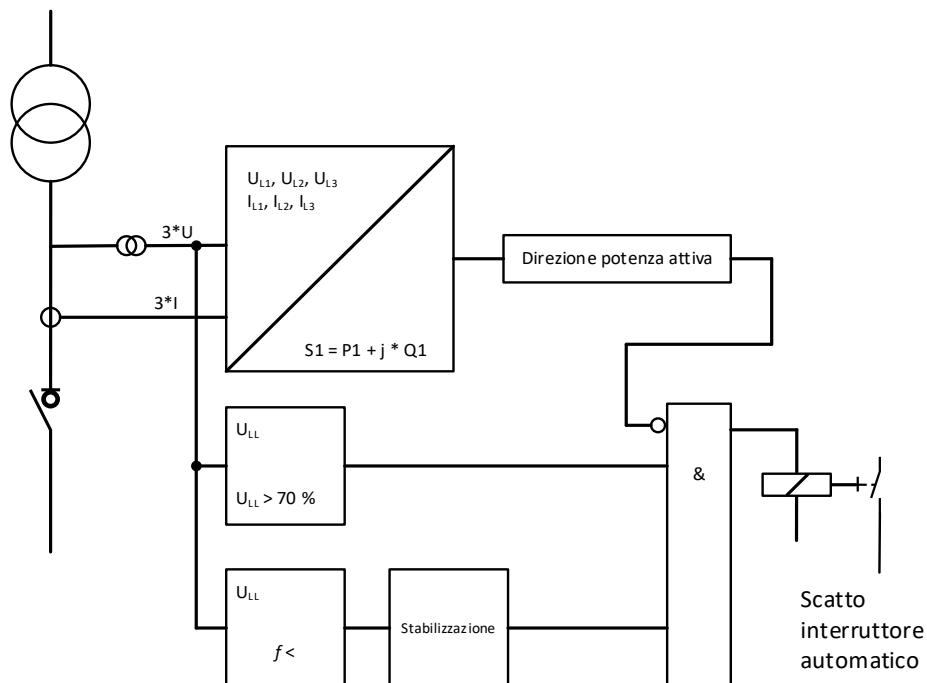


Figura 11: Schema di principio funzione di protezione per frequenza dipendente dalla direzione della potenza attiva.

7.2 Bloccaggio per sottotensione

- (1) Secondo valutazioni ENTSO-E di eventi UFLS si verificano eventi UFLS accompagnati da un contemporaneo collasso della tensione. È pertanto molto importante che dispositivi di protezione UFLS configurati correttamente con bloccaggio per sottotensione svolgano correttamente la loro funzione.
- (2) Nei seguenti due esempi di calcolo è descritta in maggiore dettaglio l'impostazione del bloccaggio per sottotensione dell'UFLS in presenza di una tensione di esercizio inferiore al 70%.

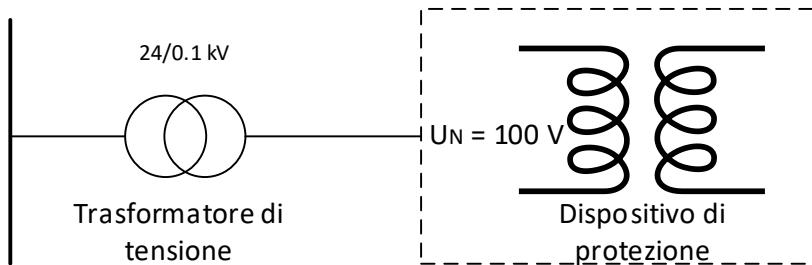


Figura 12: Esempio di calcolo di bloccaggio per sottotensione

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Tensione nominale U_n | 24 kV |
| 2. Tensione di esercizio U_c | 21,4 kV |
- (3) Nei due esempi tenere presente che sia l'uscita del trasformatore di tensione che l'ingresso del dispositivo di protezione sono di 100 V, altrimenti sarebbe necessario tenere conto anche di questa differenza. A seconda dei dispositivi di protezione sono indicati anche valori primari.
 - (4) Esempio di calcolo 1 - Il bloccaggio della tensione non è impostato in modo ottimale. Nel dispositivo di protezione è impostato il valore del 70% o di 0,7 senza tenere conto del rapporto di trasformazione della tensione e della grandezza d'ingresso del dispositivo di protezione. Il bloccaggio per tensione avverrebbe pertanto per $24 \text{ kV} \times 0,7 = 16,8 \text{ kV}$. Il valore corretto sarebbe però $21,4 \text{ kV} \times 0,7 = 14,98 \text{ kV}$, vale a dire che il dispositivo di protezione scatterebbe 1,82 kV prima del necessario.
 - (5) Esempio di calcolo 2 - Se si fanno i calcoli nella direzione opposta, cioè $21,4 \text{ kV} \times 0,7 = 14,98 \text{ kV}$ e si divide per il rapporto di trasformazione della tensione di 240 (24000 V/100 V), ne risulta un'impostazione di $14980 \text{ V}/240 = 62,42 \text{ V}$ resp. 0,62.



8. Gruppi di rete UFLS

- (1) La società nazionale di rete organizza i gruppi di rete UFLS con i relativi GRD. In primo luogo, i gestori di rete del livello di rete 2 possono organizzare in autonomia i propri gruppi di rete UFLS. Si può anche delegare la formazione dei gruppi di rete UFLS ai GRD a valle. Per ogni gruppo di rete UFLS c'è un centro di comando prestabilito che assume il coordinamento all'interno del gruppo. Alla società nazionale di rete spetta il coordinamento dei singoli gruppi di rete UFLS. La composizione dei singoli gruppi di rete deve avvenire con la stretta collaborazione fra la società nazionale di rete e i GRD.
- Un GRD che ha una rete di distribuzione sufficientemente grande ed è in grado di effettuare in autonomia l'intera rotazione, indipendentemente dal livello di rete, è anche responsabile del rispetto delle prescrizioni e del rendiconto.
 - Diversi GRD si possono unire in un'associazione di reti UFLS ed eseguire la rotazione autonomamente indipendentemente dal livello di rete. In tal caso un GRD si occupa del coordinamento e presenta un rendiconto comune.
 - Se un GRD con allacciamento alla rete diretto sul livello di rete 1 non è in grado di effettuare la rotazione in autonomia e non ha nessun gruppo di rete UFLS partner, la società nazionale di rete cerca una soluzione.
 - Se un GRD ha un carico singolo >8,25% dell'intero carico di riferimento della rete e non sarebbe così in grado di soddisfare le prescrizioni dei gruppi di carico da disinserire, può comunque formare un proprio gruppo di rete UFLS. Anche in tal caso la società nazionale di rete si occupa di una compensazione nella zona di regolazione Svizzera.
- (2) NOTA: un gestore della rete di distribuzione che con il suo principio UFLS esistente non è in grado di costituire i 16 gruppi di rete UFLS (se per es. con un apparecchio UFLS vengono messe fuori tensione solo sottostazioni intere) può eventualmente formare un'associazione di gruppi di rete UFLS con altri GRD. Questi raggruppamenti consentono di evitare costosi e impegnativi investimenti, come per esempio un adattamento dei disinserimenti UFLS per ogni trasformatore o per ogni linea.



9. Prestazioni di servizio relative al sistema

- (1) L'UFLS deve essere realizzato tipicamente sulle partenze di linee a media tensione nella sottostazione. Perciò dopo un evento UFLS può accadere che siano disinserite e non sia più possibile attivare delle prestazioni di servizio relative al sistema prodotte nei livelli di rete inferiori.

10. Aspetti tecnici e operativi

10.1 Bloccaggio temporaneo della funzione UFLS

- (1) Nei seguenti casi la funzione UFLS può essere bloccata. Prestare attenzione che il bloccaggio temporaneo sia impostato su un valore minimo.
- Dispositivi di protezione con allacciamento trifase possono essere dotati di una sorveglianza del circuito di misura la cui attivazione provoca il bloccaggio della funzione di protezione per frequenza. La funzione di protezione per frequenza può anche essere bloccata se nella manovra di un graduatore a gradini esterno si passa a una posizione non definita, in caso di manovre di esercizio in rete o se, essendo troppo bassa la tensione ausiliaria, non è assicurato un disinserimento sicuro. Nelle succitate condizioni è vantaggioso un bloccaggio remoto della funzione.
 - Quando una rete di distribuzione viene fatta funzionare intenzionalmente in isola (separatamente dalla rete ENTSO-E CE) la funzione UFLS può essere eventualmente bloccata. In caso di reti in isola non valgono più le prescrizioni sovraordinate dell'Emergency and Restoration Code.
 - Nella rete a media tensione interessata, mentre in rete è presente una dispersione a terra o un cortocircuito.
 - Durante brevi commutazioni operative nella rete a media tensione, per es. se due sottostazioni sono collegate brevemente in parallelo tramite una linea di collegamento, così da evitare eventuali sovraccarichi dei cavi.
 - Durante il reinserimento di grandi reti di cavi a media tensione con trasformatore dell'LR 4 può essere utile un breve bloccaggio UFLS, poiché una riattivazione della rete potrebbe eventualmente essere ostacolata dalla protezione UFLS attivata dalle alte correnti transienti.

10.2 Diramazione esclusa dai disinserimenti UFLS

- (1) Il fabbisogno proprio di una sottostazione può essere escluso dall'UFLS, al fine di garantire un ripristino della rete sicuro.

10.3 Attivazione indotta di disinserimenti UFLS in anelli a MT

- (1) Qualora le partenze di linee della rete a media tensione siano collegate ad anello, non è più sempre garantito che le linee interessate abbiano sempre tutte le stesse direzioni della potenza e in tal modo si disinseriscono o blocchino contemporaneamente. In determinate circostanze possono verificarsi disinserimenti a cascata. Non è ragionevole sia realizzata un'attivazione indotta di singole partenze di linee collegate in un anello per ottenere che il tempo di disinserimento per l'intero anello sia identico.



10.4 Trasformatori o sbarre collettrici funzionanti a vuoto

- (1) Dopo un evento UFLS può accadere che la sbarra collettrice funzioni a vuoto o senza partenze di linee. Perciò è molto importante che nei trasformatori di tensione dal lato della media tensione siano presenti misure di prevenzione dalla ferrorisonanza (vedi Figura 13) (avvolgimenti smorzanti). Una misura proficua può essere per esempio una resistenza su avvolgimenti collegati a triangolo aperto del trasformatore di tensione.

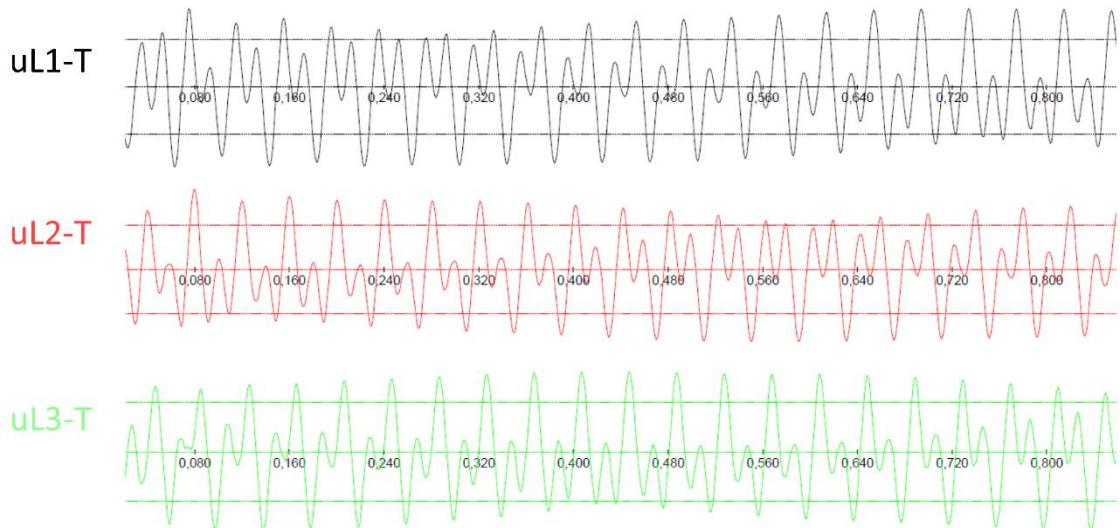


Figura 13: Esempio ferrorisonanza di sbarra collettrice a MT funzionante a vuoto



11. Centrali di pompaggio e batterie di stoccaggio

11.1 Centrali di pompaggio

- (1) Poiché anche le pompe sono considerate carichi, il loro disinserimento automatico dalla rete per sottofrequenza è assolutamente necessario e indipendente dal punto di allacciamento. Nella Tabella 2: Raccomandazione impostazioni di protezione di pompe sono riportati i più importanti parametri di protezione. In presenza delle condizioni prescritte, le pompe devono essere sempre disinserite automaticamente, senza tenere conto dei carichi di riferimento della rete o dell'allacciamento alla rete.

Parametri di protezione	Grandezza	Valori e osservazioni
Tensione minima per il disinserimento per sottofrequenza	--	0,70* U_c , tensioni fase/fase
Protezione per frequenza, gradino 1	Frequenza	49,5 Hz
	Tempo di eliminazione dei guasti	10 sec
Protezione per frequenza, gradino 2	Frequenza	49,2 Hz
	Tempo di eliminazione dei guasti	300 ms

Tabella 2: Raccomandazione impostazioni di protezione di pompe

- (2) Il reinserimento avviene (come nel caso del ripristino della rete) in collaborazione, accordo e coordinamento con la società nazionale di rete e con i gestori di rete a monte.

11.2 Batterie di stoccaggio

- (1) Al momento mancano prescrizioni sovraordinate specifiche per batterie di stoccaggio da parte della ENTSO-E e della società nazionale di rete. Le batterie di stoccaggio installate in Svizzera hanno già una potenza totale tale che in caso di evento UFLS possono provocare conseguenze negative sull'intera rete.
- (2) In caso di prelievo di potenza le batterie di stoccaggio per PSRS (prestazioni di servizio relative al sistema) prequalificate per contratto devono avere per la stabilizzazione della frequenza una regolazione della potenza attiva dipendente dalla sottofrequenza.
- (3) Si consiglia di progettare la regolazione per batterie di stoccaggio per PSRS in modo tale che la regolazione della potenza attiva dipendente dalla sottofrequenza avvenga per il prelievo di potenza dalla rete nell'intervallo di frequenza fra 49,8 Hz e 49,2 Hz. Questa prescrizione si basa sulle esigenze concernenti le centrali di pompaggio. La regolazione della potenza attiva dipendente dalla sottofrequenza si riferisce sempre alla potenza attiva istantanea in caso di passaggio della frequenza al di sotto del valore di 49,8 Hz (100%). Il prelievo di potenza deve essere ridotto gradualmente e arrivare allo 0% a 49,2 Hz.
- (4) Una regolazione della potenza attiva dipendente dalla frequenza di validità generale per aumentare la potenza di immissione in rete verrà definita in un momento successivo.

12. Esigenze tecniche concernenti le funzioni di protezione per frequenza e i loro intervalli di regolazione

- (1) La funzione di disinserimento automatico del carico per sottofrequenza può essere integrata sia in relè separati che come funzione di dispositivi di controllo o di protezione presenti. In entrambi i casi valgono le specifiche tecniche per i dispositivi di protezione conformemente alla direttiva VDN sui sistemi di protezione digitali ("Digitale Schutzsysteme") e alla guida FNN sui sistemi di protezione ("Leitfaden Schutzsysteme"). Ciò vale sia per i dispositivi di protezione che per la loro realizzazione tecnica.
- (2) Per separare i problemi di tensione e quelli di frequenza la funzione di protezione deve effettuare il disinserimento solo a partire dalle impostazioni raccomandate, in modo da evitare attivazioni indesiderate.

Parametri di protezione	Gran-dezza	Intervallo d'impostazione	Passi	Impostazioni raccomandate e osservazioni
Tensione minima per il disinserimento per sottofrequenza	U_{blocco}	$0,30 - 0,90 * U_n$ U_n riferito alle grandezze di misura dei trasformatori	$0,01 * U_n$	$0,70 * U_c$ U_c è la tensione fase/fase nominale risp. la tensione di esercizio. Vedi esempi di calcolo nel cap. 0
Intervallo di frequenza	f	45,0 – 55,0 Hz	50 mHz	Impostazione secondo programma di disinserimento
Precisione di misura	f	$\leq 30 \text{ mHz}$	---	
Tempo di disinserimento	tempo	$\leq 120 \text{ ms}$	---	
Ritardo tempo di disinserimento nel dispositivo di protezione	tempo	0 – 20 sec	10 ms	
Gradiente di frequenza	df/dt	---	---	Funzione per il momento bloccata
Numero di gradini di frequenza	--	1 – 8	1	Rete di distribuzione: min. 1 gradino, preferibilmente 8 gradini Pompa: min. 2 gradini.
Corrente minima per riconoscimento direzione potenza attiva	I_{\min}	$0,02 - 0,20 * I_n$ I_n riferito alle grandezze di misura dei trasformatori	---	Dal 2 al 5% della corrente di misura del trasformatore.
Soglia di attivazione per la potenza attiva	P_{\min}	$0,01 - 0,10 * S_n$	---	Dal 2 al 5% di S_n S_n è la potenza apparente di misura del dispositivo di protezione (per es. 100 V; 1 A)

Tabella 3: Parametri da impostare per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza

- (3) Per impedire un'attivazione indesiderata del riconoscimento della direzione della potenza attiva è necessaria l'introduzione di una corrente minima compresa fra il 2 e il 5% della corrente di misura del trasformatore. Come procedura di misurazione si può rilevare e valutare il sistema di sequenza diretta oppure si può procedere a una misura dell'angolo.

- (4) In caso di un riconoscimento della direzione della potenza attiva in direzione dell'immissione nella rete a monte, il disinserimento viene bloccato dalla protezione per frequenza. La superficie tratteggiata del riconoscimento della direzione nella Figura 14 significa "direzione della potenza attiva verso la rete a monte" e provoca il bloccaggio del disinserimento.

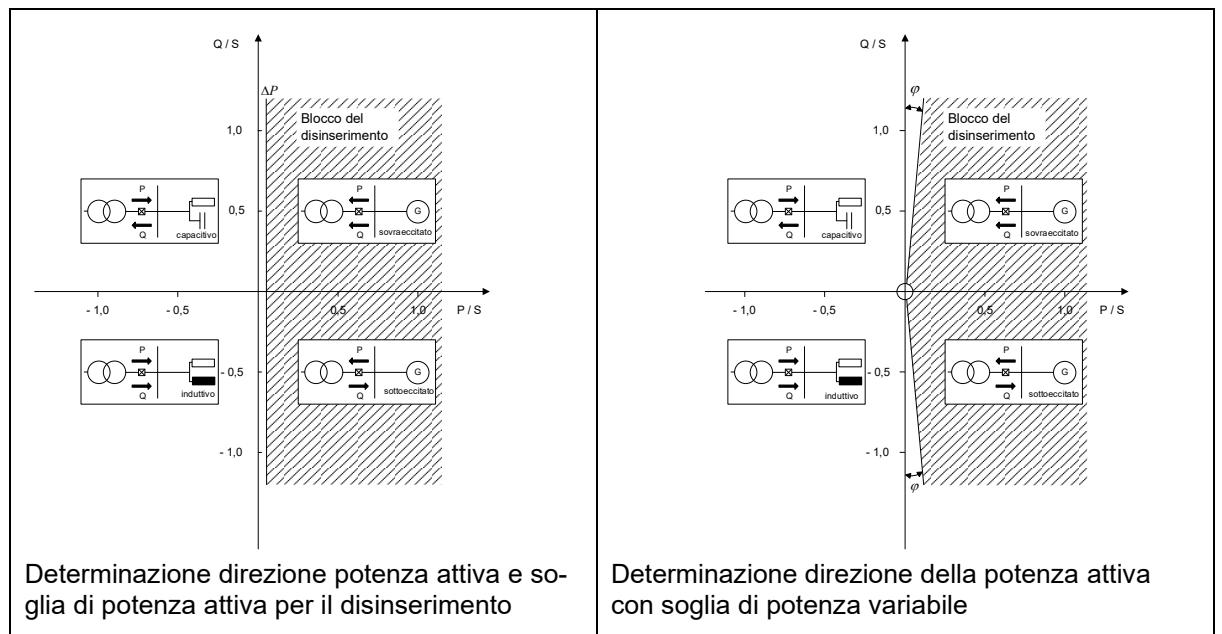


Figura 14: Esempi per il riconoscimento della direzione della potenza attiva



13. Possibile procedura per la prova della funzione di protezione per frequenza

- (1) Nella verifica della protezione si fa distinzione fra esame del tipo e prova periodica. Si parte dal presupposto che gli esami del tipo siano effettuati dal produttore del dispositivo di protezione e siano parte della dimostrazione del funzionamento.
- (2) L'esame del tipo per le funzioni di protezione per frequenza è di base conforme ai requisiti di cui a IEC 60255-181 e deve essere certificato dal produttore del dispositivo di protezione.
- (3) Durante la prima messa in servizio o il controllo periodico non è necessario ripetere tutti i punti di prova dell'esame del tipo. Spetta al gestore del dispositivo di protezione decidere quali passi di prova desidera ripetere.
- (4) L'intervallo fra i controlli dei dispositivi di protezione UFLS deve essere di massimo cinque anni, in conformità all'Ordinanza sulla corrente forte, sezione 4, art. 18.
- (5) Nei seguenti paragrafi sono descritti possibili metodi di prova.

13.1 Sottofrequenza in caso di tensione nominale e fornitura di potenza attiva

- (1) La funzione di protezione per sottofrequenza deve provocare il disinserimento con un salto di frequenza definito. Per questo a una tensione nominale U_c si deve scegliere la frequenza iniziale di 100 mHz al di sopra del valore d'intervento della funzione di protezione per sottofrequenza. Dopo almeno 5×120 ms dall'errore precedente, la frequenza di prova viene diminuita in modo brusco di 200 mHz, provocando l'insorgenza di un errore. Il tempo di disinserimento, inclusa decisione della direzione e tempi di risposta dei dispositivi di protezione, deve essere di massimo 120 ms, anche per sistemi distribuiti (vedi 6.1, Figura 9).

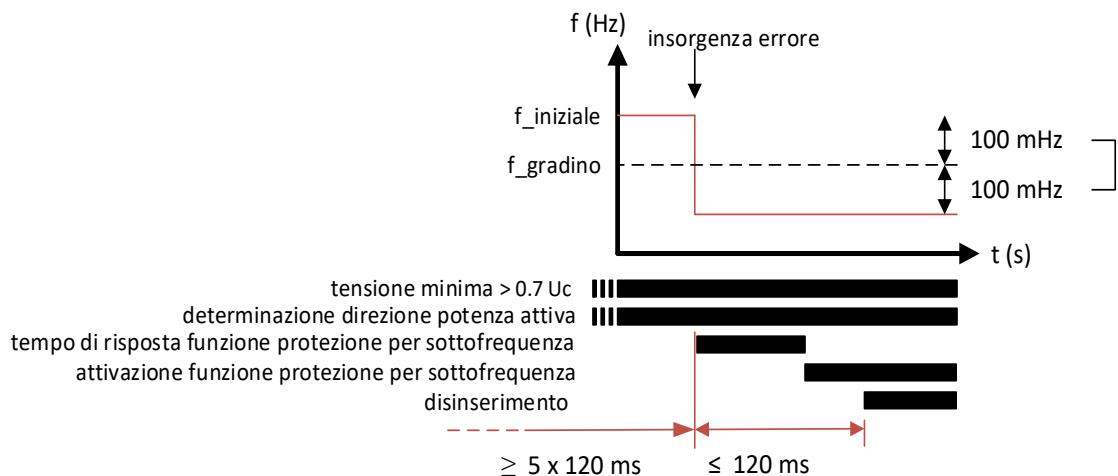


Figura 15: Prova funzione di protezione per sottofrequenza alla tensione nominale

13.2 Sottofrequenza con tensione al di sotto del limite inferiore di attivazione

- (1) La prova della funzione di protezione per sottofrequenza descritta al capitolo 13.1 deve essere ripetuta con una tensione U_c al di sotto del limite inferiore di tensione di attivazione, definito nel capitolo 12. In tal caso non è consentito nessun disinserimento.

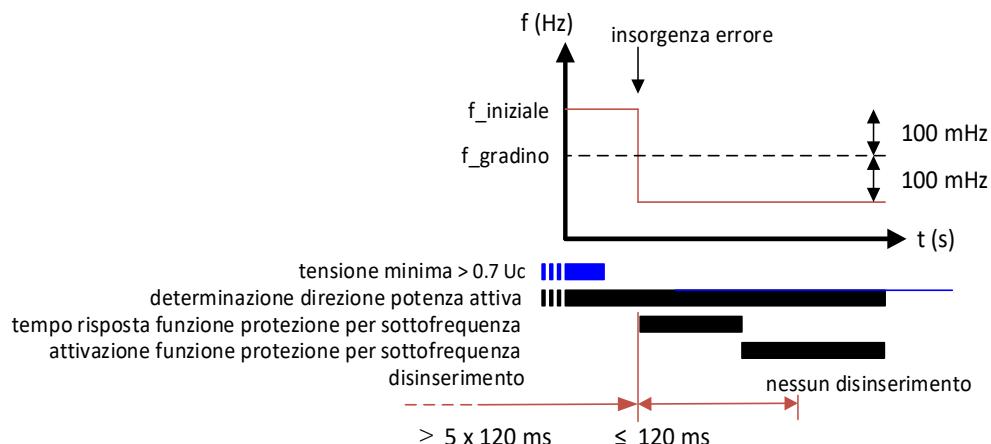


Figura 16: Prova funzione di protezione per sottofrequenza sotto il limite di tensione di attivazione



13.3 Prova direzione della potenza attiva

- (1) Per la prova della direzione della potenza attiva fare distinzione fra i tre seguenti casi di prova con i relativi risultati attesi:
- potenza attiva > valore soglia con fornitura potenza attiva = disinserimento
 - potenza attiva nella zona d'insensibilità (0 kW) = disinserimento
 - potenza attiva > valore soglia con prelievo potenza attiva = nessun disinserimento

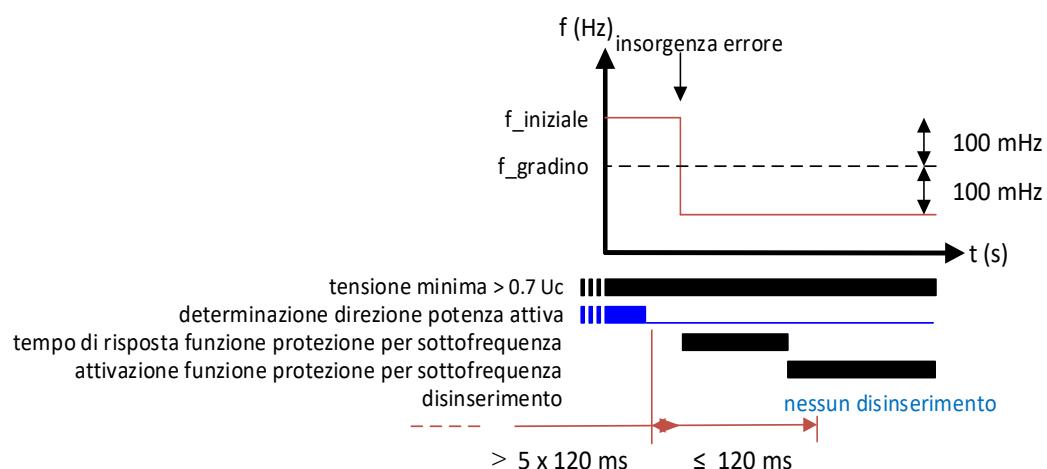


Figura 17: Prova della direzione della potenza attiva (esempio senza disinserimento)



14. Esempi pratici di attuazione

14.1 Selezione gruppi di carico UFLS sul trasformatore con disinserimento nel campo di linea a MT

- (1) Nel seguente esempio le funzioni UFLS sono suddivise nei campi di trasformazione e nei campi di linea. Nel campo di trasformazione viene effettuata la selezione del gruppo di carico UFLS, la quale viene quindi trasmessa, tramite un bus dell'impianto di commutazione, a tutti i dispositivi combinati nelle partenze di linee che hanno una funzione UFLS direzionale. La funzione UFLS nelle partenze di linee disinserisce il relativo interruttore delle partenze, sempre che venga fornita potenza attiva. Tramite un circuito di replica del sezionatore sono collegate al dispositivo combinato le relative tensioni delle sbarre collettrici con la finalità del riconoscimento della direzione, vedi Figura 18.

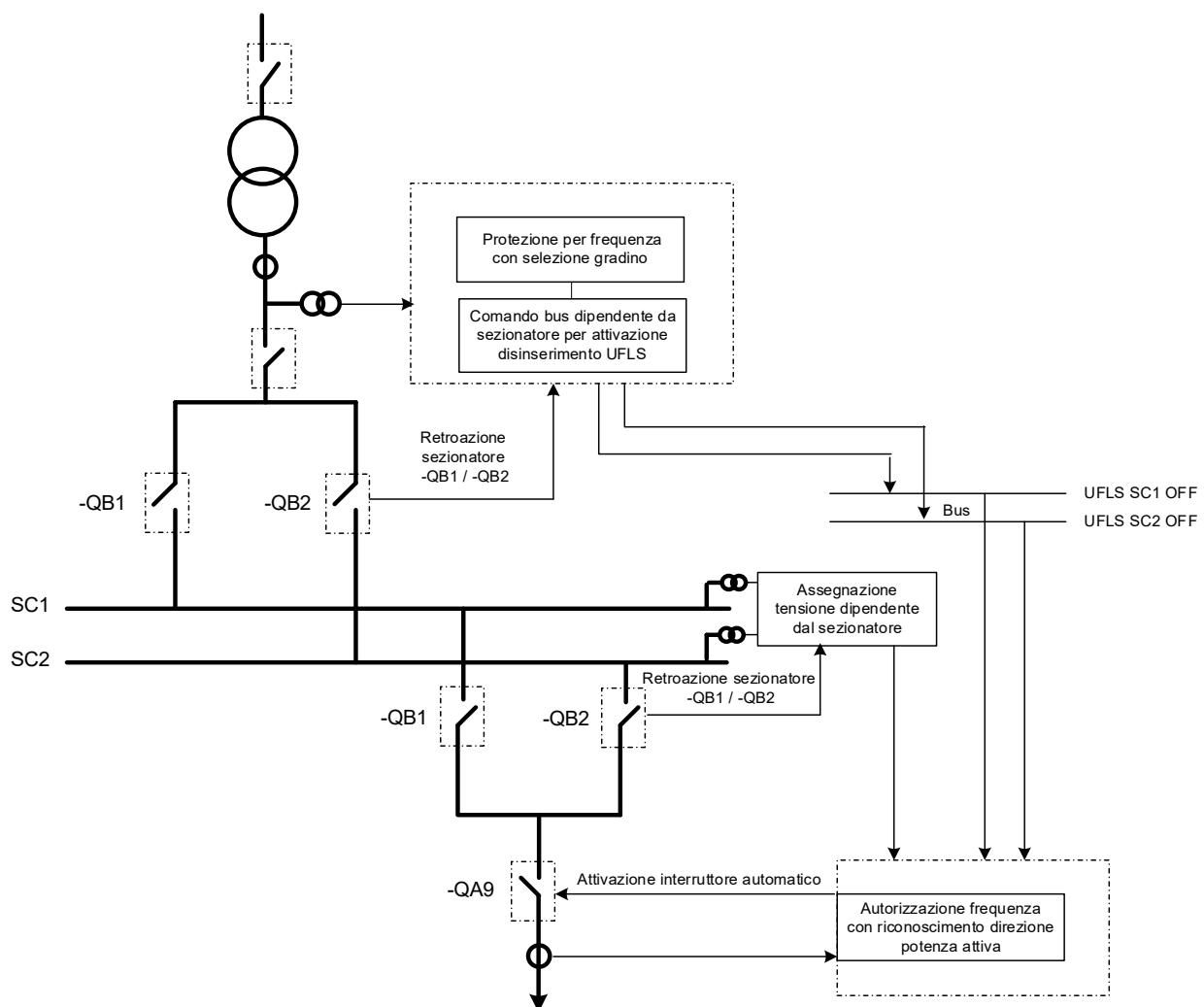


Figura 18 Esempio selezione dei gruppi di carico UFLS sul trasformatore con disinserimento campo di linea a MT

- (2) Con questa soluzione prestare attenzione che in caso di un evento di sotloffrequenza un azionamento di protezione inizi nello stesso tempo in tutti i dispositivi di protezione, in modo tale che i tempi di disinserimento non siano collegati in cascata.

- (3) In caso di attivazione per frequenza nella partenza di una linea, per es. con una funzione di frequenza < 49,1 Hz, per mezzo di accoppiamenti o altri accorgimenti è possibile evitare disinserimenti erronei.
- (4) Nel controllo del tempo di eliminazione dei guasti occorre controllare l'intera catena. Il bus ritarda ancora di alcune decine di ms.
- (5) Occorre evitare che tensioni di differenti riduttori di tensione non vengano collegate insieme.

14.2 Selezione gruppi di carico UFLS e disinserimento nel campo di linea a MT

- (1) L'assegnazione ai gruppi di riduzione del carico e la funzione UFLS direzionale avvengono entrambe in un dispositivo combinato nel campo di partenza di linea, vedi Figura 19.

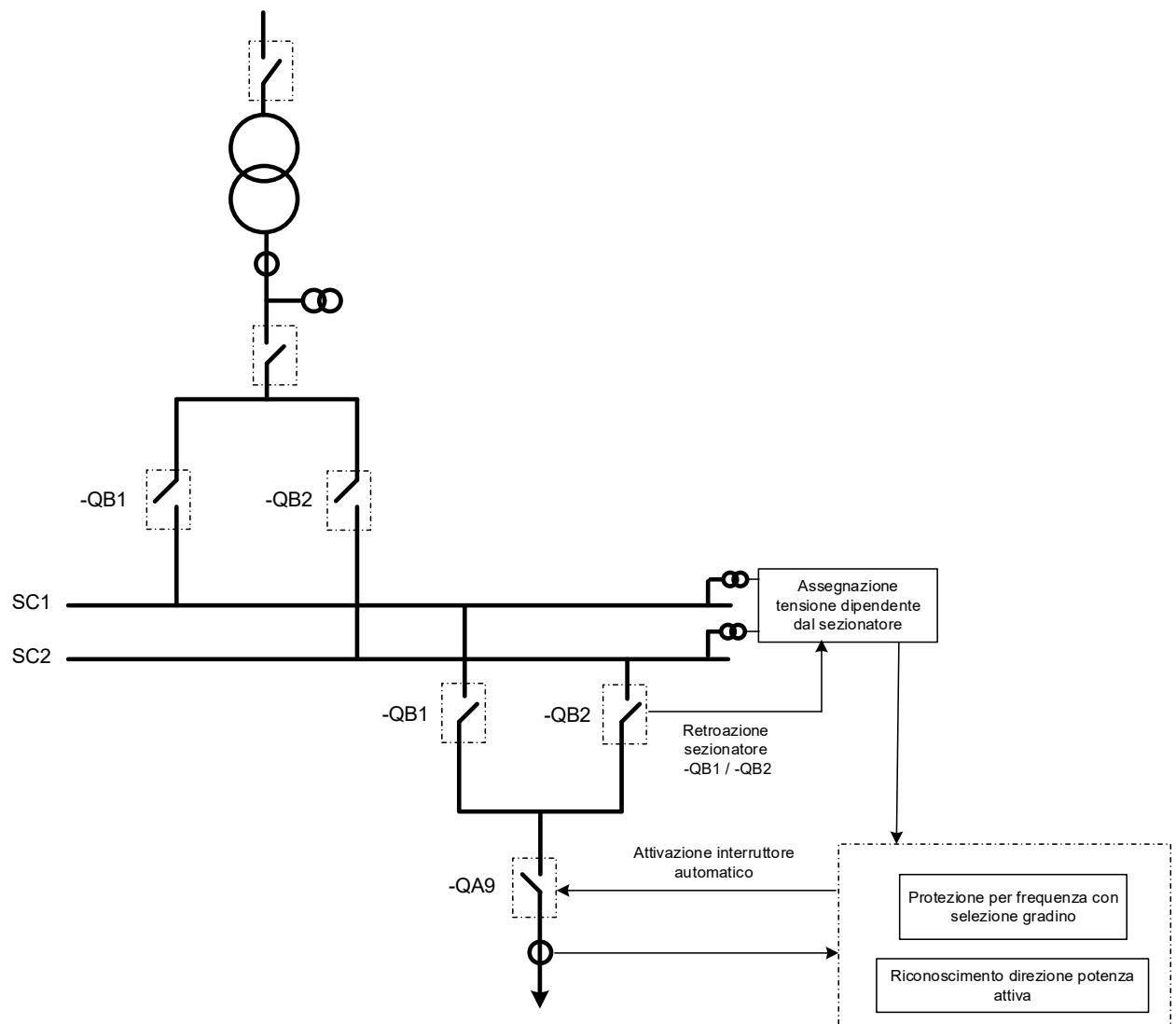


Figura 19: Esempio selezione dei gruppi di carico UFLS e disinserimento nel campo di linea a MT

- (2) In questa variante tutte le funzioni UFLS sono realizzate sulle partenze di linee. Questa attuazione è soprattutto adatta per piccoli impianti.
- (3) Se nel campo di linea è presente un trasformatore di tensione è possibile rinunciare alla tensione della sbarra collettrice.

15. Comportamento dopo un evento UFLS

15.1 Principi generali

- (1) Un apparecchio disinserito per una funzione di protezione UFLS non può essere reinserito senza autorizzazione. Fanno eccezione le commutazioni per assicurare il fabbisogno proprio. Il reinserimento avviene (come nel caso del ripristino della rete) in collaborazione, accordo e coordinamento con la società nazionale di rete e con i gestori di rete vicini. Il gestore della rete di distribuzione collegato direttamente alla rete di trasmissione deve effettuare questo coordinamento con tutte le sue reti a valle nella cascata.
- (2) Se un apparecchio viene fatto funzionare sulla rete ENTSO-E CE e durante un evento UFLS subisce un disinserimento automatico, che non è in rapporto diretto con l'evento UFLS, l'apparecchio può essere reinserito in conformità alle direttive del relativo GRD e senza ulteriori accordi con la società nazionale di rete.
- (3) Se nella zona di regolazione Svizzera non sono state rispettate le prescrizioni, dopo un evento UFLS occorre assicurare che possa essere redatto in breve tempo un rapporto trasparente. A tal scopo è indispensabile una stretta collaborazione fra la società nazionale di rete e i gruppi di rete UFLS. La società nazionale di rete con i gestori dei gruppi di rete UFLS responsabili si occupa del coordinamento per la zona di regolazione Svizzera.
- (4) L'Awareness-System svizzero (SARA) potrebbe essere impiegato sia a disinserimento del carico avvenuto che al reinserimento dei relativi carichi. In questo modo è visibile dove sono avvenuti disinserimenti del carico e dove questo è stato reinserito.
- (5) Nel ripristino dell'approvvigionamento dopo un evento UFLS è possibile assumere che i reinserimenti dei carichi avvengano in diversi passi. Per le reti di distribuzione a valle può essere stabilito preventivamente un criterio di ripartizione. Il criterio di ripartizione deve essere facile da attuare e conosciuto a tutti i gestori di sistemi all'interno della cascata.



16. Rendiconto, monitoraggio e registrazione a protocollo

16.1 Rendiconto per la rete di distribuzione

- (1) I gestori di reti di distribuzione devono controllare che l'UFLS sotto la loro responsabilità sia programmato e funzionante su tutto il territorio, in modo non discriminatorio e conforme alle norme e che rendiconto, monitoraggio e registrazione a protocollo siano effettuati corrispondentemente. L'Emergency and Restoration Code richiede una relativa documentazione a cadenza annuale.
- (2) Poiché le attuali impostazioni dell'UFLS devono essere concordate fra la società nazionale di rete per la zona di regolazione Svizzera e i gestori di reti di distribuzione, occorre un aggiornamento periodico della relativa documentazione. Pertanto il responsabile del gruppo di rete UFLS deve comunicare alla società nazionale di rete almeno una volta all'anno, nel primo trimestre, gli attuali carichi di riferimento della rete per ogni gruppo di carico da disinserire attivo. Un modello di rendiconto è rappresentato nella Figura 20.
- (3) Il rendiconto avviene sempre tramite il gestore di rete di distribuzione o di centrale elettrica direttamente collegato nella cascata.



Rendiconto UFCS per

2016

swissgrid

Nome del gruppo di rendiconto UFCS:

Azienda Bianchi

Carico di rete totale anno precedente [MW]:

100 MW

Margine di fluttuazione di un gradino UFCS (min/medio/max)	5,0	6,3	8,3	MW
	5%	6,25%	8,25%	

Numero gradino (facoltativo)	Gradino UFCS		Distacco di carico [MW]		Distacco di carico cumulato [MW]					Osservazioni
	Frequenza [Hz]	Numero di punti di distacco	Distacco carico per ogni gradino	Soddisfatto	TEOR min	TEOR medio	TEOR max	Somma distacco di carico	Perc. carico rifer. rete [%]	
3A	49,00	2	5,3	sì	5,00	6,25	10,00	5,3	5,3	sì
3B	48,85	2	4,9	no	10,00	12,50	16,50	10,2	10,2	sì
4A	48,70	6	5,4	sì	15,00	18,75	24,75	15,6	15,6	sì
4B	48,55	2	6,1	sì	20,00	25,00	33,00	21,7	21,7	sì
5A	48,40	2	5,3	sì	25,00	31,25	41,25	27	27,0	sì
5B	48,25	2	5,2	sì	30,00	37,50	49,50	32,2	32,2	sì
6A	48,10	2	6,3	sì	35,00	43,75	52,00	38,5	38,5	sì
6B	48,00	3	6,2	sì	38,00	50,00	52,00	44,7	44,7	sì

Punti di scambio con rete di trasmissione (LR1):

Nome impianto	Trasformatori	Suddivisione
Stazione A	T1 - T3 - T5	50%
Stazione B	T1 - T2 - T3	15%
Stazione C	T1 - T2	15%
Stazione D	T1 - T2	10%
Stazione E	T2	10%

Suddivisione del carico sui punti di raccordo in caso collegamento normale (valori arrotondati)

Nel presente rendiconto sono contenute le seguenti aziende:

Azienda Bianchi A

Azienda Bianchi B

Azienda di coordinazione / partner di contatto rendiconto UFCS:

Data, località

Figura 20: Modello di rendiconto per GRD

Punti di scambio con rete di trasmissione (LR1):

Nome impianto	Trasformatori	Suddivisione
Rete parziale regione A		47,0 MW
Stazione AA	T1 - T5	50%
Stazione AB	T1 - T2	50%
Rete parziale regione B		234,0 MW
Stazione BA	T1 - T3	80%
Stazione BB	T1 - T2	10%
Stazione BC	T1 - T2	10%
Rete parziale regione C		156,0 MW
Stazione CA	T1 - T4	60%
Stazione CB	T3 - T6	40%

Figura 21: Esempio per GRD con più punti di scambio/reti parziali sull'LR 1

16.2 Rendiconto centrali di pompaggio

- (1) Su richiesta della società nazionale di rete i gestori di centrali di pompaggio devono confermare ogni 5 anni le impostazioni UFLS e che l'UFLS nel loro settore di responsabilità è programmato e funzionante in modo conforme. Rendiconto, monitoraggio e registrazione a protocollo devono avvenire corrispondentemente.
- (2) Il rendiconto avviene sempre tramite il gestore di rete di distribuzione o di centrale elettrica direttamente collegato nella cascata.



17. Prospettiva

- (1) Occorre anche esaminare l'impiego di ulteriori criteri, come per es. la Rate of Change of Frequency (RoCoF). Sarebbe utile se in tutti i nuovi dispositivi di protezione destinati all'UFLS fosse già integrata la funzione di protezione "df/dt", in modo che un'eventuale attivazione successiva non richieda né una sostituzione di apparecchi né il potenziamento del firmware. La funzione RoCoF deve poter essere combinata con i gradini di sotloffrequenza.
- (2) Per la futura crescita delle immissioni decentralizzate negli LR 7 resp. LR 5 occorre verificare assegnazioni a gruppi UFLS adattive, in modo tale da poter sempre rispettare gli obiettivi di disinserimento richiesti, indipendentemente dall'ora del giorno o dalle condizioni climatiche.
- (3) Occorre esaminare rapporti di futuri eventi UFLS con contemporanei eventi di tensione, in modo tale che sia possibile coordinare meglio le relative impostazioni.
- (4) Se necessario occorre prevedere una PSRS per UFLS (riduzione del carico) per clienti industriali. All'estero questa PSRS è già offerta da lungo tempo dietro compenso.