



Raccomandazione del settore

Esigenze tecniche concernenti il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza considerando le prescrizioni modificate

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

UFLS – CH 2016

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

Telefon +41 62 825 25 25, Fax +41 62 825 25 26, info@strom.ch, www.strom.ch



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	membro GL
Andreas Degen	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
dicembre 2015	Inizio lavori da parte del gruppo di lavoro (GL).
11 marzo 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

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

L'AES approva il documento il 7 settembre 2016.

Stampato n. 1040/i, edizione 2016

Copyright

© Associazione delle aziende elettriche svizzere AES

Tutti i diritti riservati. L'uso della documentazione per fini commerciali è consentito esclusivamente con il consenso dell'AES e dietro compenso. Eccetto per l'uso personale, sono vietati l'eventuale copia, distribuzione o qualsiasi altro utilizzo del presente documento diverso da quello 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. Abbreviazioni, termini e definizioni.....	8
3. Condizioni quadro ENTSO-E (REGST-E).....	9
4. Attuazione in Svizzera.....	9
5. Determinazione del carico di riferimento della rete.....	12
6. Realizzazione	14
6.1 Principi per la realizzazione	14
6.2 Realizzazione per reti di consumatori senza alimentazione di ritorno	14
6.3 Realizzazione per reti di consumatori con alimentazione di ritorno variabile	16
6.4 Fabbisogno proprio	16
7. Gruppi di disinserimento del carico	16
7.1 Ripartizione	16
7.2 Margine di fluttuazione dei gruppi di carico da disinserire	17
8. Rotazione	17
9. Comportamento dopo un evento UFLS	17
10. Gruppi di rete UFLS	18
11. Prestazioni di servizio relative al sistema (SDL)	18
12. Esigenze relative alle funzioni di protezione e alla loro impostazione	19
13. Dettagli tecnici.....	21
13.1 Bloccaggio della funzione UFLS	21
13.2 Segnalazione dati.....	22
13.3 Tensione ausiliaria	22
14. Rendiconto, monitoraggio e messa a protocollo.....	22
15. Impianti di pompaggio	24
16. Prospettiva	24
17. Referenze.....	25



Indice delle figure

Figura 1: Misure per la stabilizzazione della frequenza	7
Figura 2: Raccomandazione attuazione UFLS in Svizzera	10
Figura 3: Proposta di attuazione UFLS	12
Figura 4: Determinazione del carico di riferimento della rete	13
Figura 5: Formula del carico di riferimento della rete per un nodo disinserito	13
Figura 6: Caso 2: rete di consumatori con immissione variabile	14
Figura 7: Esempi di disinserimento per sottofrequenza sulle reti di consumatori senza alimentazione di ritorno	15
Figura 8: Esempi di disinserimento del carico per sottofrequenza con alimentazione di ritorno variabile	16
Figura 9: Rappresentazione dei gruppi di carico da disinserire	17
Figura 10: Schema di principio della funzione di protezione per sottofrequenza dipendente dalla direzione della potenza attiva.	20
Figura 11: Esempi per il riconoscimento della direzione della potenza attiva	21
Figura 12: Modello di rapporto	23

Indice delle tabella

Tabella 1: Programma di disinserimento	11
Tabella 2: Parametri da impostare per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza	19
Tabella 3: Parametri con UFLS dipendente dalla direzione della potenza attiva.	21
Tabella 4: Raccomandazione impostazioni di protezione per le pompe.	24



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 energia e soddisfano in tal modo la prescrizione della Legge sull'approvvigionamento elettrico (LAEI) e dell'Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico (OAEI) relative alle aziende di approvvigionamento elettrico (AAE).

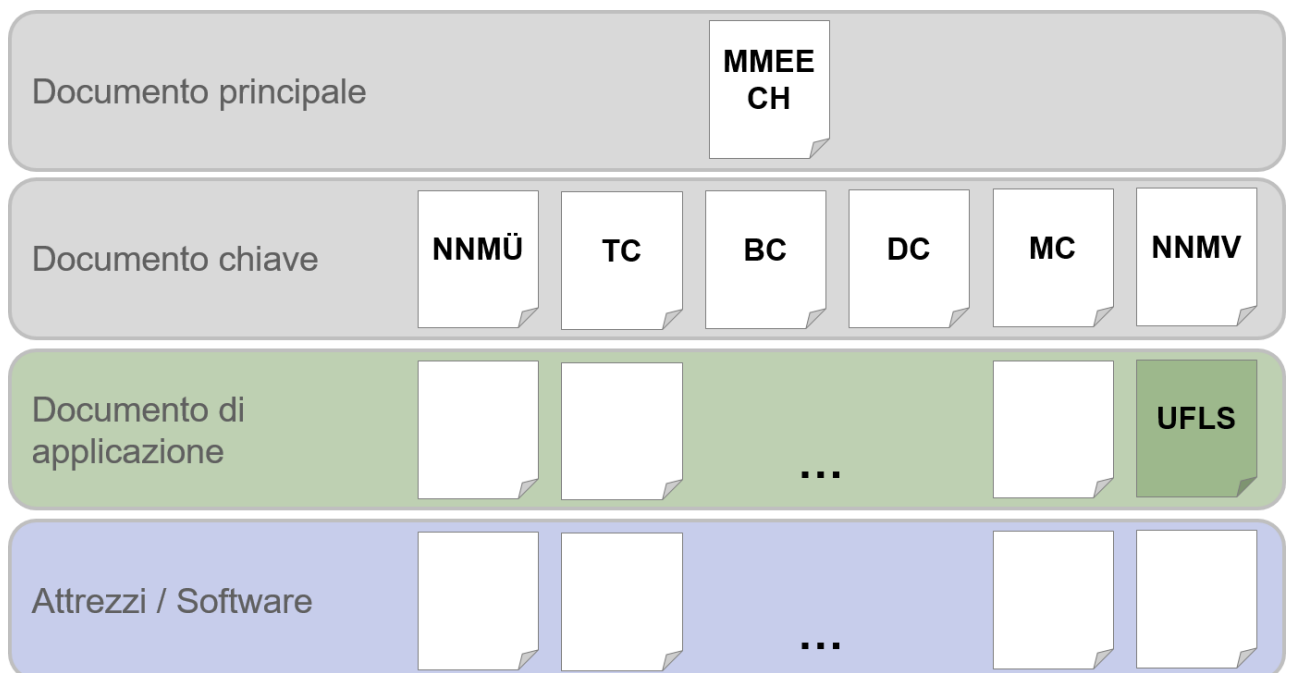
I documenti del settore vengono elaborati, aggiornati regolarmente ed estesi da parte di esperti del settore ai sensi del principio di sussidiarietà. Per quanto riguarda le disposizioni vavevoli come direttive ai sensi dell'OAEI, si tratta di norme di autoregolamentazione.

I documenti sono suddivisi in modo gerarchico su quattro differenti livelli.

- Documento principale: Modello di mercato per l'energia elettrica (MMEE)
- Documenti chiave
- Documenti di attuazione
- Strumenti/software

Il presente documento "Esigenze tecniche concernenti il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza in considerazione di prescrizioni modificate" è un documento di attuazione.

Struttura della documentazione



1. Introduzione

- (1) Per il mantenimento della frequenza nella rete di trasmissione i gestori della rete di trasmissione sono obbligati, nell'ambito della loro responsabilità per il funzionamento affidabile del sistema, alla messa a disposizione della riserva di regolazione primaria, secondaria e terziaria.
- (2) 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 impianti di pompaggio. Se nonostante queste misure la frequenza continua a scendere, fra 49,0 Hz e 48,0 Hz vengono disattivati 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 di consumo/produzione. A 47,5 Hz si separano inoltre dalla rete gli impianti di produzione [vedi Figura 1].

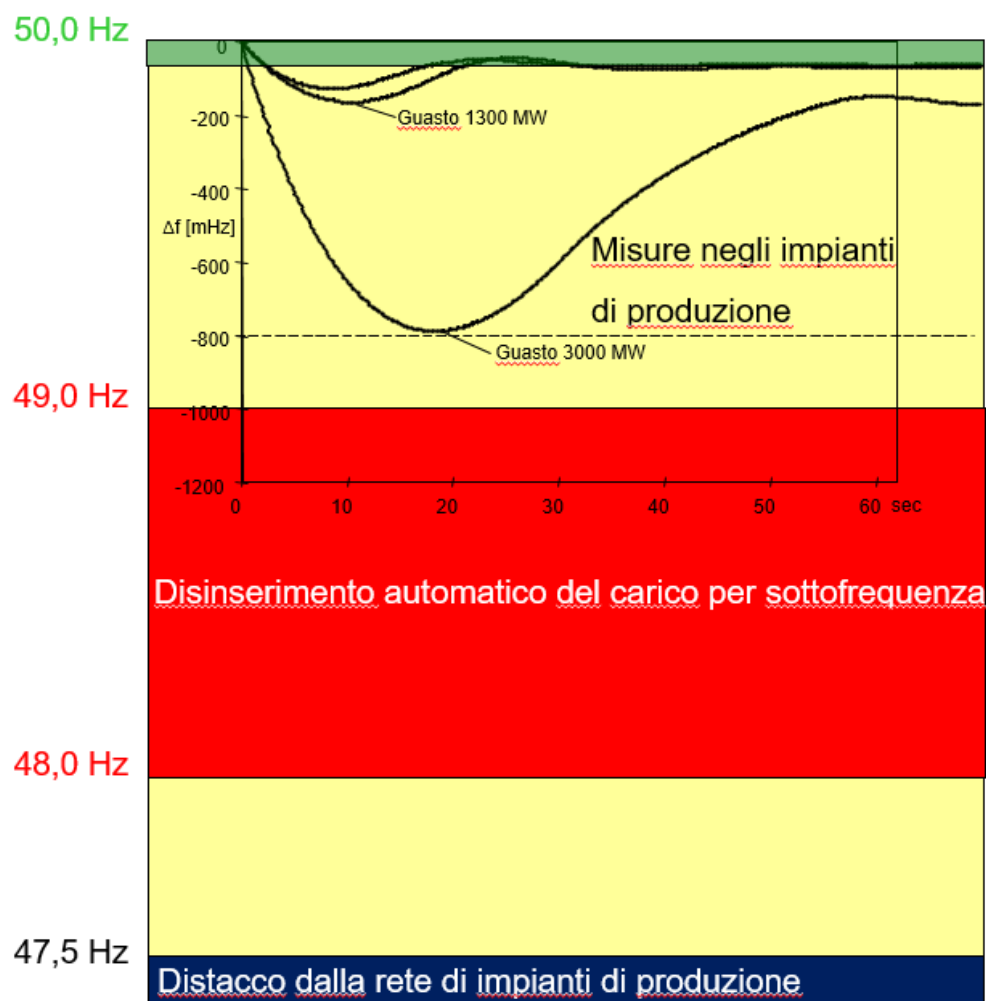


Figura 1: Misure per la stabilizzazione della frequenza



(3) In letteratura vengono impiegati i seguenti termini specialistici:

- disinserimento automatico del carico per sottofrequenza
- Low Frequency Demand Disconnection
- Under Frequency Load Shedding

Questi termini esprimono tutti lo stesso concetto di protezione del sistema.

- (4) Nel presente documento AES “Esigenze tecniche concernenti il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza considerando le prescrizioni modificate” per il disinserimento automatico per sottofrequenza viene utilizzata l’abbreviazione UFLS (Under Frequency Load Shedding).
- (5) Insieme a Swissgrid e a diversi gestori di reti di distribuzione l’AES ha elaborato una soluzione, descritta nel presente documento, per attuare una norma conveniente, di rapida attuazione e non discriminatoria con l’equipaggiamento UFLS esistente, in considerazione dell’Operation Handbook ENTSO-E.
- (6) Misure nella zona della sovralfrequenza e accumulatori mobili e stazionari non sono parte del presente documento.
- (7) La presente raccomandazione del settore non affronta gli aspetti finanziari del disinserimento automatico del carico per sottofrequenza.

2. Abbreviazioni, termini e definizioni

- (1) Per abbreviazioni, termini e definizioni si rimanda al glossario “Glossario per le regole del mercato elettrico svizzero”.
- (2) Inoltre nel presente documento vengono utilizzati abbreviazioni, termini e definizioni seguenti:

DASF	Disinserimento automatico per sottofrequenza
FNN	Forum Netztechnik/Netzbetrieb (forum Tecnica di rete/esercizio di rete, Germania)
Gruppo di rete UFLS	Uno o più GRD che eseguono autonomamente la rotazione UFLS.
LFDD	Low Frequency Demand Disconnection
Disinserimento del nodo	Nodo nel quale l’apparecchio di protezione UFLS disinserisce l’interruttore. Dovrebbe essere il più possibile identico al punto di misura.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition Con questo termine si intende la sorveglianza e il controllo dei processi tecnici per mezzo di un sistema di computer.
Swissgrid	Gestore della rete di trasmissione
UFLS	Under Frequency Load Shedding (disinserimento automatico del carico per sottofrequenza)
VDN	Verband der Netzbetreiber (Associazione dei gestori di rete, Germania)



3. Condizioni quadro ENTSO-E (REGST-E)

- (1) Il documento “RG CE OH– Policy 5: Emergency Operations, Version 3.0” del 16 settembre 2015 /1/ contiene i principali parametri di riferimento per l’attuazione dell’UFLS, che vengono qui di seguito riassunti
 - Il disinserimento del carico avviene nell’intervallo di frequenza fra 49,0 Hz e 48,0 Hz.
 - Il blocco per sottotensione della funzione di frequenza è prevista fra il 30% e il 90% Uc.
 - Nel primo gradino deve essere disinserito almeno il 5% del carico.
 - Il disinserimento del carico massimo per ogni gradino non può superare il 10%.
 - Il numero di gradini è compreso fra 6 e 10.
 - La differenza fra i singoli gradini è compresa fra 100 mHz e 200 mHz.
 - Il carico di rete disinserito a 48 Hz varia fra il 38% e il 52%.
 - Il ritardo complessivo per disinserimenti non deve superare i 150 millisecondi.
- (2) Per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza di pompe di accumulazione sono stabiliti i seguenti parametri fondamentali:
 - disinserimento fra 49,8 Hz e 49,2 Hz con un ritardo < 10 sec.
 - disinserimento a < 49,2 Hz con un ritardo < 350 msec.
- (3) Per ottenere l’effetto necessario, l’UFSL deve essere predisposto su tutto il territorio e in modo uniforme, decentrale e autosufficiente. Tutti gli utenti di rete devono partecipare attenendosi alle regole stabilite.

4. Attuazione in Svizzera

- (1) Nella Svizzera l’UFLS viene realizzato in modo uniforme con otto gruppi attivi di carico da disinserire, in modo che sia possibile la flessibilità entro i gruppi di rete UFLS e nella zona di regolazione della Svizzera. Così si semplifica il rendiconto dell’intera Svizzera e si applicano e rispettano perfettamente le prescrizioni di ENTSO-E e OAEI (art. 5, cpv. 2) per la zona di regolazione Svizzera. Gli otto gruppi attivi di da disinserire sono della stessa grandezza. Da subito occorre rispettare l’attuazione completa per ciò che riguarda le condizioni quadro in caso di impianti nuovi o rinnovati. L’attuazione dei nuovi gradini di frequenza secondo la variante A o B si prevede che verrà realizzata entro il 2022.



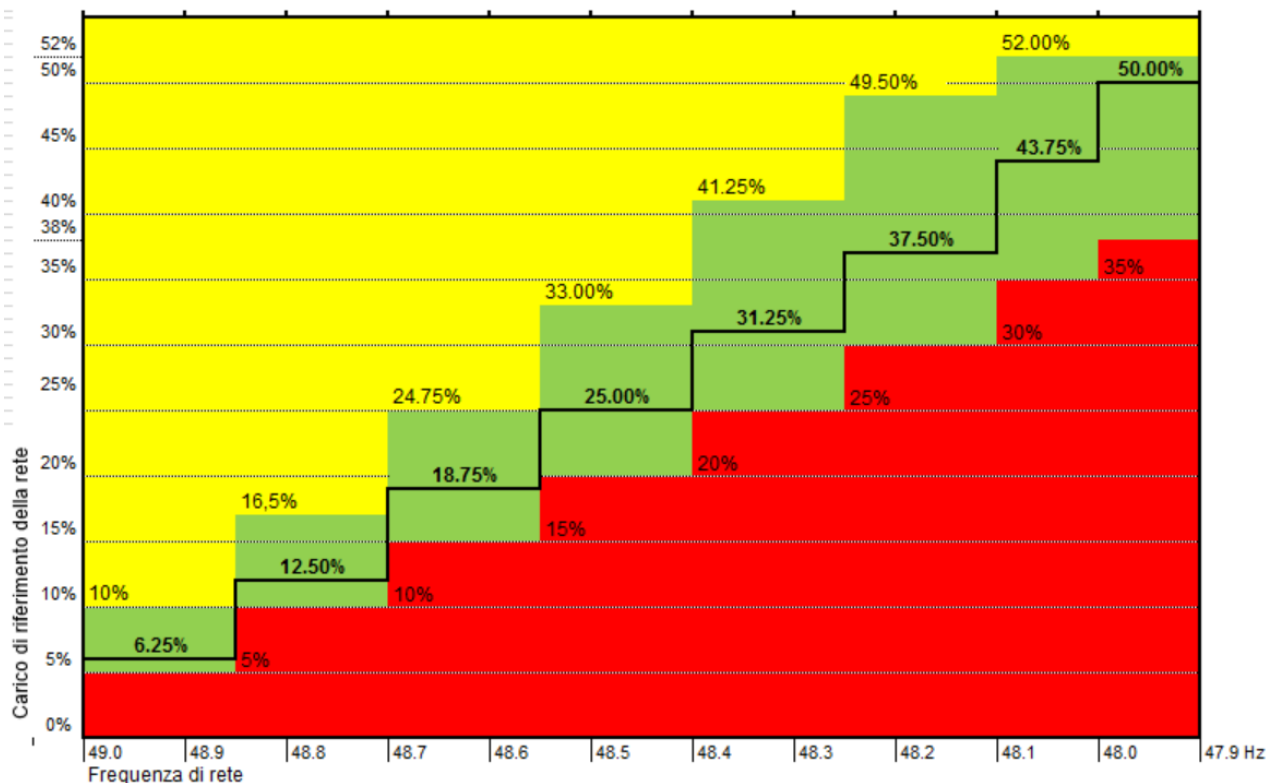


Figura 2: Raccomandazione attuazione UFLS in Svizzera

- (2) Nella Figura 2 è illustrata una rappresentazione grafica delle esigenze 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 disinserire hanno una differenza di frequenza da gradino a gradino da 100 mHz a 150 mHz con una ripartizione uniforme del carico di riferimento della rete del 6,25%. Il disinserimento per sottofrequenza delle pompe di accumulazione è descritto più in dettaglio nel capitolo 15.
- (3) Con il disinserimento del carico vengono disinseriti forzatamente anche produttori decentralizzati che immettono energia in rete, che attualmente rappresentano però ancora una produzione relativamente piccola rispetto al carico totale, ma non trascurabile. Per compensare tali produttori disinseriti, nella curva caratteristica a 8 gradini viene scelto un valore percentuale superiore.



Fre- quenza (Hz)	Azione	Carico di riferi- mento di rete accumulato (%)	Tipo attivazione
49,5	Disinserimento pompe di accumulazione, 1° gradino	---	automatico
49,2	Disinserimento pompe di accumulazione, 2° gradino	---	automatico
49,0	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	6,25	automatico
48,85	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	12,50	automatico
48,7	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	18,75	automatico
48,55	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	25,00	automatico
48,4	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	31,25	automatico
48,25	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	37,50	automatico
48,1	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	43,75	automatico
48,0	Disinserimento del carico 6,25%; margine tolleranza 5% ... 8,25%	50,00	automatico
47,5	Disinserimento delle centrali elettriche dalla rete		automatico

Tabella 1: Programma di disinserimento

- (4) Vengono descritte in maggiore dettaglio due possibilità pratiche di attuazione delle nuove prescrizioni. L'obiettivo è di passare con dei costi minimi dal principio attuale con 7 gradini (4 attivi e 3 inattivi) al nuovo principio con 8 gradini attivi e 8 non attivi.

Variante A

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

Variante B

- (6) Si riprende e completa l'attuale principio UFLS. Il 50% degli impianti, in base al carico di riferimento della rete, non necessitano 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 gli apparecchi UFLS esistenti e una "B" per gli apparecchi da riparametrizzare. In questo modo si potrebbe realizzare la rotazione degli otto gruppi attivi di carico da disinserire con due gruppi da quattro indipendenti. Il primo gruppo di rete UFLS con l'aggiunta "A" scatterebbe a 49,0 Hz, quello con l'aggiunta "B" sarebbe il primo a scattare a 48,85 Hz [vedi Figura 3].



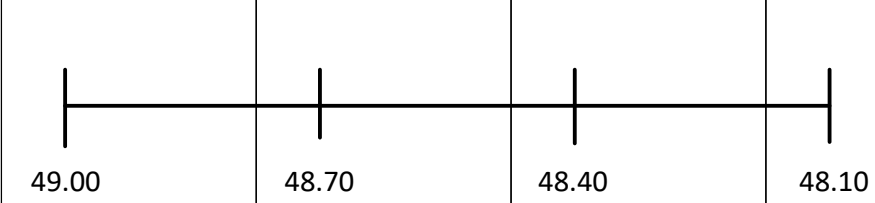
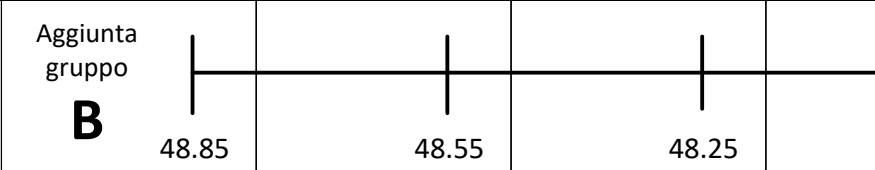
Apparecchi UFLS esistenti		49.00	48.70	48.40	48.10 [Hz]	Aggiunta gruppo A
Apparecchi UFLS da riparametrizzare		48.85	48.55	48.25	48.00 [Hz]	Aggiunta gruppo B
Frequenza		49.0/48.85	48.70/48.55	48.4/48.25	48.1/48.0	

Figura 3: Proposta di attuazione UFLS

5. Determinazione del carico di riferimento della rete

- (1) Per rilevare il carico di riferimento della rete si utilizza il carico medio annuale. Di ogni nodo da disinserire si tiene in considerazione la relativa percentuale rispetto al carico medio annuale. Ciò comporta inoltre che la valutazione del nodo da disinserire sia solo soggetta a piccole oscillazioni e debba essere adattata esclusivamente in caso di notevole ampliamento o di cambiamento della struttura di rete.
- (2) Nella rilevazione dei punti da disinserire si deve trovare un compromesso fra un alto e un basso numero. Un alto numero di punti nei livelli di tensione inferiori (MT e BT) consente una fine quantizzazione topologica, ma comporta anche maggiore impegno tecnico per dispositivi disinserizione 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 molti posti 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 territoriale e funzionano senza maglie. Perciò come standard minimo si richiede il disinserimento UFLS dei trasformatori nel livello di rete 4. Se necessario per le condizioni topologiche, il nodo da disinserire può essere posizionato in casi eccezionali nel livello di rete 3. Da ciò consegue che la quantità di trasformatori del LR4 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 4. Se eventualmente i disinserimenti UFLS sono realizzati nel livello di rete 5, vale a dire sulle linee in sottostazioni, per la determinazione del carico di riferimento della rete occorre considerare la somma delle singole linee nei casi 1 e 2. Una linea del caso 3 può essere in tal modo esclusa dal disinserimento UFLS.



- (3) Nel carico di riferimento della rete vengono di conseguenza solo inclusi sulla rete ad alta tensione i consumatori netti annuali dei due casi 1 e 2 di un gestore di rete (gestore di reti pubbliche o industriali).

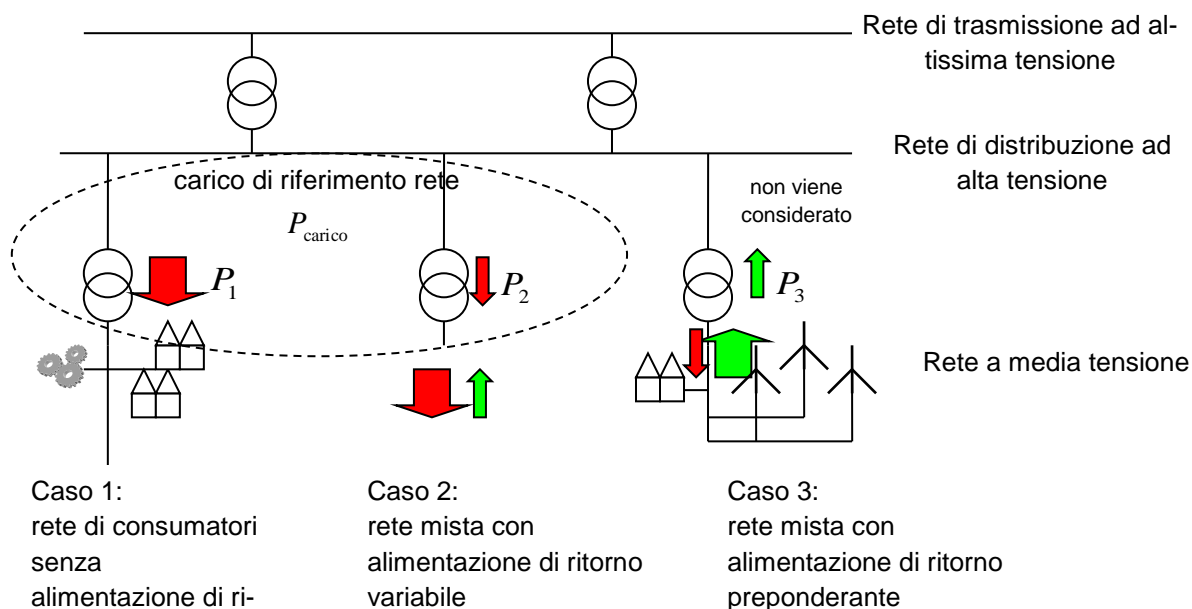


Figura 4: Determinazione del carico di riferimento della rete

- (4) Un'alimentazione di ritorno variabile si verifica quando sono stati rilevati più di 1/3 dei valori medi su 10 minuti o su 15 minuti per ogni anno solare con alimentazione di ritorno. Quando in almeno 2/3 dei valori medi su 10 minuti o su 15 minuti di un anno solare i cicli di misura del punto di carico di riferimento della rete valgono come immissione, allora si verifica il caso 3 (immissione preponderante). Per i calcoli dell'attribuzione dei carichi di riferimento della rete si tengono anche in considerazione i valori medi con potenza "nulla", in modo da non alterare il risultato. Inoltre occorre verificare che dopo il disinserimento del carico si crei una situazione di sovraccarico a causa della potenza di generazione rimanente in rete.

$$P_{carico,media} = \frac{1}{i} \sum_i \frac{P_{i,media} + |P_{i,media}|}{2} \quad \text{Nota: } i \text{ indica il numero di valori medi}$$

Figura 5: Formula del carico di riferimento della rete per un nodo disinserito



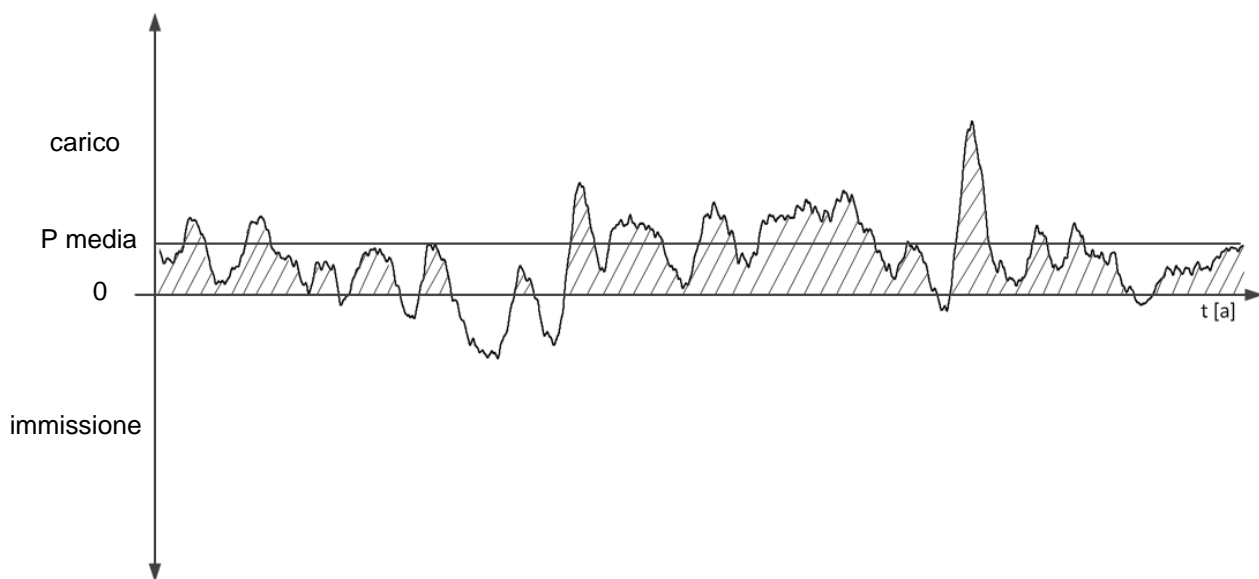


Figura 6: Caso 2: rete di consumatori con immissione variabile

- (5) Per il caso 2 occorre ora considerare solo il valore medio di tutti i valori medi di carico (superficie tratteggiata), inclusi i valori nulli. In questo modo è possibile compensare rapidi picchi di immissione in rete.
- (6) 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 deriva alcuno svantaggio per la funzionalità del disinserimento, poiché di tali reti non si è tenuto conto nel bilancio del disinserimento. Non occorre perciò incorporare alcun apparecchio UFLS.

6. Realizzazione

6.1 Principi per la realizzazione

- (1) In futuro si vuole effettuare la protezione da sottofrequenza in modo dipendente dalla potenza attiva, dal momento che negli impianti sono sempre più presenti linee nelle quali la direzione della potenza attiva, a causa di immissioni decentralizzate oscillanti, non si può più definire in modo univoco (Figura 4, caso 2). Negli impianti nei quali tutte le uscite hanno solo carichi è sufficiente una pura protezione della frequenza.

6.2 Realizzazione per reti di consumatori senza alimentazione di ritorno

- (1) Il principio classico alla base di una misurazione di frequenza e di disinserimento del trasformatore sul livello di rete 4 è applicabile se sulla sbarra collettiva di MT sono collegati semplici carichi. Il prelievo della tensione di misura per la misurazione della frequenza può avvenire dal lato della tensione



primaria o secondaria del trasformatore, sulla sbarra colletttrice di MT o nel fabbisogno proprio [Figura 7]

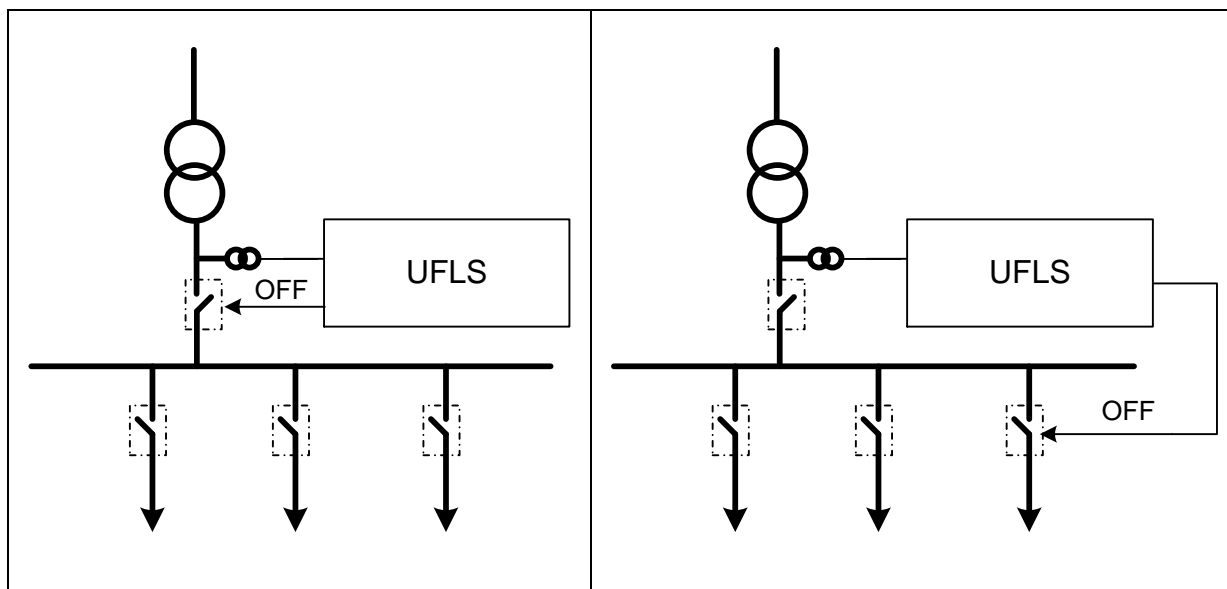


Figura 7: Esempi di disinserimento per sottofrequenza sulle reti di consumatori senza alimentazione di ritorno

- (2) I disinserimenti possono avvenire alternativamente anche su singole linee in MT. Ricordare che in tal caso la rilevazione del carico di riferimento deve avvenire sulla base delle linee in MT selezionate.
- (3) Singole diramazioni della linea che servono esclusivamente per le immissioni di una centrale elettrica possono essere escluse dai disinserimenti UFLS. In tal modo il disinserimento all'interno della sottostazione deve essere spostato dal livello di rete 4 (trasformatore) al livello di rete 5 (diramazioni della linea). Si può così rinunciare a una soluzione con dispositivi di protezione dipendente dalla direzione della potenza attiva. Se la tensione dell'apparecchio UFLS viene misurata sulla diramazione del trasformatore o sulla sbarra colletttrice, il disinserimento avviene tramite un bus che a sua volta disinserisce le singole linee, eventualmente tramite l'apparecchio di campo incorporato. Occorre controllare che, in caso di un disturbo di rete sul bus di disinserimento, non avvenga alcun accoppiamento estraneo che azioni l'UFLS, provocando eventualmente un'attivazione indesiderata (disinserimento erroneo). Come misure preventive occorre prevedere ritardi o disinserimenti indiretti, eventualmente con un rilascio tramite la frequenza.



6.3 Realizzazione per reti di consumatori con alimentazione di ritorno variabile

- (1) In reti miste senza immissioni o carichi univoci, nelle quali il trasformatore rappresenta la grandezza di bilancio trova applicazione la seguente soluzione [Figura 8].

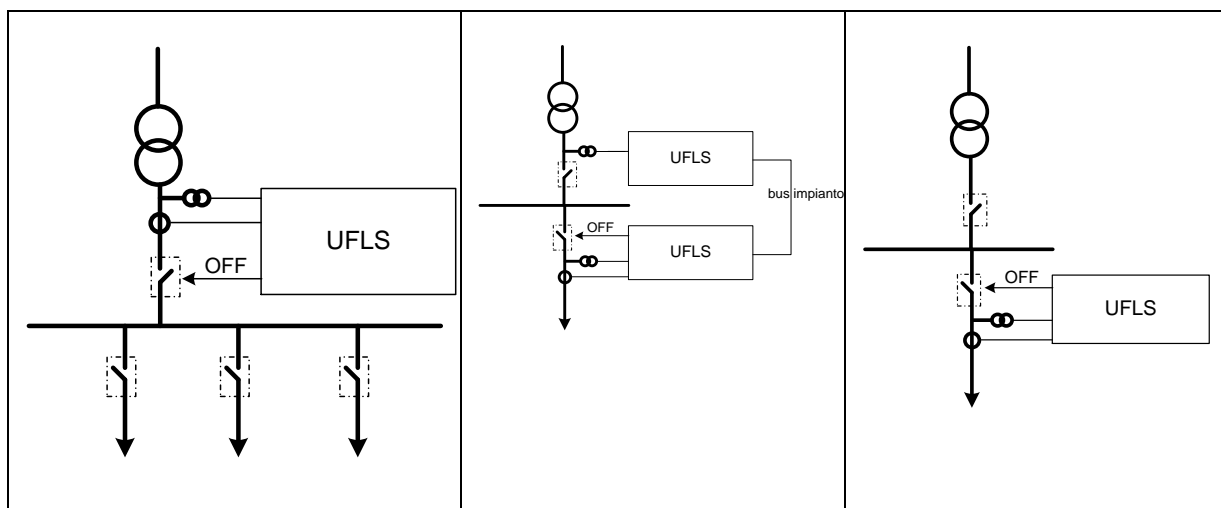


Figura 8: Esempi di disinserimento del carico per sottofrequenza con alimentazione di ritorno variabile

- (2) NOTA: è anche possibile che il prelievo della tensione di misura per la misurazione di frequenza avvenga dal lato della tensione primaria o secondaria del trasformatore, sulla sbarra collettoria di MT o nel fabbisogno proprio e che la rilevazione del carico di riferimento debba avvenire sulla base delle linee in MT selezionate.

6.4 Fabbisogno proprio

- (1) Se è possibile il fabbisogno proprio può essere escluso dall'UFLS, al fine di garantire un ripristino della rete sicuro.

7. Gruppi di disinserimento del carico

7.1 Ripartizione

- (1) L'intero carico di riferimento della rete all'interno di un gruppo di rete UFLS è sempre del 100%. Affinché sia eventualmente 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 disinserito ha il 6,25% del carico di riferimento della rete ($6,25\% \times 16 = 100\%$). Questi 16 gruppi di carico disinseriti vengono a loro volta suddivisi in 8 gruppi attivi di carico disinseriti e 8 bloccati. Gli 8 gruppi attivi di carico disinseriti vengono suddivisi in conformità al programma di disinserimento [vedi Tabella 1]. Tale ripartizione soddisfa tutte le condizioni quadro dell'Operation Handbook dell'ENTSO-E e le prescrizioni della Svizzera.



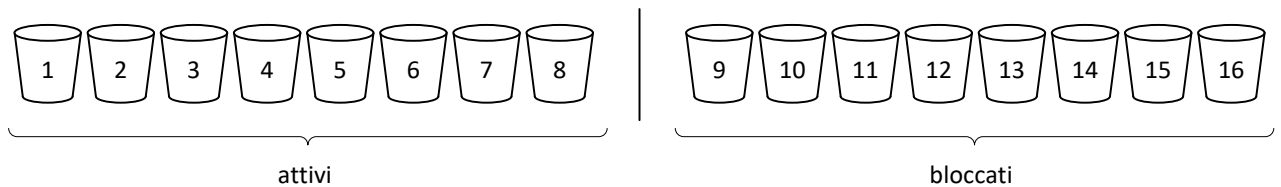


Figura 9: Rappresentazione dei gruppi di carico da disinserire

7.2 Margine di fluttuazione 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. Se l'attribuzione dei singoli carichi di riferimento della rete avviene solo in blocchi di carico come trasformatore o linee, i singoli gruppi di carico da disinserire necessitano di un'isteresi o 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 a Swissgrid. In tal caso Swissgrid può effettuare eventualmente una compensazione con altri gruppi di rete UFLS nella zona di regolazione Svizzera.
- (2) NOTA: poiché nel primo livello deve essere disinserito almeno il 5% del carico di riferimento della rete e il valore del primo gradino è del 6,25%, si ha una differenza di -1,25%. La differenza del +2% deve essere rispettata a 48 Hz, poiché deve essere disinserito al massimo il 52% del carico di riferimento della rete.

8. 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) È preferibile optare per una rotazione uniforme all'interno di un gruppo di rete UFLS, in modo che tutti i carichi di riferimento della rete coincidano con il programma di disinserimento.
- (3) Un ciclo di rotazione può cominciare in concomitanza con un evento UFLS o dopo un ciclo predefinito.

9. Comportamento dopo un evento UFLS

- (1) Un apparecchio disinserito per una funzione di protezione UFLS non può essere reinserito senza autorizzazione. Fanno eccezione i collegamenti per assicurare il fabbisogno proprio. Il reinserimento avviene (come nel caso del ripristino della rete) in collaborazione, accordo e coordinazione con Swissgrid e con i gestori di rete vicini.
- (2) Se un apparecchio viene fatto funzionare sulla rete ENTSO-E CE e durante un evento UFLS viene messo fuori tensione in modo automatico e se tale apparecchio 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 Swissgrid.



- (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 assolutamente indispensabile una stretta collaborazione fra Swissgrid e i gruppi di rete UFLS. Swissgrid è responsabile della coordinazione per la zona di regolazione Svizzera con i gestori dei gruppi di rete UFLS responsabili.

10. Gruppi di rete UFLS

- (1) Swissgrid organizza i gruppi di rete UFLS con il relativo GRD. Principalmente i gestori di rete del livello di rete 2 possono organizzare autonomamente i gruppi di rete UFLS. Si può anche delegare la formazione dei gruppi di rete UFLS ai GRD sottoposti. Per ogni gruppo di rete UFLS c'è un centro comando prestabilito che assume la coordinazione all'interno del gruppo. A Swissgrid spetta la coordinazione dei singoli gruppi di rete UFLS. La composizione dei singoli gruppi di rete deve avvenire con la stretta collaborazione fra Swissgrid e il GRD.
- Un GRD che ha una rete di distribuzione sufficientemente grande ed è in grado di effettuare autonomamente 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 della coordinazione e presenta un rendiconto comune.
 - Se un GRD con allacciamento alla rete diretto sul livello di rete 1 non può ruotare autonomamente e non ha un partner per un gruppo di rete UFLS, Swissgrid 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 disinserire, può comunque formare un proprio gruppo di rete UFLS. Anche in tal caso Swissgrid si occupa di una compensazione nella zona di regolazione Svizzera.
- (2) NOTA: se un gestore della rete di distribuzione con il suo principio UFLS non è in grado di attuare i 16 gruppi di rete UFLS (se per es. vengono messe fuori tensione solo intere sottostazioni con un apparecchio UFLS) è eventualmente possibile formare un'associazione di gruppi di rete UFLS con altri GRD. Questa soluzione consente di evitare costosi investimenti, come per esempio un adattamento dei disinserimenti UFLS per ogni trasformatore o per ogni linea.

11. Prestazioni di servizio relative al sistema (SDL)

- (1) L'UFLS viene realizzato soprattutto al livello di rete 4 e perciò dopo un evento UFLS può accadere che non sia possibile attivare delle prestazioni di servizio relative al sistema prodotte nei livelli di rete inferiori. Al momento non sono previsti speciali collegamenti addizionali di attrezzature affinché tali prestazioni di servizio relative al sistema siano sempre a completa disposizione.



12. Esigenze relative alle funzioni di protezione e alla loro impostazione

- (1) La funzione del 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”, in tedesco) e alla guida FNN sui sistemi di protezione (“Leitfaden Schutzsysteme”, in tedesco). Ciò vale sia per l’esecuzione tecnica che per la manutenzione. In conformità all’Ordinanza sulla corrente forte, sezione 4, art. 18, la periodicità dei controlli dei dispositivi di protezione UFLS non può superare i cinque anni.
- (2) La funzione di protezione deve reagire per separare i problemi di tensione e frequenza solo a partire dalle impostazioni raccomandate in modo da evitare attivazioni indesiderate.

Parametri di protezione	Grandezze di misura	Intervallo d'impostazione	Passi	Impostazioni raccomandate e osservazioni
Limiti di tensione 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 rete nominale. Di preferenza usare le tensioni fase/fase.
Intervallo di frequenza	f_{min}	45,0 – 55,0 Hz	50 mHz	Impostazione secondo programma di disinserimento. Precisione di misura: frequenza 30 mHz
Ritardo tempo di disinserimento impostato nel dispositivo di protezione	<i>Tempo</i>	0 – 20 sec	10 ms	100 ms Premessa che il ritardo di disinserimento dell'interruttore di potenza sia < 50 msec
Tempo di misura per un azionamento per sottofrequenza sicuro	<i>Tempo</i>	60 – 100 ms	20 msec	4 periodi, cioè 80 ms Inizio del tempo di attivazione della protezione, corrispondente a t=0
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 Impianti di pompaggio: min. 2 gradini.

Tabella 2: Parametri da impostare per il disinserimento automatico del carico per sottofrequenza



- (3) La funzione UFLS nelle reti con alimentazione di ritorno variabile (caso 2) può essere eseguita aggiungendo il riconoscimento della direzione della potenza attiva. Per impedire un'attivazione indesiderata di questo riconoscimento della direzione della potenza attiva è necessaria l'introduzione di una corrente minima compresa fra il 2 e il 20% della corrente di misura del trasformatore. Come procedura di misura possono essere rilevate e valutate le grandezze dirette del sistema oppure si può procedere a una misura dell'angolo.
- (4) In caso di un riconoscimento della direzione della potenza attiva nel senso dell'immissione verso la rete a monte, il disinserimento viene bloccato dalla protezione per frequenza. La superficie tratteggiata del riconoscimento della direzione nella Figura 11 significa "direzione della potenza attiva verso la rete a monte" e provoca il blocco del disinserimento.

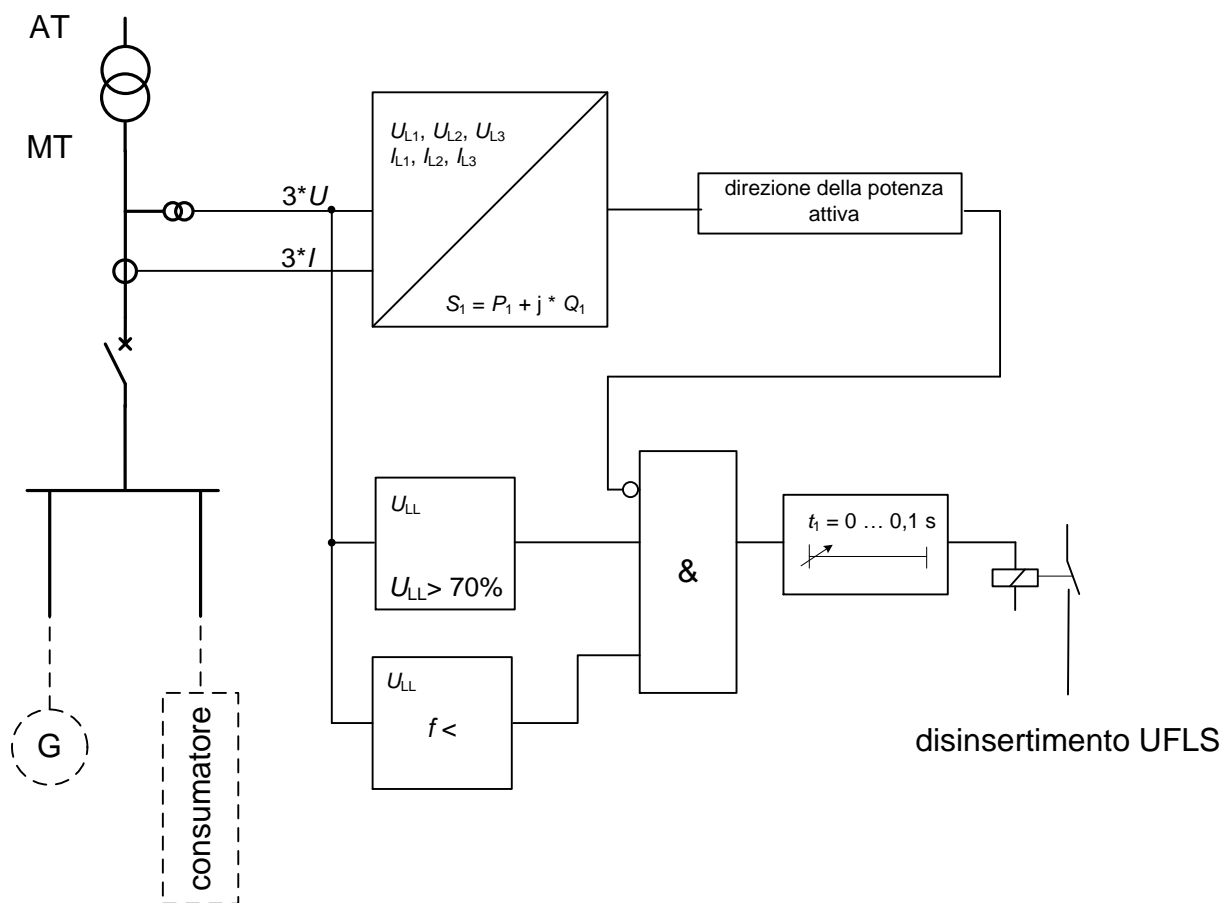


Figura 10: Schema di principio della funzione di protezione per sottofrequenza dipendente dalla direzione della potenza attiva.

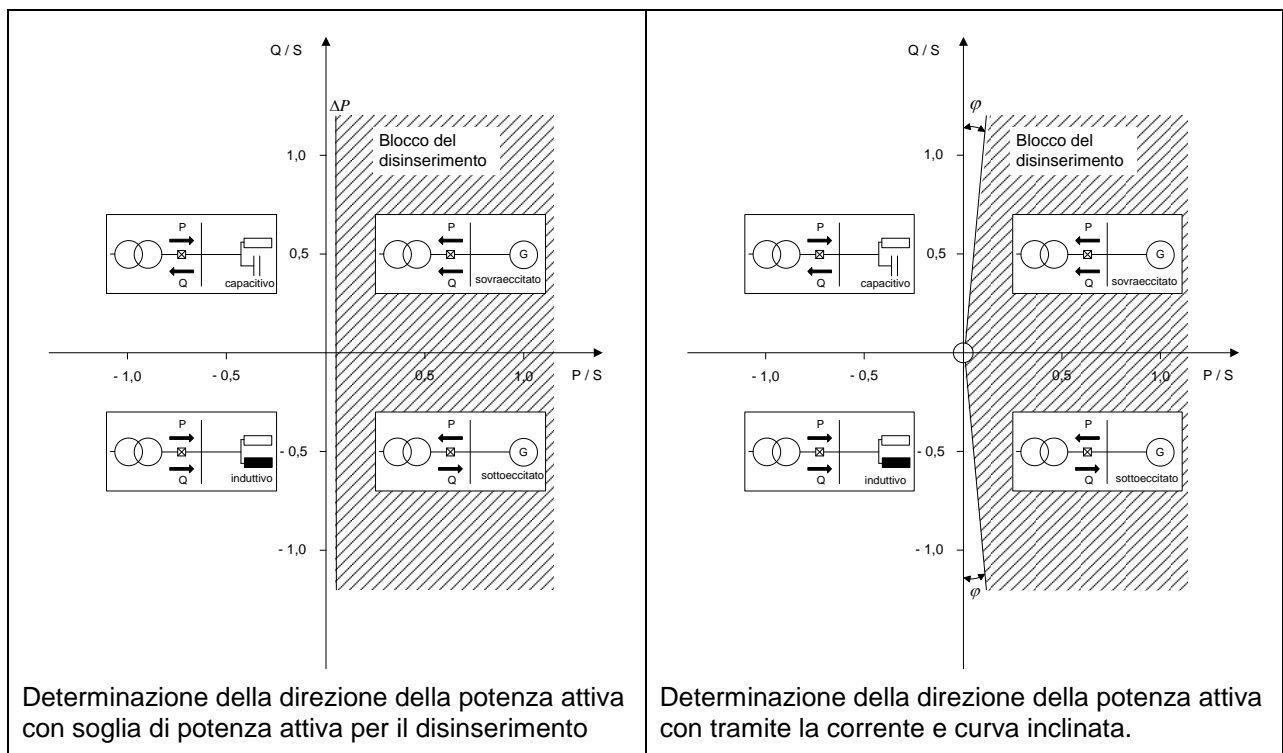


Figura 11: Esempi per il riconoscimento della direzione della potenza attiva

Caratteristiche di protezione	Grandezze di misura	Intervallo d'impostazione	Impostazioni raccomandate e osservazioni
Corrente minima per il riconoscimento della direzione della potenza attiva	I_{min}	$0,02 - 0,20 * I_n$ I_n riferito alle grandezze di misura dei trasformatori	2 ... 5% della corrente di misura del trasformatore.
Soglia di attivazione per la potenza attiva	P_{min}	$0,01 - 0,10 * S_n$	S_n è la potenza apparente di misura del dispositivo di protezione (per es. 100 V; 1 A)

Tabella 3: Parametri con UFLS dipendente dalla direzione della potenza attiva.

13. Dettagli tecnici

13.1 Bloccaggio della funzione UFLS

- (1) Dispositivi di protezione collegati a 3 fasi possono essere dotati di una sorveglianza del circuito di misura che può provocare il bloccaggio della funzione di protezione per frequenza. Inoltre la funzione di protezione per frequenza può essere bloccata se in caso di manovra di un gradatore a gradini si passa a una posizione non definita, in caso di manovre di esercizio in rete o se la tensione ausiliaria è troppo bassa o non è assicurato un disinserimento sicuro. Nelle succitate condizioni è vantaggioso un bloccaggio remoto della funzione.



- (2) 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 della Policy 5.

13.2 Segnalazione dati

- (1) Preferibilmente il segnale di disinserimento UFLS e il guasto degli apparecchi vengono trasmessi al centro comando della rete.

13.3 Tensione ausiliaria

- (1) Occorre assicurare che le cadute di tensione del circuito di alimentazione non siano eccessive in modo tale che gli apparecchi possano lavorare nell'intervallo di tensioni prescritti di +10% o -15%. Soprattutto nei circuiti di apertura dell'interruttore occorre analizzare con precisione la caduta di tensione quando il disinserimento viene realizzato sulle linee e l'impianto di distribuzione di MT ha un'alimentazione a settori a partire dalla distribuzione DC, nonché quando scattano contemporaneamente più interruttori di potenza. Poiché uno scaglionamento temporale non è praticamente più possibile occorre ottimizzare le linee di alimentazione.
- (2) In caso di un guasto dei raddrizzatori la tensione DC diminuisce in modo continuo. Occorre stabilire a quale tensione DC minima l'UFLS deve essere bloccata affinché i contatti del disinserimento dei dispositivi di protezione non vengano bruciati. È perciò vantaggiosa una sorveglianza della tensione ausiliaria.

14. Rendiconto, monitoraggio e messa a protocollo

- (1) I gestori di reti di distribuzione devono controllare che l'UFLS sotto la loro responsabilità sia disponibile su tutto il territorio, non discriminatorio e programmato e funzionante in modo conforme e che rendiconto, monitoraggio e messa a protocollo siano eseguiti in modo corrispondente. L'Operation Handbook /1/ richiede una relativa documentazione a cadenza annuale.
- (2) Poiché le attuali impostazioni dell'UFLS devono essere concordate fra Swissgrid 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 a Swissgrid almeno una volta all'anno, nel primo trimestre, gli attuali carichi di riferimento della rete di ogni gruppo attivo. Un modello di rapporto è rappresentato nella figura Figura 12.



Rendiconto UFLS per

2016

swissgrid

Nome del gruppo di rendiconto UFLS:

Azienda Bianchi

Carico di rete totale anno precedente [MW]:

100 MW

Margine di fluttuazione di un gradino UFLS (min/medio/max)

5.0	6.3	8.3	MW
5%	6.25%	8.25%	

Gradino UFLS			Distacco di carico [MW]		Distacco di carico cumulato [MW]						Osservazioni
Numero gradino (facoltativo)	Frequenza [Hz]	Numero di punti di distacco	Distacco carico per ogni gradino	Soddisfatto	Marg. fluttuaz. grad. UFLS			Somma distacco di carico	Perc. carico rifer. rete [%]	Soddisfatto	
					TEOR min	TEOR medio	TEOR max				
3A	49.00	2	5.3	si	5.00	6.25	10.00	5.3	5.3	si	
3B	48.85	2	4.9	no	10.00	12.50	16.50	10.2	10.2	si	
4A	48.70	6	5.4	si	15.00	18.75	24.75	15.6	15.6	si	
4B	48.55	2	6.1	si	20.00	25.00	33.00	21.7	21.7	si	
5A	48.40	2	5.3	si	25.00	31.25	41.25	27	27.0	si	
5B	48.25	2	5.2	si	30.00	37.50	49.50	32.2	32.2	si	
6A	48.10	2	6.3	si	35.00	43.75	52.00	38.5	38.5	si	
6B	48.00	3	6.2	si	38.00	50.00	52.00	44.7	44.7	si	

Punti di scambio con rete di trasmissione (LR1):

Nome impianto	Trasformatori	Suddivisione	Suddivisione del carico sui punti di raccordo in caso collegamento normale (valori arrotondati)
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%	

Nel presente rendiconto sono contenute le seguenti aziende:

Azienda Bianchi A

Azienda Bianchi B

Azienda di coordinazione / partner di contatto rendiconto UFLS:

Azienda Bianchi
persona di contatto

Data, località

Figura 12: Modello di rapporto



15. Impianti di pompaggio

- (1) Poiché anche le pompe sono dei carichi, il disinserimento automatico dalla rete per sottofrequenza è assolutamente necessario e indipendente dal punto di raccordo.
- (2) Nella Tabella 4 sono riportati i più importanti parametri di protezione. Le pompe devono essere sempre disinserite con le impostazioni prescritte, indipendentemente dalle considerazioni relative ai carichi di riferimento della rete o dall'allacciamento alla rete.

Caratteristiche di protezione	Parametri	Impostazione dispositivo di protezione
Tensione minima per il disinserimento per sottofrequenza	--	$0,70 \cdot U_c$ U_c è la tensione di rete nominale. Di preferenza usare le tensioni fase/fase.
Protezione per frequenza, gradino 1	Frequenza	49,5 Hz
	Ritardo	< 9,9 sec
Protezione per frequenza, gradino 2	Frequenza	49,2 Hz
	Ritardo	< 250 msec

Tabella 4: Raccomandazione impostazioni di protezione per le pompe.

NOTA: Premessa che il tempo di disinserzione dell'interruttore di potenza sia < 100 msec.

- (3) Il reinserimento avviene come nel caso del ripristino della rete in collaborazione, accordo e coordinazione con Swissgrid e con i gestori di rete vicini.

16. Prospettiva

- (1) La soluzione descritta nel presente documento migliora il funzionamento del disinserimento automatico del carico per sottofrequenza in corrispondenza della struttura attuale delle produzioni decentralizzate e può essere attuata a breve termine.
- (2) In prospettiva occorre però tener conto di una crescita ancora più forte degli impianti di produzione decentralizzati, in particolare nella rete a bassa tensione. Questa evoluzione sotto determinate circostanze può condurre a un ulteriore sviluppo del principio descritto.
- (3) Per funzioni di protezione del sistema occorre anche esaminare l'impiego di ulteriori criteri, come per es. df/dt . Sarebbe pertanto utile se i nuovi dispositivi di protezione fossero già dotati della funzione df/dt .
- (4) Per una norma minima non discriminatoria i futuri dispositivi di protezione dovrebbero avere almeno otto gradini di frequenza in modo che successivamente ogni gruppo di rete UFLS possa essere assegnato a ogni gruppo di disinserimento del carico. Gli 8 gradini di frequenza si possono anche realizzare con una commutazione dei parametri.



17. Referenze

/1/ ENTSO-E Operation-Handbook, Policy 5, Emergency Operations, V3, 16.09.2015
https://www.entsoe.eu/Documents/Publications/SOC/Continental_Europe/oh/20150916_Policy_5_Approved_by_ENTSO-E_RG_CE_Plenary.pdf

Ordinanza sull'approvvigionamento elettrico (OAEI) del 14 marzo 2008 (stato 1° gennaio 2016)
<https://www.admin.ch/opc/it/classified-compilation/20071266/index.html>

VDN-Richtlinie für digitale Schutzsysteme
https://www.vde.com/de/fnn/dokumente/documents/richtlinie-digitale-schutzsysteme_vdn2003-11.pdf

Leitfaden zum Einsatz von Schutzsystemen in elektrischen Netzen
http://www.strom.ch/fileadmin/_migrated/content_uploads/Leitfaden_Schutzsysteme_Anhang_CH_01.pdf

