

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: 1 di 96

#### **ALLEGATO 3**

DEFINIZIONE DEI REQUISITI TECNICI PER LA PARTECIPAZIONE AL SERVIZIO DI REGOLAZIONE GERARCHICA DI TENSIONE TRAMITE IMPIANTI PROGRAMMABILI E NON PROGRAMMABILI, CONNESSI ALLA RTN A SEGUITO DI ADEGUAMENTI IMPIANTISTICI



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **2 di 96** 

#### **INDICE**

1.	Det	finizioni e acronimi	4	
2. Og		getto	4	
3.	Qu	alifica per la fornitura del servizio di regolazione della tensione	5	
3.1	. Ca	ratteristiche del servizio	5	
3.2	. Re	quisiti tecnici minimi per la qualifica alla fornitura del servizio di regolazione c	lella	
	ten	sione	6	
;	3.2.1.	Intervalli di tensione e frequenza	6	
;	3.2.2.	Immunità alle variazioni di frequenza	6	
;	3.2.3.	Immunità ai disturbi di tensione	6	
;	3.2.4.	Capability della potenza reattiva	8	
;	3.2.5.	Sistemi di controllo per la regolazione di tensione	8	
;	3.2.6.	UVRQ	.35	
;	3.2.7.	Scambio dati con Terna	.43	
3.3. Inadempimenti			50	
3.4	. Ce	rtificazione delle funzionalità UVRQ	50	
;	3.4.1.	Interventi che richiedono la certificazione	.51	
4.	Pro	ve finali di qualificazione	51	
4.1. Prove di comunicazione tra l'impianto e Terna				
	4.1.1.	Verifica statica dello scambio dati tra Terna e l'impianto	.52	
	4.1.2.	Verifica dei tempi di risposta della comunicazione tra Terna e l'impianto	.52	
	4.1.3.	Verifica delle logiche di funzionamento	.53	
4.2. Prove funzionali di qualificazione per gli impianti con generatori sincroni				
	4.2.1.	Errore statico della regolazione primaria di tensione	.53	
	4.2.2.	Dinamica della regolazione primaria di tensione	.56	
	4.2.3.	Smorzamento delle oscillazioni locali tramite PSS (se dotato di PSS)	.58	



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **3 di 96** 

	4.2.4.	Curve limite impostate nel regolatore di tensione	61
	4.2.5.	Regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq	65
	4.2.6.	Regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS	67
	4.2.7.	Regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq.	69
	4.2.8.	Regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS	.73
4.3	3. Pro	ve funzionali di qualificazione per parchi di generazione	76
	4.3.1.	Verifica della Capability	76
	4.3.2.	Modalità di controllo locale Q(ΔV) con set-point Vsrif	.80
	4.3.3.	Regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq	.83
	4.3.4.	Regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS	.86
	4.3.5.	Regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq.	.88
	4.3.6.	Regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS	.92
4.4	4. Pro	ve di verifica funzionalità UVRQ	95
	4.4.1.	Calcolo delle grandezze con profilo di riferimento imposto	95
	4.4.2.	Calcolo delle grandezze con variazioni spontanee della potenza reattiva in relazion	e
		alla madalità di funzionemente	O.C



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: 4 di 96

#### 1. Definizioni e acronimi

CdR Codice di Rete

PdC Punto di Connessione

RTN Rete di trasmissione Nazionale

AAT Altissima Tensione

AT Alta Tensione
MT Media Tensione

RTS Regolazione di Tensione di Sbarra AT

RAT/AVR Regolatore Automatico di Tensione lato MT RPRG Regolatore di Potenza Reattiva di Gruppo

f frequenza di rete

UVRQ Unità di Verifica della Regolazione di potenza reattiva

Vn Tensione nominale lato AT o AAT

Vs Tensione di sbarra lato AT o AAT al PdC

Vsrif Riferimento della tensione di sbarra lato AT o AAT inviato a TERNA

Vsrif\_TLT Riferimento della tensione di sbarra lato AT o AAT ricevuto da TERNA

Impianto connesso alla Un impianto è connesso alla RTN quando sono verificate le seguenti condizioni:

RTN

• chiusura interruttori di collegamento verso la RTN

• superamento del minimo tecnico ambientale (dove applicabile)

#### 2. Oggetto

Il presente Allegato Tecnico specifica le principali caratteristiche funzionali e tecniche richieste all'impianto e alle apparecchiature che devono essere installate o adeguate per poter partecipare al progetto pilota e le certificazioni e le prove che devono essere effettuate per la qualificazione alla regolazione di tensione con le modalità e le tempistiche definite nel Regolamento.

Il presente Allegato Tecnico differenzia alcune prescrizioni in base alla tipologia dell'impianto e lo schema di Figura 1 riassume brevemente le caratteristiche dei sistemi di controllo che devono essere implementate per le categorie di impianti.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **5 di 96** 

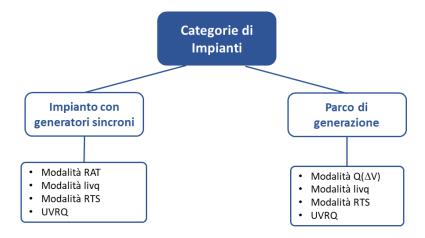


Figura 1: Schema di massima delle funzionalità richieste

Al fine di aumentare la disponibilità temporale e/o la capacità reattiva è possibile adottare soluzioni tecniche che prevedano modifiche impiantistiche<sup>1</sup> e/o l'aggiunta di dispositivi dedicati a tale servizio<sup>2</sup>. Le modalità di implementazione sono a cura del Soggetto Selezionato e non sono oggetto del presente Allegato.

### 3. Qualifica per la fornitura del servizio di regolazione della tensione

#### 3.1. Caratteristiche del servizio

La regolazione di tensione, per sua natura, è caratterizzata da continua variabilità legata alle rapide variazioni di tensione della RTN. Queste variazioni possono essere provocate da inserzioni/ distacchi di generazione o di carico oppure possono riguardare eventi di rete come guasti o contingenze. Per la natura aleatoria della variabilità delle tensioni di rete, nell'ambito del presente regolamento, le risorse che partecipano alla regolazione di tensione devono essere in grado di:

- reagire dinamicamente con le dinamiche richieste in questo Allegato Tecnico
- funzionare ai valori limite delle proprie capability per periodi di tempo anche molto prolungati, in linea di principio infiniti.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Si pensi ad esempio al funzionamento notturno degli inverter di un parco fotovoltaico o alla regolazione di potenza reattiva di un impianto eolico non in produzione.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Ad esempio, SVC o apparati di compensazione della potenza reattiva (reattori/capacitori)



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **6 di 96** 

### 3.2. Requisiti tecnici minimi per la qualifica alla fornitura del servizio di regolazione della tensione

Ciascun impianto che intende qualificarsi per la fornitura del servizio di regolazione della tensione deve essere conforme ai requisiti tecnici minimi riportati nei paragrafi seguenti.

#### 3.2.1. Intervalli di tensione e frequenza

L'impianto che intende qualificarsi per la fornitura del servizio di regolazione della tensione deve essere in grado di restare connesso alla rete sia in condizioni di normale esercizio che in condizioni di emergenza e di ripristino di rete.

In particolare, deve essere in grado di rimanere connesso per un tempo indefinito per valori di tensione e frequenza al PdC compresi negli intervalli:

- 85%Vn ≤ Vs ≤ 115%Vn se il PdC è a Vn inferiore a 300kV
- 85%Vn ≤ Vs ≤ 110%Vn se il PdC è a Vn superiore o uguale 300kV
- $47.5 \text{ Hz} \le f \le 51.5 \text{ Hz}.$

#### 3.2.2. Immunità alle variazioni di frequenza

L'impianto che intende qualificarsi per la fornitura del servizio di regolazione della tensione deve essere in grado di restare connesso alla rete e funzionare con valori di derivata di frequenza fino a 2.5 Hz/s calcolata su un numero minimo di cicli pari a 5 (100ms).

#### 3.2.3. Immunità ai disturbi di tensione

I requisiti di immunità ai disturbi di tensione sono differenziati a seconda della tipologia di impianto.

#### 3.2.3.1. Gruppi di generazione sincroni

I gruppi di generazione di un impianto che intende qualificarsi per la fornitura del servizio di regolazione della tensione devono essere immuni a disturbi di tensione al PdC dovuti a guasti sulla RTN normalmente eliminati dalle protezioni di rete.

La disconnessione dei gruppi di generazione sincroni è accettata solamente per l'intervento del sistema di protezione dell'impianto o del gruppo di generazione. In particolare, la

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **7 di 96** 

protezione in sotto-tensione, qualora richiesta e/o necessaria, deve essere tarata come definito da Terna per coordinamento con le protezioni di rete.

Il requisito non è applicabile in caso di azioni di distacco dalla RTN dovute a esigenze di esercizio e/o di protezione della RTN e che sono implementate tramite apparecchiature e relativi parametri definiti da Terna.

#### 3.2.3.2. Parchi di generazione

In caso di transitori di tensione conseguenti a guasti sulla RTN (buchi di tensione), l'impianto che intende qualificarsi per la fornitura del servizio di regolazione della tensione deve essere in grado di rimanere connesso alla RTN e di continuare a funzionare in modo stabile qualora la tensione nel PdC si mantenga interna ai profili tensione-tempo di *Fault-Ride-Through* (FRT) di

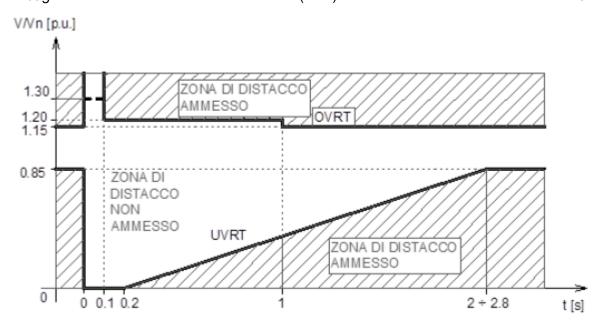


Figura 2 3,4.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Il tempo finale del tratto inclinato della caratteristica dipende dal livello di tensione nominale nel PdC: 2s per le reti a 132/150 kV e 2,8 s per le reti a 220 kV.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Nel caso in cui l'impianto abbia un profilo di immunità non conforme a quello richiesto, è facoltà del titolare di sottoporre a Terna il profilo effettivo dell'impianto; questo sarà valutato da Terna e potrà essere accettato solo sulla base delle effettive condizioni della RTN nel PdC dell'impianto.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **8 di 96** 

All'interno della zona di distacco non ammesso, gli impianti devono garantire la capacità di restare connessi alla RTN.

All'esterno di tale zona è accettata la disconnessione per l'intervento del sistema di protezione. Non è consentita l'installazione di protezioni di minima tensione ad-hoc che implementino la curva minima descritta. Le eventuali protezioni in sotto-tensione devono essere tarate in funzione dei limiti tecnici dell'impianto e comunque coerentemente a quanto indicato da Terna.

In tutti i casi, al ristabilirsi delle normali condizioni di funzionamento i valori delle potenze attive e reattive immesse in rete dovranno tornare al valore pre-guasto in un tempo non superiore a 2 s e con un errore non superiore a ±10% della potenza efficiente.

Il requisito non è applicabile in caso di azioni di distacco dalla RTN dovute a esigenze di esercizio e/o di protezione della RTN e che sono implementate tramite apparecchiature e relativi parametri definiti da Terna. In relazione a queste azioni, può essere richiesto il distacco dalla RTN in condizioni tensione-tempo all'interno delle zone di distacco non ammesso.

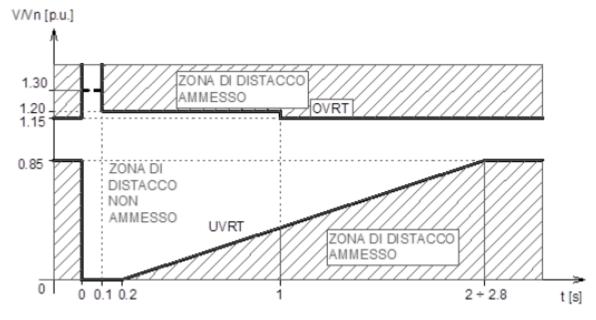


Figura 2: Profilo di Over Voltage Ride Through e Under Voltage Ride Through di un parco di generazione

#### 3.2.4. Capability della potenza reattiva

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **9 di 96** 

Le Capability di potenza reattiva non devono essere soggette a limitazioni volontarie. Eventuali limitazioni devono essere giustificate unicamente da motivazioni tecniche (da fornire in sede di presentazione della documentazione).

#### 3.2.5. Sistemi di controllo per la regolazione di tensione

I sistemi di controllo devono avere un'architettura hardware e una struttura software tale da garantire continuità e affidabilità per le funzionalità richieste in questo Allegato Tecnico.

Le modalità di funzionamento previste per impianti di generazione sincroni sono:

- Modalità di controllo RAT;
- Modalità di controllo livq;
- Modalità di controllo RTS da calibratore locale;
- Modalità di controllo RTS da remoto.

Le modalità di funzionamento previste per i parchi di generazione sono:

- modalità di controllo locale Q(ΔV);
- modalità di controllo Livq;
- modalità di controllo della tensione di sbarra AT (RTS).

Le stesse sono descritte in dettaglio nei rispettivi paragrafi 3.2.5.1e 3.2.5.2..

I sistemi di controllo devono includere le funzioni di autodiagnostica necessarie per rilevare e segnalare le eventuali anomalie di funzionamento, interne al sistema o localizzabili nell'interfaccia con i sistemi con cui interagiscono e che possano compromettere il normale svolgimento delle attività di regolazione o avere ripercussioni sull'esercizio locale e/o remoto dell'impianto (ad. es. la fornitura di misure e segnalazioni non corrette). Sono richieste quindi funzionalità di verifica dell'integrità del sistema di controllo e, in caso di malfunzionamento, la capacità di inibire le funzionalità di regolazione e di segnalare a Terna tale malfunzionamento tramite il telesegnale di Indisponibilità\_al\_servizio a ON (v. 3.2.6 e 3.2.7). In generale il telesegnale di Indisponibilità\_al\_servizio deve essere posto a ON qualora non sia possibile fornire il servizio di cui al Regolamento.

È responsabilità del soggetto selezionato tutelare il proprio impianto da possibili danneggiamenti, ad esempio non attuando comandi e setpoint per la regolazione di tensione qualora necessario, sia nel normale esercizio che in caso di malfunzionamenti che provochino o meno indisponibilità. Terna non sarà responsabile di eventuali danni che

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **10 di 96** 

possano essere causati dall'attuazione dei comandi ricevuti. I setpoint ed i comandi saranno inviati da Terna a prescindere dallo stato della disponibilità comunicata dal soggetto selezionato.

Il sistema di controllo deve gestire la segnalazione di comandi\_remoti ON/OFF (v. 3.2.6 e 3.2.7) verso Terna. Il telesegnale di comandi\_remoti ha lo scopo di abilitare i comandi da Terna verso l'impianto. Esso deve essere a ON quando l'impianto è predisposto a ricevere da Terna i comandi di cambio modalità di funzionamento e a ricevere i set-point da remoto; altrimenti deve assumere il valore OFF.

Quando il Soggetto Selezionato varia lo stato di comandi\_remoti da OFF a ON il sistema di controllo deve continuare a lavorare nella modalità di regolazione corrente fino al verificarsi delle condizioni richieste per l'attivazione di una delle altre modalità di regolazione descritte di seguito.

Al fine di garantire una precisione sufficiente alle regolazioni descritte nei paragrafi seguenti, si richiede che:

- I TA e TV di misura a cui il sistema di controllo è connesso siano di classe 0.5 o migliore
- l'errore massimo sulla misura di tensione dai secondari dei TV sia di 0.2% Vn.
- l'errore massimo sulla misura di potenza reattiva dai secondari dei TA e TV sia di 0.5% del fondoscala.
- L'acquisizione dei valori di tensione e potenza reattiva dal campo avvengano con un tempo di campionamento tale da rispettare le prestazioni minime richieste nel presente Allegato.

Il sistema di controllo deve saper filtrare all'interno della dinamica richiesta eventuali spike dovuti alle misure effettuate.

Nel seguito sono riportati gli ulteriori requisiti richiesti ai sistemi di controllo distinti a seconda della categoria di impianto, da intendersi come aggiuntivi rispetto ai requisiti del codice di rete applicabili all'impianto.

#### 3.2.5.1. Impianti con gruppi di generazione sincroni

Gli impianti con gruppi di generazione sincroni dovranno implementare una funzione di Regolazione Coordinata di Centrale; il principale scopo di tale funzione è quello di controllare la produzione di potenza reattiva di ogni gruppo della centrale agendo sul

# **≸Terna**

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **11 di 96** 

riferimento del Regolatore Automatico di Tensione (RAT) del gruppo stesso in funzione del livello di potenza reattiva (livq) richiesto da remoto o funzione della regolazione di tensione su sbarra AT (RTS). Le due possibilità sono mostrate negli schemi di Figura 3 e Figura 4.

In entrambi i casi, la Regolazione Coordinata di Centrale sovrappone, al ciclo di regolazione primaria di ogni gruppo, un ciclo di controllo della potenza reattiva. Risulta quindi individuato un Regolatore di Potenza Reattiva di Gruppo (RPRG) per ciascuno dei gruppi controllati.

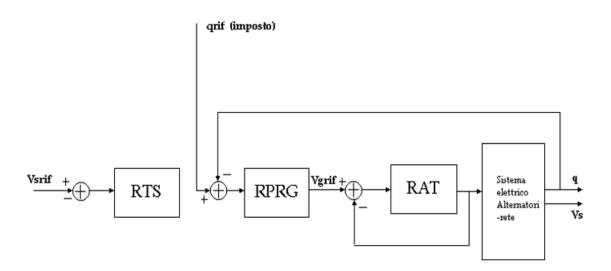


Figura 3: Schema del Controllo di centrale con Qrif imposto

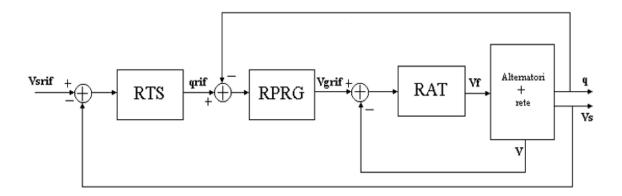


Figura 4: Schema del Controllo di centrale in Regolazione della Tensione di Sbarra AT (RTS).

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **12 di 96** 

Pertanto, in una centrale sotto il controllo della Regolazione Coordinata di Centrale sono operativi i seguenti cicli di regolazione:

- Un ciclo di Regolazione della tensione di macchina per ciascuno dei gruppi di centrale. Tale ciclo è realizzato dal Regolatore Automatico di Tensione, che regola la tensione ai morsetti agendo sulla tensione di eccitazione; si realizza così la regolazione primaria di tensione di gruppo.
- Un ciclo di regolazione di potenza reattiva per ciascuno dei gruppi di centrale, che si sovrappone a quello di regolazione primaria. Ogni regolatore di potenza reattiva di gruppo (RPRG) attua la richiesta di livello di potenza reattiva (proveniente da remoto o dalla modalità RTS, agendo sul riferimento del RAT del gruppo controllato. Il Livello di Potenza reattiva (Livq) richiesto a ciascun RPRG rappresenta istante per istante la potenza reattiva richiesta al gruppo, espressa in percentuale del limite di potenza reattiva corrente. Ciascun RPRG, in funzione delle curve limite e del punto di lavoro del gruppo controllato, traduce tale richiesta in un valore di potenza reattiva da produrre. L'azione di controllo del RPRG è di tipo integrale e risulta dinamicamente disaccoppiata rispetto al ciclo di regolazione più interno (la costante di tempo dominante del RPRG risulta pari a circa 5 secondi). Ciò consente al ciclo di regolazione primaria di gruppo di effettuare il suo controllo senza subire interferenze apprezzabili da parte dei cicli più esterni.
- Un ciclo più esterno di regolazione delle tensioni di rete, che si sovrappone a quello di controllo della potenza reattiva di gruppo. Tale ciclo può chiudersi all'esterno della Regolazione Coordinata di Centrale, attraverso la regolazione remota, quando la centrale partecipa alla modalità livq, oppure all'interno della Regolazione Coordinata di Centrale, attraverso la modalità RTS. In entrambi i casi questo ciclo fornisce in uscita un valore di livello di reattivo (Livq) comune a tutti i RPRG della centrale, imponendone un allineamento. L'azione di controllo per entrambe le modalità di funzionamento è di tipo proporzionale—integrale, con una costante di tempo equivalente di circa 50 secondi, scelta in modo da garantire il disaccoppiamento dinamico con i cicli più interni.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **13 di 96** 

#### 3.2.5.1.1. AVR

I gruppi di generazione sincroni devono contribuire alla regolazione primaria di tensione che consiste nella regolazione della tensione ai morsetti di ciascun gruppo. Pertanto, devono essere dotati di un sistema di controllo automatico (AVR o RAT) dell'eccitazione in grado di assicurare almeno le prestazioni funzionali riportati nell'Allegato A.14 "Partecipazione alla regolazione di tensione" del CdR.

Tale sistema di controllo consente di implementare la cosiddetta modalità di regolazione RAT, che può essere richiesta in determinati assetti di esercizio da Terna.

### 3.2.5.1.2. Funzioni di regolazione e controllo della Regolazione Coordinata di Centrale

#### 3.2.5.1.2.1. Regolatore di potenza reattiva di gruppo

#### Legge di controllo

La legge di controllo di ciascun Regolatore di Potenza Reattiva di Gruppo (RPRG) deve essere di tipo integrale con costante di tempo dominante del ciclo di regolazione di circa 5 sec. Tale costante di tempo deve rimanere invariata, al variare del numero dei gruppi della centrale in servizio, tramite modifica automatica del guadagno del regolatore.

#### Riferimento del ciclo di potenza reattiva

Il riferimento del ciclo di regolazione di potenza reattiva è pari, per ciascun gruppo, al prodotto del segnale di livello di potenza reattiva Livq richiesto agli RPRG per il valore limite della potenza reattiva erogabile/assorbibile (Qlim\_sovra/Qlim\_sotto a seconda che il punto di funzionamento sia in sovraeccitazione o in sottoeccitazione) dal gruppo stesso.

Il range funzionale del livello di q è quindi compreso nel campo [-1;1].

Dal momento che il segnale di livello q richiesto è comune a tutti gli RPRG, i gruppi della centrale erogano/assorbono lo stesso valore percentuale di potenza reattiva, riferito, per ciascun gruppo, al corrispondente valore limite della potenza reattiva erogabile/assorbibile.

#### Limiti di potenza reattiva

I valori limite di potenza reattiva sia in sovra che in sottoeccitazione (Qlim\_sovra/Qlim\_sotto) sono calcolati in tempo reale, per ogni gruppo, in funzione del punto di lavoro corrente e delle curve di "capability" del gruppo. Tali curve sono ricostruite

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **14 di 96** 

all'interno degli RPRG per mezzo di un apposito algoritmo e di un certo numero di parametri di caratterizzazione. I valori limite calcolati devono tenere conto anche del limite di statore, e di eventuali altri limiti fissati sul RAT.

Per quanto possibile, i valori limite di potenza reattiva in sovra/sottoeccitazione devono sfruttare l'intero campo di funzionamento fissato dai limiti del RAT.

Lo scambio dati in tempo reale prevede la fornitura a run-time delle TM relative ai valori limite di potenza reattiva sia in sovra che in sottoeccitazione (Qlim\_sovra/Qlim\_sotto) di ciascun gruppo di centrale.

#### Limiti di tensione

Devono essere introdotte opportune limitazioni di tensione, che devono causare il blocco dell'uscita del RPRG se questo richiede il superamento dei limiti del gruppo. Durante il blocco del RPRG il gruppo rimane in modalità di controllo RAT.

#### Disaccoppiamento dinamico dei cicli di regolazione degli RPRG

Al fine di evitare scambi transitori di potenza reattiva tra i gruppi di centrale controllati, la Regolazione Coordinata di Centrale deve garantire la completa non-interazione dinamica tra i vari cicli di regolazione di potenza reattiva (RPRG) dei gruppi stessi.

#### Inserimento in regolazione di uno o più gruppi di centrale

L'inserimento in regolazione di un gruppo di produzione si realizza inserendo il relativo RPRG. L'inserimento di ciascun RPRG è possibile solo su comando locale (può essere limitato ad un solo gruppo o esteso a tutti i gruppi della centrale). Per inserire il RPRG di un gruppo non deve essere necessario effettuare preliminari manovre manuali di allineamento delle tensioni dei generatori di controllo. Deve essere possibile inserire contemporaneamente tutti gli RPRG dei gruppi di centrale.

#### Effetti dell'inserimento di un RPRG

A seguito della richiesta dell'operatore di inserimento del RPRG, si attiverà una procedura automatica che:

- Disabiliterà i comandi "AUM/DIM" del RAT.
- Escluderà il compound eventualmente presente sul gruppo.
- Attiverà il ciclo di Regolazione della potenza reattiva del gruppo, allineando la produzione di potenza reattiva del gruppo con il Livello q richiesto agli RPRG.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **15 di 96** 

Nel caso in cui i gruppi di centrale siano tutti esclusi dalla regolazione, l'inserimento di uno o più RPRG deve provocare il passaggio della Regolazione Coordinata dei Centrale in RTS con un Livello q iniziale pari alla media dei livelli di q prodotti dai gruppi dei quali è richiesta l'inserzione in regolazione. Il livello q prodotto da un gruppo è il rapporto tra la potenza reattiva prodotta (Q) ed il valore corrente della potenza reattiva limite (Qlim). Q e Qlim si riferiscono, ovviamente, al gruppo considerato.

#### Cause di inibizione dell'inserimento di un RPRG

L'inserimento di un RPRG non deve essere possibile nei seguenti casi:

- Il gruppo è fuori servizio (Interruttore di macchina aperto)
- L'eccitatrice è fuori servizio (apertura dell'interruttore di campo).
- Il Regolatore di Tensione di Macchina (RAT) non è operativo (RAT in manuale o escluso).
- Sono presenti anomalie hardware sugli apparati della catena di regolazione (Anomalia Trasduttori di gruppo, Anomalia CPU, Anomalia Alimentazione, ecc.).
- La tensione di macchina supera i valori limite ammessi (massimo o minimo).

#### Esclusione dalla regolazione di uno o più gruppi di centrale

Un regolatore RPRG può essere escluso con comando locale o su comando automatico delle logiche di protezione, quando si verifichino anomalie incompatibili con la permanenza del gruppo in regolazione. L'esclusione di un RPRG può essere limitata ad un solo gruppo o estesa a tutti i gruppi della centrale controllata, non deve richiedere preliminari manovre manuali e può essere contemporanea per tutti i gruppi.

#### Esclusione del RPRG

La Regolazione di Potenza Reattiva di Gruppo deve essere esclusa nei seguenti casi:

- Superamento delle soglie minima o massima di tensione di macchina.
- Apertura dell'interruttore di macchina o gruppo fuori servizio.
- Apertura dell'interruttore di campo o sistema di eccitazione fuori servizio.
- Regolatore di Tensione di macchina (RAT) non operativo (escluso oppure in manuale).
- Esclusione del RPRG con comandi locali o per effetto delle logiche di protezione a fronte di anomalie incompatibili con la permanenza del gruppo in regolazione.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **16 di 96** 

- Anomalie di tipo Hardware (Anomalia Trasduttori di gruppo, Anomalia alimentazione, Anomalia CPU, ecc).
- Esclusione della regolazione con comandi locali.

Qualunque sia la modalità di funzionamento, l'esclusione di tutti gli RPRG deve provocare la cessazione di tutte le attività di Regolazione Coordinata di Centrale.

Il reinserimento della regolazione di potenza reattiva di un singolo gruppo potrà avvenire solo con comando locale, la cui richiesta tuttavia non diventerà operativa fintanto che permangono le cause di esclusione.

#### Effetti dell'esclusione di un RPRG

L'esclusione di un RPRG:

- Sospende le attività di regolazione del RPRG interessato.
- Riabilita i comandi "AUM/DIM" del RAT del gruppo escluso.
- Reinserisce il compound eventualmente presente sul gruppo.
- Se era in corso la regolazione remota (Livq), trascorso il tempo consentito per l'avviamento o la fermata del gruppo, provoca il passaggio della regolazione in modalità Calibratore.

#### 3.2.5.1.2.2. Modalità di funzionamento della Regolazione Coordinata di Centrale

L'inserimento dei gruppi in regolazione (RPRG inseriti) può avvenire esclusivamente a seguito di un comando locale. Inserendo il primo gruppo, la Regolazione Coordinata di Centrale deve commutare automaticamente in modalità Calibratore. A questo punto sono disponibili le seguenti opzioni.

- Regolazione automatica della tensione sulle sbarre AT di centrale (RTS).
- Teleregolazione del livello di q.

#### 3.2.5.1.2.3. Modalità di controllo della tensione di sbarra AT (RTS)

In questa modalità di funzionamento la centrale regola la tensione sulla sbarra AT di centrale. Ad esso sono asserviti uno o più gruppi della centrale (sono cioè inseriti i relativi RPRG). Il Livello\_q richiesto agli RPRG è prodotto dal Regolatore di Tensione di Sbarra

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **17 di 96** 

(RTS) sulla base della tensione misurata sulla sbarra AT regolata e di un riferimento di tensione di riferimento (Vsrif).

#### Attivazione funzionamento in RTS

Questa modalità di funzionamento si può attivare nei modi seguenti.

- Comando locale.
- Comando remoto. Questa via è operativa solo se sono abilitati i Comandi Remoti.
- Inserimento di uno o più RPRG a partire dalla condizione in cui tutti gli RPRG sono esclusi.
- Intervento delle logiche di protezione che forzano il passaggio dalla regolazione remota alla modalità Calibratore (e.g. anomalia Livq, esclusione di uno o più RPRG con gruppo in servizio, etc.)

#### Inseguimenti e procedure di avviamento

La modalità RTS deve poter essere richiesta con comando locale e comando remoto senza che occorrano, preliminarmente, manovre manuali di allineamento, né sulle tensioni dei generatori, né sul riferimento di tensione di sbarra (Vsrif).

Si devono pertanto prevedere gli automatismi e gli inseguimenti necessari per inserire il regolatore RTS senza perturbazioni rilevanti.

In particolare, è necessario che quando il Regolatore di Tensione di Sbarra non è operativo, il suo riferimento Vsrif sia sempre pari alla tensione della sbarra che regolerebbe se fosse inserito in RTS (inseguimento del valore di riferimento - Calibratore).

#### Esclusione funzionamento in RTS

Il funzionamento in Regolazione di Tensione di sbarra deve essere escluso nei seguenti casi:

- Mancanza o anomalia della misura di tensione della sbarra regolata (sia la misura teletrasmessa che quella locale).
- Esclusione di tutti gli RPRG dei gruppi in servizio.
- Comando locale di passaggio ad altra modalità di funzionamento.
- Anomalie di tipo Hardware (alimentazione, CPU, ecc).
- Esclusione della regolazione da comando locale.

#### Legge di controllo

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **18 di 96** 

La legge di controllo del Regolatore di Tensione della Sbarra AT di centrale (RTS) deve essere di tipo proporzionale-integrale. La costante di tempo dominante del ciclo di regolazione deve essere mantenuta costante al valore di 50 s attraverso un algoritmo di controllo di tipo adattativo che tenga conto dei seguenti elementi.

- Numero di gruppi che, sotto il controllo della Regolazione Coordinata di Centrale, concorrono a regolare la tensione sulla sbarra AT di centrale.
- Valori limite di potenza reattiva in sovra/sottoeccitazione dei gruppi controllati.
- Valore della reattanza equivalente esterna vista dalle sbarre AT di centrale lato rete.

Il coefficiente di proporzionalità della legge P-I di controllo deve essere scelto in modo da evitare transitori indesiderati di potenza reattiva dei gruppi.

#### Saturazione della regolazione di tensione di sbarra

In condizioni di saturazione della regolazione (ad esempio per intervento dei limiti di tensione dei gruppi, o perché il livello di q ha raggiunto il massimo valore ammesso), l'integratore del RTS deve essere bloccato per evitare che il segnale prodotto, che fissa il livello di potenza reattiva, derivi in modo incontrollato. Tale uscita deve essere mantenuta in "hold" sino a quando le condizioni di funzionamento (scarto tra tensione di riferimento e tensione della sbarra regolata) non comportino un rientro dalla saturazione.

#### Disaccoppiamento dinamico tra centrali elettricamente vicine

Per disaccoppiare dinamicamente le centrali elettricamente vicine e quindi assicurare un funzionamento in RTS stabile, la Regolazione Coordinata di Centrale deve consentire l'introduzione di uno statismo negativo nel ciclo di regolazione della tensione di sbarra (introduzione di una reattanza equivalente tra "sbarra effettivamente regolata" e sbarra AT). Lo statismo negativo può essere ottenuto tramite la richiusura di una retroazione negativa del livello q di potenza reattiva (compound) sul nodo sommatore di ingresso del RTS.

#### Tensione di Riferimento

Il controllo della tensione deve essere realizzato in funzione del set-point (Vsrif) e del valore di tensione lato AT (Vs) con le logiche descritte di seguito.

Il valore del riferimento di tensione del ciclo di regolazione RTS (Vsrif) deve poter essere assegnato dall'operatore mediante un apposito calibratore locale oppure ricevuto da Terna.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **19 di 96** 

Vsrif assume di default il valore del calibratore locale, a meno che si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni:

- È attiva la modalità RTS
- comandi\_remoti a ON
- il valore di Livq inviato da TERNA risulta invalido (v. par. 3.2.7.3)
- Vsrif\_TLT inviato da TERNA attraverso l'RTU di impianto (v. 3.2.7) è valido ed è compreso tra 85%Vn ≤ Vsrif TLT ≤ 115%Vn

In caso si verifichino le condizioni di cui sopra, Vsrif deve assumere il valore di Vsrif\_TLT.

L'aggiornamento del valore operativo di Vsrif deve essere attuato in modo graduale attraverso una rampa di raccordo tra il valore corrente e quello nuovo introdotto.

#### Logica di assegnazione valore Vs da misure locali o teletrasmesse

Il sistema di controllo deve essere predisposto per ricevere una misura di tensione Vs\_TLT teletrasmessa e deve saper gestire il valore di tensione lato AT operativo (Vs) che utilizza nell'anello di regolazione in modo che possa assumere sia il valore della misura di tensione acquisita localmente dai TV installati nella sezione AT dell'impianto (Vs\_Loc) sia il valore trasmesso da Terna (Vs\_TLT), tramite RTU e/o in cablato dalla sottostazione vicina.

La logica di gestione della misura della tensione di sbarra operativa Vs è la seguente:

- Se Vs\_TLT è compreso tra 85% Vn e 115% Vn allora si assegna a Vs il valore di Vs\_TLT
- Se Vs\_TLT non è compreso tra 85% Vn e 115% Vn (oppure Vs\_TLT è invalido) allora si assegna a Vs il valore di Vs\_Loc

#### Inseguimenti del calibratore di Vsrif

Quando il calibratore di Vsrif non è operativo perché l'impianto sta lavorando in una modalità di funzionamento che non ne prevede l'uso (ad es. in Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq), il riferimento da esso fornito deve assumere il valore corrente della tensione di sbarra (eventualmente corretto per tenere conto del compound). Tale assegnazione deve essere ripetuta ad ogni ciclo, realizzando in tal modo un inseguimento tra Vsrif e Vs.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **20 di 96** 

Questa funzione ha lo scopo di evitare che, in occasione del passaggio al funzionamento in RTS, il sistema di controllo riceva una variazione a gradino del riferimento di Vsrif, e quindi dia luogo a transitori indesiderati degli impianti controllati.

#### 3.2.5.1.2.4. Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq

In questa condizione di funzionamento la Regolazione Coordinata di Centrale ha la funzionalità di seguire il segnale di livello q da remoto.

Gli RPRG dei gruppi in servizio sono tutti inseriti ed attuano il Livq teletrasmesso dai comandi remoti. Se qualche gruppo di centrale fosse in servizio con RPRG escluso, il funzionamento in Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq non sarebbe consentito, perché tali gruppi, lavorando a Vrif costante, tenderebbero ad assorbire la potenza reattiva prodotta dai gruppi in regolazione vanificando l'efficacia della stessa. Per consentire le manovre di avviamento e fermata dei gruppi, durante le quali RPRG è necessariamente escluso, tale situazione è tollerata per il tempo strettamente all'avviamento (od alla fermata). Si tratta, tipicamente, di tempi dell'ordine di 60÷90 sec. Tuttavia, in casi particolari e per far fronte ad esigenze locali, Terna potrà richiedere l'inibizione di questa logica.

Saranno pertanto implementate le logiche necessarie per realizzare la commutazione da Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq alla Modalità di controllo della tensione AT RTS nel caso di permanenza di uno o più gruppi in servizio con RPRG escluso.

Attivazione del funzionamento in Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livo

Il funzionamento in Teleregolazione di q può essere richiesto nei seguenti modi.

- Comando locale.
- Comando remoto. Quest'ultima modalità è operativa solo se i Comandi Remoti sono abilitati.

Avviamento in Teleregolazione livq e logica di inseguimento del Livq inviato dam Terna al comando di inserzione modalità livq

Deve essere prevista una procedura automatica che, a seguito della richiesta di inserimento in teleregolazione livq, aggiorni con un transitorio graduale il livello di potenza reattiva richiesto agli RPRG, fino a far corrispondere la produzione di reattivo con il valore

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **21 di 96** 

teletrasmesso. Lo stato di funzionamento in Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq diventerà operativo al termine della procedura di avviamento.

Quando il sistema si trova in qualsiasi modalità di funzionamento diversa dal controllo livq e riceve il comando di inserzione in regolazione di Livq (tramite il comando inviato da Terna di richiesta modalità controllo Livq), l'impianto deve impostare il telesegnale della modalità di funzionamento corrente a OFF e raccordare il proprio riferimento di Livq al valore inviato da Terna con un gradiente di variazione pari di default a 1%/s. Il gradiente di variazione deve essere impostabile tra 0,2%/s e 5%/s. L'impianto deve inviare a Terna il telesegnale Modalità controllo livq attiva a ON non prima che il valore assoluto della differenza tra il proprio riferimento di Livq e quello inviato da Terna sia inferiore a 5%. Per tutto il tempo di raccordo, quindi, l'impianto non risulta essere in alcuna modalità di funzionamento.

#### Esclusione del funzionamento in Teleregolazione livq

Il funzionamento in Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq deve essere escluso nei seguenti casi:

- Mancanza o anomalia del telesegnale di livello di potenza reattiva.
- Esclusione di uno o più degli RPRG dei gruppi in servizio per un tempo superiore a quello necessario per l'avviamento o la fermata del gruppo.
- Comando locale o remoto di passaggio ad altra modalità di funzionamento.
- Anomalie di tipo hardware (alimentazione, CPU, ecc).
- Esclusione della regolazione.

#### Funzioni di watch-dog e di verifica della funzionalità Hardware

Le funzioni di Watch-dog hanno lo scopo di verificare il rispetto delle tempistiche previste da parte di tutte le funzioni (task) costituenti il sistema. Un'anomalia al riguardo deve provocare la messa fuori servizio della regolazione e la riabilitazione dei comandi di centrale.

Le funzioni di verifica della funzionalità devono invece verificare l'integrità del sistema di regolazione e, in caso di malfunzionamento, attuare gli eventuali interventi di protezione dell'impianto, mantenendo il maggior grado possibile di operatività della regolazione compatibile con il guasto rilevato.

Più precisamente, se il malfunzionamento rilevato interessa solamente i componenti che realizzano il RPRG di un gruppo di centrale, si deve escludere il RPRG su cui si rileva il

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: 22 di 96

guasto e riabilitare i comandi del gruppo relativo. Se invece il guasto interessa componenti di uso generale, la regolazione coordinata dovrà provvedere all'esclusione generale di tutti gli RPRG ed andare fuori servizio.

Nel caso di intervento del watch-dog o di guasto HARDWARE che comporti l'esclusione di tutti gli RPRG deve essere inviata la segnalazione al centro remoto.

#### Verifiche sui dati di ingresso

Dovranno essere incluse funzioni di trattamento (ivi incluse le opportune azioni di filtraggio) e di verifica dei dati di ingresso, al fine di evitare che dati d'ingresso anomali possano compromettere il normale svolgimento della regolazione (ad. es. la fornitura remota di misure e segnalazioni non corrette). A questo scopo dovranno essere incluse almeno le funzioni necessarie per validare i livelli di q ricevuti secondo quanto prescritto nel seguito.

#### Anomalia Livq e logica di isteresi su Livq inviato da Terna

Le procedure di validazione consistono in una verifica di accettabilità del livello ricevuto, e comprendono:

- 1. La verifica che il valore acquisito per il livello di q sia compreso in un campo di ammissibilità predefinito (Test di "fuori-range").
- 2. La verifica che non siano presenti segnalazioni di anomalia comunicazioni; in caso contrario il livello non è accettabile.

Il range normale di regolazione Livq è tra -100% e +100%. Quando il valore di set-point inviato da Terna risulta essere fuori range, il sistema di controllo deve settare a ON il segnale anomalia\_Livq. Per evitare un continuo settaggio del segnale di allarme quando Livq è vicino agli estremi del range, è necessario introdurre un'isteresi del valore di 3% attorno agli estremi del range. Nella pratica ciò significa che se il valore assoluto di Livq assume valori fino a 103%, la regolazione avverrà come se Terna stesse inviando il valore di 100% (o -100%). Non appena superato il valore assoluto di 103% il controllo genererà l'anomalia di livello (anomalia\_Livq a ON e Modalità controllo Livq attiva OFF) che rientrerà solo quando il valore assoluto di Livq assumerà valori inferiori al 97%. L'anomalia\_Livq deve generare il passaggio nella modalità di controllo RTS locale (Modalità controllo RTS attiva ON) utilizzando come setpoint del calibratore il valore misurato della tensione di sbarra all'istante precedente all'anomalia; tale setpoint deve essere inseguito fino alla ricezione di un diverso setpoint da parte di Terna.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **23 di 96** 

#### Verifica ammissibilità comandi della regolazione

I comandi impartiti non devono essere immediatamente operativi, ma devono essere considerati come richieste, da eseguire solo se non in contrasto con le logiche di coerenza interne alle funzioni di regolazione e con lo stato della regolazione o degli impianti controllati. In caso contrario il comando deve essere ignorato e non deve produrre variazioni degli stati funzionali.

Ad esempio, non deve essere possibile inserire il RPRG di un gruppo fuori servizio o con RAT in manuale, o andare in "RTS" se si ha un allarme sulla misura della tensione di sbarra, o ancora chiedere il funzionamento in " Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq " in presenza di anomalia del segnale di livello q teletrasmesso. Per i comandi di stato funzionale del regolatore (quelli, cioè, che definiscono la modalità di funzionamento operativa), la richiesta, anche se non è eseguita, deve essere comunque memorizzata e resta in "attesa" fino a che non si realizzano le condizioni per attuarla. Deve essere previsto un timeout facilmente configurabile oltre il quale la richiesta decade. In qualsiasi momento deve essere possibile modificare lo stato di funzionamento (e.g. "Comandi remoti" a "RTS" o da "Vsrif Calibratore" a "Vsrif setpoint") senza dover effettuare allineamenti o modifiche dei riferimenti. Infatti, se non sussistono anomalie o condizioni di impianto che impediscono il raggiungimento dello stato di funzionamento richiesto, la regolazione deve essere tale da effettuare autonomamente gli inseguimenti necessari o introdurre le funzioni necessarie perché il cambio di stato si realizzi senza transitori indesiderati per l'impianto.

#### 3.2.5.1.2.5. Rilevazione della condizione di "Centrale in rete isolata"

Questa funzione ha lo scopo di riconoscere la situazione in cui, per l'apertura di linee o per la smagliatura della rete, la centrale controllata risulti connessa solo con un carico locale.

Se la modalità di funzionamento è quella con comandi remoti in "Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq", non appena rileva il verificarsi delle condizioni di rete isolata deve commutare in "RTS" con riferimento Vsrif pari alla tensione di Sbarra che si aveva prima del transitorio che ha portato la Centrale a lavorare in isola. Quest'ultima condizione è una conseguenza del fatto che nel tempo necessario per effettuare il test di rilevazione delle condizioni di rete isolata, la tensione delle sbarre di centrale è variata, e con essa, per effetto degli inseguimenti, anche il valore di Vsrif.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **24 di 96** 

Occorre pertanto implementare delle funzioni necessarie per riconoscere l'instaurarsi di una condizione di rete isolata e, quando ciò avvenga, per forzare la commutazione in RTS. In definitiva le principali operazioni che dovranno essere effettuate a tal fine sono le seguenti.

- Riconoscimento in tempo reale, mediante un algoritmo a ciò dedicato, della condizione di "Centrale in rete isolata".
- Forzamento, nel caso si rilevi la condizione di "Centrale in rete isolata", del passaggio automatico in regolazione di tensione della sbarra AT di centrale (RTS) con un valore di riferimento Vsrif pari alla tensione di sbarra presente circa 10 sec prima del momento in cui si è instaurata la condizione di "Centrale in rete isolata", in modo da consentire il recupero ad opera di RTS del valore originario di tensione delle sbarre AT di centrale.
- Segnalazione remota di "Centrale in rete isolata".
- Ritorno della regolazione nella modalità Calibratore al cessare della condizione di funzionamento in isola, ed azzeramento della segnalazione di cui sopra.

#### 3.2.5.1.2.6. Funzionamento a sbarre separate

Talvolta, i gruppi di una centrale sono connessi ad una stazione elettrica dotata di doppio sistema di sbarre. In tal caso può accadere, in occasione del verificarsi di particolari assetti di rete, che il "congiuntore di sbarra" (K) sia aperto e le sbarre siano elettricamente separate. Da notare che l'apertura del congiuntore non è una condizione sufficiente per stabilire la separazione delle sbarre AT, poiché, in dipendenza dello schema di stazione e della struttura della rete, si potrebbero avere delle richiusure a monte del congiuntore.

#### Criteri per attivare il funzionamento a Sbarre Separate

Le prescrizioni contenute in questo paragrafo e nel successivo si applicano soltanto se la centrale è connessa ad una stazione con doppio sistema di sbarre.

Per stabilire se sussistono le condizioni di funzionamento a sbarre separate devono sussistere le seguenti condizioni:

- L'avvenuta apertura del congiuntore (K) delle sbarre AT della stazione cui sono connessi i gruppi di centrale.
- L'effettiva separazione elettrica delle due sbarre AT di stazione (il riscontro della separazione elettrica delle due sbarre si ha quando, in assenza di anomalie delle

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **25 di 96** 

tensioni delle sbarre A e B di stazione, la differenza tra le tensioni delle sbarre stesse risulta superiore ad un valore limite facilmente impostabile e con valore iniziale pari a 2 kV).

Per evitare azioni intempestive e frequenti commutazioni tra la condizione di funzionamento a sbarre unite e quella a sbarre separate devono essere introdotti meccanismi di verifica delle reali condizioni in atto (ridondanze, filtraggi, riconferme, ecc.), tarabili e facilmente modificabili.

#### Azioni richieste

Sia che la regolazione sia in RTS o che sia utilizzata la modalità in "Modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq, all'instaurarsi della condizione di funzionamento a sbarre separate dovrà attivarsi la procedura per il la messa fuori servizio della regolazione.

#### 3.2.5.2. Parchi di generazione

Per gli impianti classificati come parchi di generazione dovranno essere previste le seguenti modalità di controllo:

- modalità di controllo locale Q(ΔV) che regola la potenza reattiva ad un valore che dipende della tensione nel PdC, (3.2.5.2.1);
- modalità di controllo del livello di potenza reattiva Livq che regola la potenza reattiva nel PdC ad un valore proporzionale alla potenza reattiva limite operativa (3.2.5.2.2);
- modalità di controllo della tensione di sbarra AT RTS (3.2.5.2.3).

Ogni variazione di modalità di controllo, se non dovuta ad anomalia, sarà richiesta da Terna.

Il passaggio da una modalità di controllo all'altra o il cambio di grandezze di riferimento deve essere di tipo bumpless o raccordato tramite opportuni inseguimenti delle variabili non controllate.

Nei paragrafi seguenti viene descritto il funzionamento delle modalità di controllo di cui sopra.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **26 di 96** 

#### 3.2.5.2.1. Modalità di controllo locale Q(△V) con set-point Vsrif

La modalità di controllo  $Q(\Delta V)$  prevede che il sistema di controllo insegua un segnale di potenza reattiva calcolato in funzione dello scarto in tempo reale tra il set-point di tensione AT (Vsrif) e il valore di tensione lato AT (Vs).

In Figura 5 è riportato uno schema indicativo della modalità di funzionamento  $Q(\Delta V)$ .

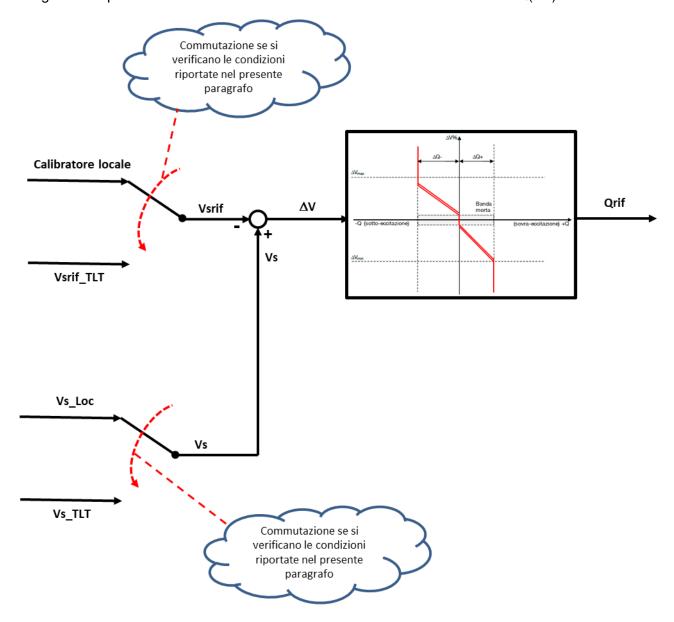


Figura 5: schema indicativo della funzionalità Q(ΔV)

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **27 di 96** 

L'impianto dovrà calcolare al più ogni 4 s i valori dei limiti di potenza reattiva massima (Qlim\_sovra\_PdC) e minima (Qlim\_sotto\_PdC) e renderli disponibili in tempo reale (par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1).

Il valore di tensione lato AT operativo (Vs) deve poter assumere sia il valore della misura di tensione acquisita localmente dai TV installati nella sezione AT dell'impianto (Vs\_Loc) sia un valore trasmesso da Terna (Vs\_TLT), tramite RTU e/o in cablato dalla sottostazione vicina.

La logica di gestione della misura della tensione di sbarra operativa Vs è la seguente:

- Se Vs\_TLT è compreso tra 85% Vn e 115% Vn allora si assegna a Vs il valore di Vs TLT
- Se Vs\_TLT non è compreso tra 85% Vn e 115% Vn allora si assegna a Vs il valore di Vs\_Loc

L'erogazione o l'assorbimento di potenza reattiva dell'impianto dovrà avvenire secondo la curva caratteristica  $Q(\Delta V)$  del tipo rappresentato in Figura 6.

Il sistema di regolazione dovrà utilizzare come set-point Vsrif il valore di Vsrif\_TLT lato AT comunicato da Terna se si verificano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- comandi\_remoti ON
- Vsrif\_TLT inviato da Terna attraverso l'RTU di impianto (v. 3.2.7) è un set-point valido ed è compreso tra 85%Vn ≤ Vsrif\_TLT ≤ 115%Vn.

Qualora non siano verificate le condizioni di cui sopra oppure qualora il set-point Vsrif\_TLT sia non disponibile o in anomalia, il sistema di controllo deve prevedere la possibilità di variare localmente (tramite un calibratore manuale) il riferimento di tensione.

Il passo di variabilità di Vsrif richiesto è minore o uguale a 0.1% Vn.

Quando il calibratore manuale non è attivo, il suo valore deve essere in inseguimento del valore di Vs in modo che possa essere realizzato in ogni momento un passaggio bumpless tra il set-point Vsrif\_TLT e quello manuale.

In riferimento alla Figura 6, il sistema di regolazione deve avere la possibilità di inserire una banda morta intorno alla tensione di riferimento. Devono essere implementati due tratti lineari nell'area induttiva e capacitiva funzione dello scostamento in tensione  $\Delta V$  (Vsrif - Vs)



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **28 di 96** 

calcolato come percentuale della Vn. Nel controllo deve essere prevista la possibilità di gestire pendenze diverse fra la parte in sovra-eccitazione e sotto-eccitazione.

Tutti i parametri che definiscono la caratteristica del controllo  $Q(\Delta V)$  devono essere impostabili facilmente<sup>5</sup> dal Soggetto Selezionato su richiesta di Terna.

Di default devono essere utilizzati come parametri  $\Delta Q$ + e  $\Delta Q$ - i valori dei limiti di capability in tempo reale, ossia rispettivamente Qlim\_sovra\_PdC o Qlim\_sotto\_PdC.

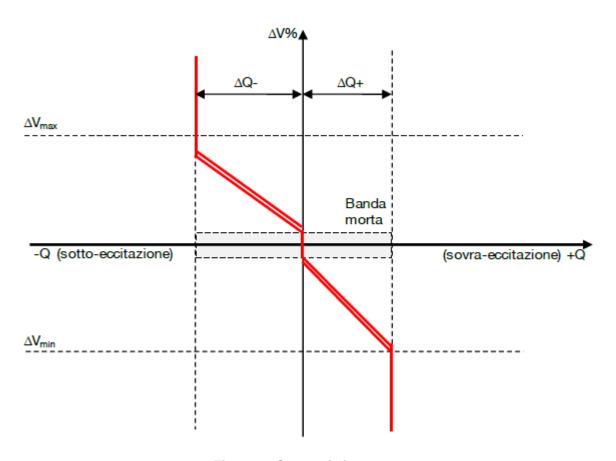


Figura 6: Caratteristica Q(ΔV)

\_

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> È importante che il Soggetto Selezionato predisponga la modifica di tali parametri tenendo conto che Terna può richiederne la modifica anche di frequente per adattarli al miglior funzionamento in base alla situazione di rete (potenza di corto circuito, numerosità e tipologia degli impianti in regolazione nell'area...)



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **29 di 96** 

A seguito di una variazione di tensione in rete  $\Delta V$ , si richiede che l'impianto sia in grado di erogare il 90% della potenza reattiva richiesta entro 2 s e il 100% entro 5 s con precisione migliore del 5% del valore istantaneo di Qlim\_sotto\_PdC o Qlim\_sovra\_PdC a seconda del punto di funzionamento e un andamento il più possibile simile alla risposta esponenziale di un sistema del primo ordine. Tali tempi di risposta devono essere configurabili rispettivamente nei range 2-200s e 5-500s e saranno definiti da Terna (valori di default 2s e 5s) e devono essere impostabili facilmente dal Soggetto Selezionato su richiesta di Terna.

Con riferimento allo scambio dati di cui ai par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1, il sistema deve opportunamente segnalare a TERNA il suo stato di funzionamento. Quando la modalità di controllo  $Q(\Delta V)$  è attiva, i seguenti telesegnali dovranno essere così impostati:

- impostare Modalità controllo Q(ΔV) attiva a 1;
- impostare a 0 i telesegnali relativi alle altre modalità di controllo.

#### 3.2.5.2.2. Modalità di controllo centralizzata del livello di potenza reattiva (Livg)

Il parco di generazione deve essere predisposto per ricevere da Terna e attuare un setpoint in potenza reattiva percentuale (Livq) rispetto alla capability in tempo reale al PdC.

Il riferimento Livq dovrà essere inseguito tramite la regolazione di seguito descritta fino ai limiti di capability dell'impianto.

L'impianto dovrà calcolare al più ogni 4 s i valori dei limiti di potenza reattiva massima (Qlim\_sovra\_PdC) e minima (Qlim\_sotto\_PdC in valore assoluto) e renderli disponibili in tempo reale (par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1).

Il livello di potenza reattiva dovrà essere attuato nel senso di regolare la potenza reattiva al PdC impostando il riferimento di potenza reattiva Q\_th come segue:

- Se Q\_PdC\_mis < 0 allora Q\_th = Livq/100\*Qlim\_sotto\_PdC</li>
- Se Q\_PdC\_mis ≥ 0 allora Q\_th = Livq/100\*Qlim\_sovra\_PdC

\_

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> È importante che il Soggetto Selezionato predisponga la modifica di tali parametri tenendo conto che Terna può richiederne la modifica anche di frequente per adattarli al miglior funzionamento in base alla situazione di rete (potenza di corto circuito, numerosità e tipologia degli impianti in regolazione nell'area...)

### Definizione d



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Allegato 3

Pagina: **30 di 96** 

Le caratteristiche del regolatore di livello di potenza reattiva devono permettere che:

- il riferimento di livello di potenza reattiva (*Livq* in percentuale dei limiti scambiati in tempo reale) sia regolabile tra il -100% di Qlim\_sotto\_PdC e il 100% di Qlim\_sovra\_PdC con una risoluzione migliore di 0,1%;
- i valori di Qlim\_sotto\_PdC e Qlim\_sovra\_PdC corrispondano alla capability di potenza reattiva limite rispettivamente in sottoeccitazione e in sovraeccitazione al PdC.

A seguito di una variazione del livello di potenza reattiva richiesta  $\Delta Livq$  a gradino si richiede che l'impianto sia in grado di erogare il 90% della quantità richiesta entro 2 s e il 100% entro 5 s con precisione migliore del 5% del valore istantaneo di Qlim\_sotto\_PdC o Qlim\_sovra\_PdC a seconda del punto di funzionamento e un andamento il più possibile simile alla risposta esponenziale di un sistema del primo ordine. Tali tempi di risposta devono essere configurabili rispettivamente nei range 2-200s e 5-500s e saranno definiti da Terna (valori di default 2s e 5s).

Con riferimento allo scambio dati di cui ai par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1, il sistema deve opportunamente segnalare a TERNA il suo stato di funzionamento. Quando la modalità di controllo livq è attiva, i seguenti telesegnali dovranno essere così impostati:

- impostare Modalità controllo Livq attiva a 1;
- impostare a 0 i telesegnali relativi alle altre modalità di controllo.

In questa modalità di controllo, sulla teleregolazione *Livq* deve essere implementata la logica di isteresi in cui al par. 3.2.5.2.2.1.

Inoltre, devono essere implementate le logiche di inseguimento del *Livq* riportate ai par. 3.2.5.2.2.2 e 3.2.5.2.2.3.

#### 3.2.5.2.2.1. Anomalia Livg e logica di isteresi su Livg inviato da Terna

Il range normale di regolazione Livq è tra -100% e +100%. Quando il valore di set-point inviato da Terna risulta essere fuori range, il sistema di controllo del parco deve settare a ON il segnale anomalia\_Livq. Per evitare un continuo settaggio del segnale di allarme quando Livq è vicino agli estremi del range, è necessario introdurre un'isteresi del valore di 3% attorno agli estremi del range. Nella pratica ciò significa che se il valore assoluto di Livq assume valori fino a 103%, la regolazione avverrà come se Terna stesse inviando il valore di 100% (o -100%). Non appena superato il valore assoluto di 103% il controllo genererà l'anomalia di livello (anomalia\_Livq a ON) che rientrerà solo quando il valore assoluto di

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **31 di 96** 

Livq assumerà valori inferiori al 97%. L'anomalia\_Livq deve generare il passaggio nella modalità di controllo RTS (descritta in 3.2.5.2.3) locale utilizzando come setpoint del calibratore il valore misurato della tensione di sbarra all'istante precedente all'anomalia; tale setpoint deve essere inseguito fino alla ricezione di un diverso setpoint da parte di Terna.

### 3.2.5.2.2.2. Logica di inseguimento del Livq inviato da Terna al comando di inserzione modalità Livq

Quando il sistema si trova in qualsiasi modalità di funzionamento diversa dal controllo del livello di potenza reattiva e riceve il comando di inserzione in regolazione di *Livq* (tramite il comando inviato da Terna di richiesta modalità controllo *Livq*), l'impianto deve impostare il telesegnale della modalità di funzionamento corrente a OFF e raccordare il proprio riferimento di *Livq* al valore inviato da Terna con un gradiente di variazione pari di default a 1%/s. Il gradiente di variazione deve essere impostabile tra 0,2%/s e 5%/s con risoluzione 0,01%/s. L'impianto deve inviare a Terna il telesegnale Modalità controllo *Livq* attiva a ON non prima che il valore assoluto della differenza tra il proprio riferimento di *Livq* e quello inviato da Terna sia inferiore a 5%. Per tutto il tempo di raccordo, quindi, l'impianto non risulta essere in alcuna modalità di funzionamento.

#### 3.2.5.2.2.3. Logica di Rete Isolata

Se il sistema di controllo lavora in *Livq*, non appena rilevi che la frequenza di rete ha superato in valore assoluto lo scostamento di 300 mHz rispetto al valore nominale deve commutare automaticamente nello stato di funzionamento in RTS (v. 3.2.5.2.3) con Vsrif pari alla tensione di sbarra che si aveva dieci secondi prima del transitorio che ha portato l'impianto a lavorare nella condizione di rete Isolata.

Quando rilevata la condizione di rete isolata il sistema deve inviare a Terna la segnalazione imponendo il telesegnale Rete\_isolata (v. 3.2.7) a ON.

Il rientro dalla condizione di rete isolata è manuale tramite apposito input sul sistema di controllo. Il rientro deve essere possibile solo quando lo scostamento della frequenza di rete rispetto al valore nominale sia inferiore a 100 mHz. Al rientro dalla condizione di rete isolata il sistema di controllo dovrà forzare a OFF il segnale Rete\_Isolata e attivare la modalità di controllo RTS locale utilizzando come setpoint del calibratore il valore misurato della tensione di sbarra all'istante del rientro dalla condizione di rete isolata.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **32 di 96** 

#### 3.2.5.2.3. Modalità di controllo della tensione di sbarra AT (RTS)

Il parco di generazione deve eseguire la regolazione di tensione di sbarra AT con un controllo esterno all'anello di regolazione di potenza reattiva (Livq) come descritto nel seguito. Il riferimento di tensione di sbarra Vsrif può essere imposto con due modalità: modalità RTS locale (tramite un calibratore di tensione locale) e modalità RTS remota (tramite il segnale Vsrif\_TLT inviato da TERNA tramite RTU). La legge di controllo da implementare nel regolatore RTS è del tipo proporzionale-integrale e l'uscita del regolatore deve agire sul riferimento di livello di potenza reattiva. Il riferimento di tensione dovrà essere inseguito tramite la regolazione fino ai limiti di capability dell'impianto con un errore di controllo a regime non superiore a 0.2% di Vn.

L'impianto dovrà calcolare al più ogni 4 s i valori dei limiti di potenza reattiva massima (Qlim\_sovra\_PdC) e minima (Qlim\_sotto\_PdC) e renderli disponibili in tempo reale (par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1).

Il controllo della tensione deve essere realizzato in funzione del set-point (Vsrif) e del valore di tensione lato AT (Vs) con le logiche descritte di seguito.

Il valore del riferimento di tensione del ciclo di regolazione RTS (Vsrif) deve poter essere assegnato dall'operatore mediante un apposito calibratore locale oppure ricevuto da Terna. Vsrif assume di default il valore del calibratore locale, a meno che si verifichino contemporaneamente le seguenti condizioni:

- È attiva la modalità RTS
- comandi remoti a ON
- il valore di Livq inviato da TERNA risulta invalido (v. par. 3.2.7.3)
- Vsrif\_TLT inviato da TERNA attraverso l'RTU di impianto (v. 3.2.7) è valido ed è compreso tra 85%Vn ≤ Vsrif\_TLT ≤ 115%Vn

In caso si verifichino le condizioni di cui sopra, Vsrif deve assumere il valore di Vsrif\_TLT.

Il valore di tensione lato AT (Vs) deve poter assumere sia il valore della misura di tensione acquisita localmente dai TV installati nella sezione AT dell'impianto (Vs\_Loc) sia un valore trasmesso da Terna (Vs\_TLT), tramite RTU e/o in cablato dalla sottostazione vicina.

La logica di gestione della misura della tensione di sbarra operativa Vs è la seguente:

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **33 di 96** 

- Se Vs\_TLT è compreso tra 85% Vn e 115% Vn allora si assegna a Vs il valore di Vs\_TLT
- Se Vs\_TLT non è compreso tra 85% Vn e 115% Vn (oppure Vs\_TLT è invalido) allora si assegna a Vs il valore di Vs\_Loc

L'uscita del regolatore RTS deve modificare il set-point di livello di potenza reattiva di cui al paragrafo precedente come illustrato in Figura 7. Quando la modalità RTS è attiva, quindi, l'impianto dovrà attuare le richieste del regolatore RTS per il tramite del livello di potenza reattiva.

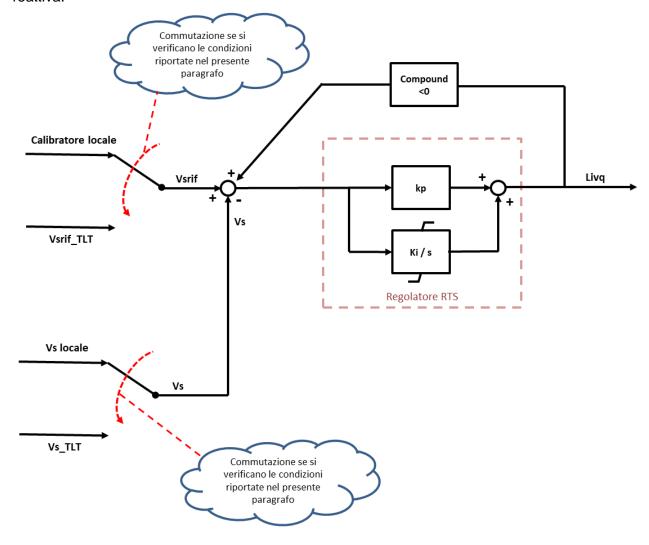


Figura 7: Modalità di funzionamento RTS

I valori di kp e ki devono essere facilmente modificabili; la parametrizzazione iniziale deve essere scelta dal Soggetto Selezionato in modo tale che, a fronte di un cambiamento di setpoint di tensione a gradino, il tempo per raggiungere il nuovo regime sia compreso tra 200



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **34 di 96** 

s e 300 s con un andamento continuo e graduale fatto salvo il contributo iniziale del coefficiente proporzionale, senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni nella risposta di tensione. In particolare, il coefficiente di regolazione proporzionale deve essere impostato in modo tale da non avere transitori indesiderati nella risposta dinamica del parco in regolazione di potenza reattiva (e.g. variazioni di reattivo sovraelongate). I coefficienti di proporzionalità e integrazione devono essere impostabili facilmente dal Soggetto Selezionato su richiesta di Terna.

In condizioni di saturazione della regolazione (ad esempio per intervento dei limiti) l'integratore della regolazione RTS deve essere bloccato per evitare che il segnale prodotto derivi in modo incontrollato. L'uscita del regolatore deve essere mantenuta in "hold" sino a quando le condizioni di funzionamento (scarto tra tensione di riferimento e tensione della sbarra regolata) non comportino un rientro dalla saturazione.

Per disaccoppiare dinamicamente le centrali elettricamente vicine, e quindi assicurare un funzionamento in modalità RTS stabile, la modalità di controllo RTS deve consentire l'introduzione di uno statismo negativo nel ciclo di regolazione della tensione di sbarra (denominato compound). Il compound negativo può essere ottenuto tramite la richiusura di una retroazione positiva della potenza reattiva prodotta sul nodo sommatore di ingresso RTS. Il valore di compound è un parametro della regolazione RTS e sarà comunicato da Terna. In caso non sia comunicato il valore da adottare è 0 (ossia nessuna retroazione di potenza reattiva sul riferimento RTS).

Il funzionamento in RTS deve poter essere richiesto da Terna senza che occorrano, preliminarmente, manovre manuali di allineamento, né sulla regolazione del livello di potenza reattiva, né sul riferimento di tensione di sbarra (Vsrif). Il controllo deve pertanto prevedere gli automatismi e gli inseguimenti necessari per evitare transitori indesiderati, in occasione del passaggio del controllo al funzionamento in RTS.

In particolare, quando la modalità di controllo RTS non è attiva (né con calibratore locale né con set-point da remoto) perché il controllore sta lavorando in un'altra modalità di funzionamento, il riferimento interno di Vsrif deve assumere il valore corrente della misura Vs (eventualmente corretto per tenere conto del compound).

Quando il sistema si trova in controllo RTS da remoto e si verifica una condizione di anomalia, il sistema deve portarsi in modalità RTS con valore di calibratore locale, ottenuto grazie all'inseguimento Vsrif-Vs di cui sopra.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **35 di 96** 

Con riferimento allo scambio dati di cui ai par. 3.2.7.1 e 3.2.6.1, il sistema deve opportunamente segnalare a TERNA il suo stato di funzionamento. Quando la modalità di controllo RTS è attiva, i seguenti telesegnali dovranno essere così impostati:

- impostare Modalità controllo RTS attiva a 1;
- impostare a 0 i telesegnali relativi alle altre modalità di controllo.

#### 3.2.6. UVRQ

L'impianto che intende ricevere la qualifica al servizio di regolazione della tensione deve essere dotato delle funzionalità UVRQ.

Sono raggruppate con il nome sintetico di UVRQ le seguenti funzionalità:

- Acquisizione e gestione delle grandezze in ingresso riportate nel presente regolamento (par. 3.2.6.1)
- Calcolo delle grandezze utili alla verifica del servizio (par. 3.2.6.2)
- Archiviazione locale delle misure e delle grandezze calcolate (par. 3.2.6.3)
- Esportazione delle grandezze per controlli a campione (par. 3.2.6.4)
- Esportazione delle grandezze per il Settlement (par. 3.2.6.5)
- Monitoraggio continuo (par. 3.2.6.6)
- Sincronizzazione oraria (par. 3.2.6.7)

#### 3.2.6.1. Acquisizione e gestione delle grandezze

L'UVRQ deve acquisire segnali dal campo ed elaborare le grandezze elettriche a partire dalle tensioni e correnti sinusoidali misurate sui TA/TV lato MT e lato AT. La classe di precisione dei TA e TV dai quali sono prelevate le misure deve essere almeno 0.5. La classe di precisione dell'intera catena di acquisizione (esclusi TA e TV) deve essere 0.5 o migliore.

La funzionalità UVRQ deve gestire i seguenti ingressi (fra parentesi quadre sono riportate le unità di misura):

 Δtc [s]: Passo di campionamento per l'acquisizione delle misure, le elaborazioni di calcolo e l'archiviazione locale di tutte le grandezze compreso tra 1 e 4 s. Il valore di default è 1 s.
 Tutte le variabili relative alla funzionalità UVRQ devono essere aggiornate, acquisite e calcolate ogni Δtc

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **36 di 96** 

Qsel [MVAR]: Capacità Impegnata come definita nel Regolamento

Il valore di Qsel è il valore utilizzato da Terna per la valutazione tecnica ed economica del servizio di regolazione della tensione.

Inoltre, l'UVRQ deve gestire le seguenti variabili (fra parentesi quadre sono riportate le unità di misura dove applicabili):

- Modalità controllo Q(ΔV) attiva [1/0]. Indica che la modalità di controllo operativa è la Q(ΔV). Questo segnale è da gestire solo per parchi di generazione.
- Modalità controllo Livq attiva [1/0]. Indica che la modalità di controllo operativa è quella in controllo di Livq.
- Modalità controllo RTS attiva [1/0]. Indica che la modalità di controllo operativa è quella RTS.
- Indisponibilità\_al\_servizio [1/0]: l'impianto è fuori servizio oppure non è disponibile alla regolazione della tensione.
- Limite\_massimo [1/0]: indica se l'impianto ha raggiunto una qualsiasi condizione di limite massimo. Se l'impianto è in limitazione Limite massimo ha valore 1, altrimenti 0.
- Limite\_minimo [1/0]: indica se l'impianto ha raggiunto una qualsiasi condizione di limite minimo. Se l'impianto è in limitazione Limite minimo ha valore 1, altrimenti 0.
- Limite [1/0]: indica se l'impianto è in condizioni di limite. Esso assume valore pari a 1 se e solo se uno tra Limite\_massimo e Limite\_minimo è attivo
- Anomalia\_Livq [1/0]: condizione di anomalia del livello di potenza reattiva teletrasmesso da Terna o anomalia generale di teletrasmissione.
- Anomalia\_Vs\_TLT [1/0]: condizione di anomalia del segnale di misura di tensione di sbarra teletrasmesso da Terna o anomalia generale di teletrasmissione.
- Anomalia\_Vsrif\_TLT [1/0]: condizione di anomalia del segnale di riferimento di tensione di sbarra teletrasmesso da Terna o anomalia generale di teletrasmissione.
- Comandi\_remoti [1/0]: l'impianto è predisposto alla ricezione dei telecomandi e dei setpoint inviati da Terna.
- Rete isolata [1/0]: l'impianto si trova in modalità rete isolata (v. 3.2.5.2.2.3).
- Vsrif [kV]: riferimento di tensione di sbarra lato AT operativo che deve essere trasmesso a TERNA.
- Vsrif\_TLT [kV]: set-point di tensione di sbarra lato AT teletrasmesso da Terna.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **37 di 96** 

- Vs\_TLT [kV]: misura di tensione di sbarra lato AT trasmessa da Terna tramite RTU di impianto o in cablato dalla sottostazione vicina
- Vs\_Loc [kV]: misura di tensione locale di sbarra la to AT
- Vs [kV]: misura di tensione operativa di sbarra lato AT.
- Livq [%]: livello ricevuto da Terna come riferimento di livello di potenza reattiva.
- Q\_th [MVAR]: è il valore di riferimento della potenza reattiva al PdC calcolato internamente al sistema di controllo in tutte le modalità di funzionamento.
- Rif\_op [%]: riferimento di potenza reattiva percentuale operativo utilizzato dal sistema di regolazione. Per il calcolo si faccia riferimento a 3.2.6.2. Questo telesegnale deve essere inviato in tutte le modalità di funzionamento a Terna con lo scopo di verifica del servizio.
- V<sub>MT</sub>\_mis [kV]: misura di tutte le tensioni lato MT (una per ogni gruppo per i generatori sincroni, una per ogni trasformatore AT/MT per i parchi di generazione).
- Q<sub>MT</sub>\_mis [MVAR]: misura di potenza reattiva lato MT da TA e TV lato MT (una per ogni gruppo per i generatori sincroni, una per ogni trasformatore AT/MT per i parchi di generazione).
- SumQ<sub>MT</sub>\_mis [MVAR]: sommatoria delle potenze reattive misurate lato MT con segno per i sincroni
- Q\_PdC\_mis [MVAR]: misura di potenza reattiva lato AT da TA e TV al PdC
- P<sub>MT</sub>\_mis [MW]: misura di potenza attiva lato MT da TA e TV lato MT (una per ogni gruppo per i generatori sincroni, una per ogni trasformatore AT/MT per i parchi di generazione)
- P\_PdC\_mis [MW]: misura di potenza attiva lato AT da TA e TV al PdC
- Qlim\_sovra\_PdC [MVAR]: potenza reattiva limite in sovraeccitazione in valore assoluto calcolata al PdC in tempo reale che dipende dal punto di lavoro corrente.
- Qlim\_sotto\_PdC [MVAR]: potenza reattiva limite in sottoeccitazione in valore assoluto calcolata al PdC in tempo reale che dipende dal punto di lavoro corrente.
- Qlim\_sovra [MVAR]: potenza reattiva limite in sovraeccitazione lato MT in tempo reale che dipende dal punto di lavoro corrente; è richiesto solo ai sincroni (una per ogni gruppo)
- Qlim\_sotto [MVAR]: modulo della potenza reattiva limite in sottoeccitazione lato MT in tempo reale che dipende dal punto di lavoro corrente; è richiesto solo ai sincroni (una per ogni gruppo



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **38 di 96** 

- RPRG\_inserito [1/0]: quando è pari a 1, segnala che il RPRG del Gruppo considerato è Inserito; è richiesto solo ai sincroni (un segnale per ogni gruppo).
- Gruppo in modalità controllo Livq [1/0]: segnala che il RPRG del Gruppo considerato è sotto il controllo remoto; è richiesto solo ai sincroni (un segnale per ogni gruppo).
- Gruppo\_in\_servizio [1/0]: quando è pari a 1, questo segnale indica che il gruppo è in servizio; è richiesto solo ai sincroni (un segnale per ogni gruppo)
- PSS\_inseriti [1/0]: segnale che indica l'inserimento dei sistemi PSS. Questo segnale è
  da gestire solo per impianti sincroni dotati di sistemi PSS.
- SumQlim [MVAR]: per i sincroni è la sommatoria (con segno) delle potenze reattive limite operative dei gruppi in regolazione, per i parchi è il limite operativo del parco. Per il calcolo per le differenti categorie di impianto si faccia riferimento a 3.2.6.2.
- SumQlim\_in\_servizio [MVAR]: è richiesto solo per i sincroni ed è la sommatoria (con segno) delle potenze reattive limite dei gruppi sincroni disponibili alla regolazione o in regolazione.
- Qdisp [MVAR]: potenza reattiva disponibile definita come il minimo tra il limite in sovraeccitazione e il valore assoluto del limite in sottoeccitazione al PdC. Per il calcolo di Qdisp si faccia riferimento a 3.2.6.2.
- Q<sub>MT</sub>disp [MVAR]: potenza reattiva disponibile lato MT. Questo segnale non deve essere gestito in caso di parchi di generazione. Per il calcolo di Q<sub>MT</sub>disp si faccia riferimento a 3.2.6.2.1
- KPI\_DCap [pu]: indice di performance che definisce lo scostamento della disponibilità reattiva rispetto alla capacità selezionata; per il calcolo di KPI\_DCap si faccia riferimento a 3.2.6.2
- KPI\_DQ [pu]: indice di performance che definisce lo scostamento del punto di funzionamento rispetto al set-point di potenza reattiva operativo (inviato da Terna o calcolato dal sistema di controllo); per il calcolo di KPI\_DQ si faccia riferimento a 3.2.6.2
- Disp\_s [0/1]: indicatore di disponibilità al servizio; per il calcolo di Disp\_s si faccia riferimento a 3.2.6.2
- KPI\_DCap\_qdo [pu]: indicatore quartorario di capacità di potenza reattiva resa disponibile rispetto a quella selezionata; per il calcolo di KPI\_DCap\_qdo si faccia riferimento a 3.2.6.2
- KPI\_DQ\_qdo [pu]: indicatore quartorario di potenza reattiva fornita rispetto a quella richiesta; per il calcolo di KPI\_DQ\_qdo si faccia riferimento a 3.2.6.2



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **39 di 96** 

- KPI\_Disp\_qdo [pu]: indicatore quartorario di secondi disponibili; per il calcolo di KPI\_Disp\_qdo si faccia riferimento a 3.2.6.2
- Disp\_qdo [0/1]: indicatore di disponibilità quartoraria al servizio; per il calcolo di Disp\_qdo si faccia riferimento a 3.2.6.2

## 3.2.6.2. Calcolo delle grandezze utili alla verifica e alla remunerazione del servizio

Nei seguenti paragrafi sono riportate le grandezze che devono essere calcolate dall'UVRQ ai fini della verifica del contributo alla regolazione di tensione. Esse devono essere calcolate per ogni passo di campionamento  $\Delta tc$ , per tutte le modalità di funzionamento dell'impianto e sono differenziate per categoria di impianto.

#### 3.2.6.2.1. Generatori sincroni

Le seguenti grandezze devono essere calcolate ogni Δtc (default 1 s):

- Qdisp = min (Qlim\_sovra\_PdC; Qlim\_sotto\_PdC)
- Se SumQ<sub>MT</sub>\_mis  $\geq 0$  allora SumQlim =  $\sum_{gruppi}$  Qlim\_sovra . L'operatore  $\sum_{gruppi}$  indica la somma per tutti i gruppi in servizio e in regolazione automatica Se SumQ<sub>MT</sub>\_mis < 0 allora SumQlim =  $\sum_{gruppi}$  (-Qlim\_sotto) . L'operatore  $\sum_{gruppi}$  indica la somma per tutti i gruppi in servizio e in regolazione automatica
- Q<sub>MT</sub>disp = |SumQlim|
- Rif\_op=Q\_th / |SumQlim|\*100
- KPI\_DCap: max (0;  $\frac{Qsel-Qdisp}{Qsel}$ )

Se Vs è esterno all'intervallo 95%-105% della tensione di esercizio allora KPI\_DCap viene imposto a 0

- KPI\_DQ =  $min\left(0.5 * \left| \frac{Q_{-th} SumQMT_{mis}}{Q_{MT} disp} \right|; 1\right)$ 
  - Nel caso in cui  $Q_{MT}$  disp sia pari a 0 allora KPI\_DQ viene imposto a 1.
  - Se Vs è esterno all'intervallo 95%-105% della tensione di esercizio allora KPI\_DQ viene imposto a 0.
- Disp s pari a 1 se sono verificate le seguenti condizioni:
  - Indisponibilità\_al\_servizio pari a 0;
  - KPI\_DCap pari a 0

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **40 di 96** 

altrimenti Disp\_s è da imporre a 0.

Le seguenti grandezze devono essere calcolate per ogni quarto d'ora:

- KPI\_DCap\_qdo:  $\sum_{1}^{900/\Delta tc} (KPI_DCap * \Delta tc/900)$
- KPI\_DQ\_qdo:  $\Sigma_1^{900/\Delta tc}(KPI_DQ*(1-Limite)*\Delta tc/900)$
- KPI\_Disp\_qdo:  $\sum_{1}^{900/\Delta tc} (Disp_s * \Delta tc/900)$
- Disp\_qdo pari a 1 se sono verificate le seguenti condizioni:
  - KPI\_Disp\_qdo è maggiore o uguale a 0.8;
  - KPI\_DQ\_qdo è minore o uguale a 10%;

altrimenti Disp qdo è da imporre a 0.

### 3.2.6.2.2. Parchi di generazione

Le seguenti grandezze devono essere calcolate per ogni Δtc (default 1 s):

- Qdisp = min (Qlim\_sovra\_PdC; Qlim\_sotto\_PdC)
- Se Q PdC mis ≥ 0 allora SumQlim = Qlim\_sovra\_PdC
- Se Q PdC mis < 0 allora SumQlim = -Qlim sotto PdC</li>
- Rif\_op = Q\_th / |SumQlim| \*100
- KPI\_DCap= max (0; \( \frac{Qsel Qdisp}{Osel} \)).

Se Vs è esterno all'intervallo 95%-105% della tensione di esercizio allora KPI\_DCap viene imposto a 0

• KPI\_DQ =  $min\left(0.5 * \left| \frac{Q_{-th} - Q_{PdC_{mis}}}{SumOlim} \right|; 1\right)$ .

Nel caso in cui SumQlim sia pari a 0 allora KPI DQ viene imposto a 1.

Se Vs è esterno all'intervallo 95%-105% della tensione di esercizio allora KPI\_DQ viene imposto a 0.

- Disp\_s pari a 1 se sono verificate le seguenti condizioni:
  - Indisponibilità\_al\_servizio pari a 0;
  - o KPI\_DCap pari a 0

altrimenti Disp\_s è da imporre a 0.

Le seguenti grandezze devono essere calcolate per ogni quarto d'ora:

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **41 di 96** 

- KPI\_DCap\_qdo:  $\sum_{1}^{900/\Delta tc} (KPI_DCap * \Delta tc/900)$
- KPI\_DQ\_qdo:  $\sum_{1}^{900/\Delta tc} (KPI_DQ * (1 Limite) * \Delta tc/900)$
- KPI\_Disp\_qdo:  $\sum_{1}^{900/\Delta tc} (Disp_s * \Delta tc/900)$
- Disp\_qdo pari a 1 se sono verificate le seguenti condizioni:
  - o KPI\_Disp\_qdo è maggiore o uguale a 0.8;
  - KPI\_DQ\_qdo è minore o uguale a 0.1;

altrimenti Disp\_qdo è da imporre a 0.

#### 3.2.6.3. Archiviazione locale delle misure

Tutte le grandezze riportate in 3.2.6.1 e in 3.2.6.2 devono essere archiviate localmente, salvate con il campionamento definito, avere un archivio circolare di durata minima di 90 giorni e archivio fuori linea di almeno 5 anni.

L'archivio deve essere su file system, con back-up caldo, distinto in file, in formato xml o COMTRADE binario.

## 3.2.6.4. Esportazione delle grandezze in un formato standard (per controlli periodici o a campione)

Terna verifica il corretto adempimento delle obbligazioni ai sensi del presente Regolamento. A tal fine Terna monitora e segnala all'Autorità eventuali comportamenti non conformi agli obblighi previsti dal presente Regolamento. In particolare, Terna potrà richiedere al Soggetto Selezionato, a campione e con frequenza periodica (valore di riferimento: settimanale) l'invio dei file dell'apparato UVRQ contenenti le misure campionate ogni Δtc nel formato xml riportato in allegato. Quando richieste, le informazioni devono essere rese disponibili entro tre giorni lavorativi mediante e-mail, o upload su sistemi predisposti da Terna oppure, in alternativa, dando accesso ad un portale opportunamente protetto da cui effettuare il prelievo dei dati. Su richiesta di Terna, il Soggetto Selezionato deve essere in grado di inviare i dati, anche suddivisi su più file, dell'intero mese.

Terna si riserva di effettuare complessivamente almeno 10 verifiche a campione l'anno per verificare il corretto funzionamento dell'impianto e la corretta dichiarazione dei dati di Settlement.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **42 di 96** 

## 3.2.6.5. Esportazione delle grandezze per il Settlement

Per consentire la remunerazione del servizio di regolazione della tensione, il Soggetto Selezionato deve inviare a Terna, entro il decimo giorno del mese successivo a quello di riferimento e nel formato definito da Terna, i dati di disponibilità Disp\_qdo e KPI\_disp\_qdo e gli indicatori di performance KPI\_DCap\_qdo e KPI\_DQ\_qdo, per ogni quarto d'ora del mese. In tutti i periodi rilevanti nei quali i dati della UVRQ non siano disponibili o in caso di errato calcolo, il Soggetto Selezionato è tenuto a dichiarare valori di disponibilità Disp\_qdo pari a zero per ogni quarto d'ora di riferimento. In caso di condotta anomala o non conforme è necessario fornire a Terna, per eventuale ridefinizione dei contributi e ricalcolo della relativa remunerazione, i dati UVRQ registrati.

## 3.2.6.6. Monitoraggio continuo

In base a quanto previsto dall'allegato A7 del Codice di Rete, gli impianti di produzione dotati di apparecchiature UVRQ devono essere dotati della funzionalità di monitoraggio continuo.

L'UVRQ deve pertanto eseguire, con un ciclo di scansione a 20 ms (configurabile anche a 100 ms, 200 ms, 500 ms), le seguenti elaborazioni (a partire dalla terna di amperometriche e voltmetriche prelevate dal montante gruppo):

- calcolo della tensione e corrente in modulo e fase;
- calcolo delle potenze attive e reattive trifase;
- calcolo della frequenza elettrica.

Inoltre, deve poter acquisire la misura della tensione di eccitazione e della velocità meccanica per gli impianti caratterizzati da gruppi di generazione sincroni.

Tutte le informazioni sopra descritte saranno immagazzinate in un archivio circolare di durata minima 30 gg e scansione di default 20 ms (ai soli fini del monitoraggio continuo). L'archivio deve essere su file system, con back-up caldo distinti in file, in formato xml e compressi.

Tali informazioni devono essere fornite in tempo reale a Terna tramite protocollo IEEE C37.118 Ed.2011 per impianti di taglia superiore o uguale a 30MVA. Il collegamento, laddove possibile, sarà effettuato utilizzando le linee di telecomunicazione già esistenti.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **43 di 96** 

### 3.2.6.7. Sincronizzazione oraria

Le funzionalità UVRQ devono garantire la sincronizzazione oraria mediante GPS o sistema di analoga precisione mediante hardware dedicato o mediante l'utilizzo di opportuni protocolli di pari caratteristiche di affidabilità, precisione e accuratezza, da concordare con Terna. In assenza di sincronizzazione per anomalia, è tollerata una perdita di precisione massima di 1 s ogni 24 h. La sincronizzazione dovrà essere ripristinata entro una settimana dall'avvento dell'anomalia.

#### 3.2.7. Scambio dati con Terna

L'impianto che intende ricevere la qualifica alla regolazione di tensione deve scambiare con Terna tutti i dati relativi al servizio in oggetto.

In questo paragrafo è riportato lo scambio dati minimo con Terna. La comunicazione può avvenire in tempo reale (3.2.7.1) oppure tramite altre modalità di comunicazione (3.2.7.2).

Inoltre, per specifiche analisi volte alla valutazione della sperimentazione e alla verifica del servizio, Terna può richiedere ulteriori dati in possesso del Soggetto Selezionato.

## 3.2.7.1. Scambio dati in tempo reale

Lo scambio dati in tempo reale tra l'impianto e Terna presuppone la presenza di una RTU di impianto abilitata alla comunicazione in IEC60870-5-104 con i sistemi Terna.

L'impianto può interfacciarsi con l'apparato RTU di impianto in modalità analogica (tramite morsettiera cablata) oppure in digitale tramite il protocollo IEC 60870-5-104 o altri protocolli standard. In ogni caso il tempo di invio tra impianto e RTU di impianto non deve essere superiore a 1 s. In generale, l'RTU deve sapere gestire lo scambio dati con Terna con ritardi equiparabili alla ciclicità utilizzata.

Il processo di scambio dati in tempo reale tra RTU di impianto e Terna consiste nell'invio dei segnali riportati nel seguito e suddivisi per tipologia di impianto e di informazione scambiata.

### 3.2.7.1.1. Impianti con gruppi di generazione sincroni

### 3.2.7.1.1.1. Telemisure (TM)

Lo scambio dati prevede le seguenti telemisure comuni per impianto:

Vs [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale della rete al PdC



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **44 di 96** 

- Vs\_Loc [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷ 1,21 della tensione nominale della rete al PdC
- SumQ<sub>MT</sub>\_mis [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Q\_PdC\_mis [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- P\_PdC\_mis [MW] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Qlim\_sovra\_PdC [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Qlim\_sotto\_PdC [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- SumQlim [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- SumQlim\_in\_servizio [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Qdisp [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Qsel [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Rif\_op [%] con fondoscala di default -100 ÷ +100
- Vsrif [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale della rete al PdC

Lo scambio dati prevede le seguenti telemisure per ogni gruppo in impianto:

- V<sub>MT</sub>\_mis [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale MT
- Q<sub>MT</sub>\_mis [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- P<sub>MT</sub>\_mis [MW] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Qlim\_sovra lato MT [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Qlim\_sotto lato MT [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An

Tutte le telemisure inviate dall'RTU di impianto a Terna dovranno avere l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 09 M\_ME\_NA ciclico con invio ogni 4 s. Le misure indicate non devono essere configurate con data reduction sia nella comunicazione lato SCCT sia nella comunicazione tra RTU e sistema di controllo qualora la modalità di invio sia digitale. I fondoscala sopra riportati sono indicativi e comunque verranno confermati in accordo con Terna.

## 3.2.7.1.1.2. Telesegnali (TS)

Lo scambio dati prevede i seguenti telesegnali comuni per impianto:

- Limite massimo
- Limite minimo
- Anomalia\_Livq

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **45 di 96** 

- Anomalia\_Vs\_TLT
- Anomalia\_Vsrif\_TLT
- Modalità controllo RTS attiva
- Modalità controllo Livo attiva
- Indisponibilità\_al\_servizio
- Comandi\_remoti
- Rete\_isolata

Lo scambio dati prevede i seguenti telesegnali per ognuno dei gruppi in impianto:

- RPRG inserito
- Gruppo\_in\_servizio
- Gruppo in modalità controllo Livq

I telesegnali di cui sopra hanno come identificativo IEC60870-5-104 il tipo 01 M\_SP\_NA e la modalità di invio con time tag, con cause di trasmissione 3 (spontanea), 2. Ciclo di background scan) e 20 (interrogato da general interrogation).

Lo scambio dati prevede i seguenti comandi:

- Richiesta modalità controllo Liva
- Richiesta modalità controllo RTS

I telecomandi di cui sopra hanno come identificativo IEC60870-5-104 di tipo 45 C\_SC\_NA e hanno la funzione di comando per il cambio di stato della modalità di funzionamento. L'aggiornamento dei TC è su evento.

Lo scambio dati prevede i seguenti set-point inviati da Terna all'impianto:

- Vsrif\_TLT [kV]
- Vs\_TLT [kV]
- Livq [%]

Il set-point livq avrà l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 48 C\_SE\_NA ciclico con tempi di 2 s mentre il set-point Vsrif\_TLT avrà l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 48 C\_SE\_NA ciclico o su richiesta. Invece il set-point Vs\_TLT avrà identificativo IEC60870-5-104 di tipo 50 C\_SE\_NC ciclico con tempi di 4 s.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **46 di 96** 

Per tutti i set-point non deve essere previsto data reduction nella comunicazione sia lato SCCT sia lato sistema di controllo. Il fondoscala per il set-point livq deve essere di default -133% e 200% con trasmissione unidirezionale, mentre per il set-point Vsrif\_TLT deve essere di default 0.79Vn e 1.21Vn con Vn tensione nominale con trasmissione unidirezionale. Eventuali variazioni dei fondiscala saranno concordate con Terna.

### 3.2.7.1.2. Parchi di generazione

#### 3.2.7.1.2.1. Telemisure (TM)

Lo scambio dati prevede le seguenti telemisure comuni per impianto:

- Vs [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale della rete al PdC
- Vs\_Loc [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷ 1,21 della tensione nominale della rete al PdC
- Q PdC mis [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- P\_PdC\_mis [MW] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Qlim\_sovra\_PdC [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Qlim\_sotto\_PdC [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- SumQlim [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- Qdisp [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Qsel [MVAR] con fondoscala di default 0 ÷ +An
- Rif\_op [%] con fondoscala di default -100 ÷ +100
- Vsrif [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale della rete al PdC

Lo scambio dati prevede le seguenti telemisure per ognuno dei trasformatori AT/MT in impianto:

- V<sub>MT</sub>\_mis [kV] con fondoscala di default 0,79 ÷1,21 della tensione nominale MT
- Q<sub>MT</sub>\_mis [MVAR] con fondoscala di default -An ÷ +An
- P<sub>MT</sub>\_mis [MW] con fondoscala di default -An ÷ +An

Tutte le telemisure inviate dall'RTU di impianto a Terna dovranno avere l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 09 M\_ME\_NA ciclico con invio ogni 4 s. Le misure indicate non devono essere configurate con data reduction sia nella comunicazione lato SCCT sia nella

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **47 di 96** 

comunicazione tra RTU e sistema di controllo qualora la modalità di invio sia digitale. I fondoscala sopra riportati sono indicativi e comunque verranno confermati in accordo con Terna.

#### 3.2.7.1.2.2. Telesegnali (TS)

Lo scambio dati prevede i seguenti telesegnali:

- Limite\_massimo
- Limite\_minimo
- Anomalia\_Livq
- Anomalia\_Vs\_TLT
- Anomalia\_Vsrif\_TLT
- Modalità controllo Q(ΔV) attiva
- Modalità controllo Livq attiva
- Modalità controllo RTS attiva
- Indisponibilità al servizio
- Comandi\_remoti
- Rete\_isolata

I telesegnali di cui sopra hanno come identificativo IEC60870-5-104 il tipo 01 M\_SP\_NA e la modalità di invio con time tag, con cause di trasmissione 3 (spontanea), 2. Ciclo di background scan) e 20 (interrogato da general interrogation).

### 3.2.7.1.2.3. Comandi (TC)

Lo scambio dati prevede i seguenti comandi:

- Richiesta modalità controllo Q(ΔV).
- Richiesta modalità controllo Livq
- Richiesta modalità controllo RTS

I telecomandi di cui sopra hanno come identificativo IEC60870-5-104 di tipo 45 C\_SC\_NA e hanno la funzione di comando per il cambio di stato della modalità di funzionamento. L'aggiornamento dei TC è su evento.

Lo scambio dati prevede i seguenti set-point da Terna verso l'impianto:

Vsrif\_TLT [kV]

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **48 di 96** 

- Vs\_TLT [kV]
- Livq [%]

Il set-point livq avrà l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 48 C\_SE\_NA ciclico con tempi di 2 s mentre il set-point Vsrif\_TLT avrà l'identificativo IEC60870-5-104 di tipo 48 C\_SE\_NA ciclico o su richiesta. Invece il set-point Vs\_TLT avrà identificativo IEC60870-5-104 di tipo 50 C\_SE\_NC ciclico con tempi di 4 s.

Per tutti i set-point non deve essere previsto data reduction nella comunicazione sia lato SCCT sia lato sistema di controllo. Il fondoscala per il set-point livq deve essere di default -133% e 200% con trasmissione unidirezionale, mentre per il set-point Vsrif\_TLT deve essere di default 0.79Vn e 1.21Vn con Vn tensione nominale con trasmissione unidirezionale. Eventuali variazioni dei fondiscala saranno concordate con Terna.

#### 3.2.7.2. Altre modalità di comunicazione

A discrezione di Terna, i segnali potranno essere comunicati all'impianto mediante comunicazioni telefoniche oppure con mezzi informatici conformi all' Allegato A.34 del CdR (con i messaggi di Regolazione di tensione V-Q) oppure con messaggi di dispacciamento in altra forma conformi all'Allegato A.36.

In ogni caso per questo tipo di modalità di comunicazione la richiesta dovrà essere evasa entro 15 minuti.

Inoltre, Terna potrà richiedere mediante queste modalità di comunicazione gli stati di funzionamento afferenti ai Comandi del 3.2.7.1.

### 3.2.7.3. Anomalia comunicazioni

L'impianto dovrà essere dotato di funzioni di diagnostica necessarie per rilevare l'eventuale anomalia generale delle comunicazioni, e per produrre le relative segnalazioni tramite i telesegnali di Anomalia\_Livq, Anomalia\_Vs\_TLT, Anomalia\_Vsrif\_TLT. Contestualmente al tipo di anomalia rilevata devono essere opportunamente inibite le funzionalità di controllo ad essa relative.

Si segnala, inoltre, che l'anomalia generale di comunicazione deve tenere conto di tutte le possibili cause di malfunzionamento delle comunicazioni, sia quelle locali riguardanti l'impianto (guasto, disalimentazione ecc.), sia quelle relative a cause remote (ad esempio caduta del collegamento o quanto riportato al 3.2.7.3.1.1).

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **49 di 96** 

La comparsa dell'anomalia generale di comunicazione deve far commutare a ON i segnali di anomalia\_Livq, Anomalia\_Vs\_TLT, Anomalia\_Vsrif\_TLT che permangono in quello stato fintanto che le condizioni di anomalia che li hanno generati non siano state ripristinate. Inoltre, in RTU di impianto deve essere implementata la logica di cui al par. 3.2.7.3.1.1 relativa al congelamento dei set-point inviati ciclicamente.

In particolare, si riportano per ogni anomalia i segnali da monitorare:

- Anomalia\_Livq →Livq
- Anomalia\_Vs\_TLT → Vs\_TLT
- Anomalia\_Vsrif\_TLT → Vsrif\_TLT

I range di validità dei setpoint sono:

- Livq tra -103% e 103% (par. 3.2.5.1.2.4 e 3.2.5.2.2.1)
- Vsrif\_TLT tra 0.85Vn e 1.15Vn con Vn tensione nominale

### 3.2.7.3.1.1. Logica per il rilevamento del congelamento dei Set-Point

Per i segnali di set-point inviati ciclicamente deve essere implementata a livello RTU una logica che permette di riconoscere una situazione di anomalia teletrasmissioni sulla base del congelamento dei set-point inviati. L'RTU dovrà segnalare (tramite un segnale di anomalia comunicazione verso il dispositivo di controllo di impianto) quando il set-point inviato da Terna risulterà bloccato a livello protocollo IEC60870-5-104 per più di un tempo impostabile tra 5 e 900 s, di default 30 s. Questa condizione può verificarsi, tipicamente, per un guasto sulla rete di telecomunicazione. La situazione di anomalia si deve ripristinare quando l'RTU riceve almeno un numero impostabile di valori consecutivi di set-point (di default 3) in un tempo impostabile (di default 10 s) con il valore interno al range di validità.

## 3.2.7.3.1.2. Assegnazione a valori di default delle uscite

A fronte di situazioni per cui gli apparati coinvolti nella regolazione siano fuori servizio per guasto, disalimentazione o per altre cause di indisponibilità, devono essere assegnati alle uscite i seguenti valori di default

- INVALID per le TM (telemisure)
- FALSE per le TS (telesegnali)

Per i TS fanno eccezione quelli riguardanti le anomalia Anomalia\_Livq, Anomalia\_Vs\_TLT, Anomalia\_Vsrif\_TLT e il segnale di Indisponibilita\_al\_servizio.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **50 di 96** 

## 3.3. Inadempimenti

Ai fini della remunerazione del servizio di regolazione della tensione secondo quanto riportato all'art. 4 del Contratto, per ogni quarto d'ora del mese sarà considerata la Disp\_qdo calcolata secondo 3.2.6.2.

Terna utilizzerà i dati riportati nel presente Allegato Tecnico per verificare le performance tecniche, la dinamica della risposta fornita, l'utilizzo dell'intero range di potenza reattiva disponibile, l'intervento dei limiti di tensione rispetto alle capability comunicate etc.

In particolare, verranno effettuati controlli a campione per verificare l'utilizzo della capability dichiarata disponibile; se il controllo richiede un funzionamento stabile al limite di capability (livq=+-100) non verrà ammessa la tolleranza del 10% ma verrà considerata un discostamento al più del 5% e valle delle verifiche di Terna verranno dichiarati indisponibili i quarti d'ora in cui non verrà rispettata tale tolleranza.

#### 3.4. Certificazione delle funzionalità UVRQ

Le funzionalità UVRQ devono essere sottoposte ad attività di verifica da parte di un Organismo Accreditato (OA), organismo di Ispezione di Tipo "A", ai sensi della Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17020:2012, o da organismi equivalenti a livello europeo, per prove e verifiche funzionali di prodotti elettrici ed elettronici e di manufatti relativi ad impianti elettrici.

La certificazione dell'installazione, della funzionalità e della configurazione delle funzionalità UVRQ, deve essere effettuata all'atto della prima installazione e dopo ogni modifica come di seguito specificato.

#### L'OA procede:

- alla verifica documentale degli apparati coinvolti nella funzionalità UVRQ;
- alla verifica della precisione della catena di misura;
- alla certificazione della rispondenza delle funzionalità UVRQ con questo regolamento

In particolare, l'OA dovrà verificare le seguenti funzionalità:

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **51 di 96** 

- Verifica della corretta acquisizione e gestione dei segnali (3.2.6.1)
- Verifica del calcolo delle grandezze utili alla verifica e alla remunerazione del servizio (3.2.6.2)
- Verifica dell'archiviazione locale delle misure (3.2.6.3)
- Verifica dell'esportazione del file di controlli a campione (3.2.6.4)
- Verifica dell'esportazione del file per settlement (3.2.6.5)
- Verifica della funzionalità di monitoraggio continuo (3.2.6.6)
- Verifica della sincronizzazione oraria (3.2.6.7)

Per la certificazione sono utilizzati i criteri descritti per la verifica della prestazione e della corretta contabilizzazione dei dati. Ai fini delle verifiche devono essere fornite all'OA le caratteristiche tecniche dei componenti dell'impianto costituenti l'UP dichiarate ai sensi del presente Allegato Tecnico.

L'OA dovrà produrre un rapporto di ispezione che comprenda le risultanze delle verifiche elencate secondo una struttura proposta dall'OA e concordata con Terna.

#### 3.4.1. Interventi che richiedono la certificazione

Gli interventi che richiedono l'esecuzione di una nuova certificazione sono:

- prima attivazione
- interventi sugli apparati soggetti a verifica
- installazione di una nuova RTU o modifica delle configurazioni delle RTU già presenti
- modifica di impianto che abbia impatto sui sistemi supervisionati dall'UVRQ
- aggiornamento sulla UVRQ stessa (ad esempio aggiornamento dei parametri del modello)

## 4. Prove finali di qualificazione

Le prove di qualificazione si classificano in prove di comunicazione e prove funzionali. Le prove di comunicazione sono comuni a tutti gli impianti oggetto del presente regolamento mentre per quanto riguarda le prove funzionali sono previste prove differenti a seconda della tipologia dell'impianto. Le prove funzionali, a differenza di quelle di comunicazione, potranno essere eseguite in regime di auto-certificazione presentando un rapporto di prova che riporta l'esito e i grafici delle grandezze più significative di tutte le prove. Allegato al

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **52 di 96** 

rapporto dovranno, inoltre, essere allegati tutti i file delle registrazioni del sistema UVRQ (archiviazione locale delle misure) effettuate durante i test. Inoltre, dovranno essere presentate a Terna tutte le registrazioni delle grandezze significative per le prove descritte nel seguito.

Prima dell'inizio della fornitura del servizio di regolazione della tensione e per l'intera durata del contratto Terna si riserva di effettuare le prove di conformità da remoto.

## 4.1. Prove di comunicazione tra l'impianto e Terna

## 4.1.1. Verifica statica dello scambio dati tra Terna e l'impianto

Questo tipo di prove si propone di verificare dal punto di vista esclusivamente statico che lo scambio dati real-time in essere tra impianto e Terna sia corretto, senza disallineamenti od omissioni. Le prove comportano la battitura di tutte le grandezze in scambio riportate nei sotto-paragrafi di 3.2.7.

## 4.1.2. Verifica dei tempi di risposta della comunicazione tra Terna e l'impianto

A valle delle prove statiche descritte nel paragrafo precedente, una volta verificato che le comunicazioni da/per gli impianti controllati siano operative e correttamente funzionanti, sarà effettuata una verifica dei tempi di aggiornamento dei set-point e delle telemisure ( Livq, Vsrif, Vsrif\_TLT) e dei tempi di ritardo introdotti dalla comunicazione impianto e sistema di controllo di Terna.

Il test si effettua applicando una variazione a doppia rampa (10÷90%, 60s + 60 s) sui setpoint che il sistema di Terna invia in centrale, registrando sia lato impianto il set-point ricevuto sia lato Terna la telemisura di rilettura ricevuta.

Per effetto delle caratteristiche del canale di trasmissione il segnale ricevuto dall'impianto avrà l'andamento di una rampa a gradini traslata in ritardo rispetto all'istante dell'invio; l'ampiezza dei gradini sull'asse dei tempi (in ascisse) individua il tempo di aggiornamento delle dei set-point in esame.

L'analisi delle registrazioni lato impianto però non fornisce alcuna indicazione su eventuali shift temporali (ritardi puri) introdotti dalla trasmissione. La prova prevede quindi che i setpoint ricevuti dall'impianto vengano inviati in tempo reale verso Terna in sostituzione delle telemisure indicate da Terna in fase di test e registrate lato Terna contestualmente alle

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **53 di 96** 

rampe originali inviate. Il confronto tra le rampe inviate e le rampe a gradini di ritorno (telemisure) consente di valutare lo shift temporale (cumulativo: andata + ritorno) introdotto dai canali di comunicazione (traslazione sull'asse dei tempi tra le due forme d'onda).

## 4.1.3. Verifica delle logiche di funzionamento

La verifica da remoto delle logiche di funzionamento consiste nel provare le logiche contenute nel presente regolamento con particolare riguardo a:

- Logiche di commutazione Vs\_TLT / Vs\_Loc
- Logiche di commutazione e inseguimento Vsrif\_TLT / Calibratore locale
- Logiche di isteresi sul Livq inviato da Terna
- Logiche di raggiungimento dei limiti operativi

## 4.2. Prove funzionali di qualificazione per gli impianti con generatori sincroni

Per tutti gli impianti con generatori sincroni sono previste le seguenti prove:

- Errore statico della regolazione primaria di tensione
- Dinamica della regolazione primaria di tensione
- Smorzamento delle oscillazioni locali tramite PSS (se dotato di PSS)
- Curve limite impostate nel regolatore di tensione
- Prove di regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva
- Prove di regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra
- Prove di regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva
- Prove di regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra

## 4.2.1. Errore statico della regolazione primaria di tensione

## 4.2.1.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

set-point di potenza attiva costante pari alla potenza massima

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **54 di 96** 

- sistema di controllo coordinato escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- regolazione primaria di frequenza esclusa
- set-point di tensione Vrif pari a 1 pu (se le condizioni di rete lo permettono senza che intervengano i limiti)

## 4.2.1.2. Metodo di prova

La prova consiste nel simulare un profilo del riferimento di tensione ai morsetti di macchina come descritto di seguito per verificare l'errore di controllo del regolatore.

A partire dall'assetto riportato nelle condizioni di prova, la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- imporre al regolatore un riferimento di tensione tale da portare il gruppo di
  generazione nella regione di sottoeccitazione senza che intervenga il limite di sotto
  eccitazione o il valore minimo del riferimento di tensione (il gradiente di variazione
  del set-point deve essere in valore assoluto inferiore o pari a 1%/min).
  Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa -2.5% del valore
  nominale.
- mantenere l'impianto nel punto di funzionamento trovato per un minuto.
- in seguito, imporre al regolatore un riferimento di tensione tale da portare il gruppo di generazione nella regione di sovraeccitazione senza che intervenga il limite di sovra eccitazione o il valore massimo del riferimento di tensione (il gradiente di variazione del set-point deve essere inferiore o pari a 1%/min). Indicativamente la variazione di tensione deve essere di circa 5% del valore nominale.
- mantenere l'impianto nel punto di funzionamento trovato per un minuto.
- in seguito, tornare al valore iniziale di Vrif con gradiente in valore assoluto inferiore o pari a 1%/min.

In Figura 8 è riportato un esempio tipico dell'andamento del set-point richiesto per lo svolgimento della prova.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **55 di 96** 

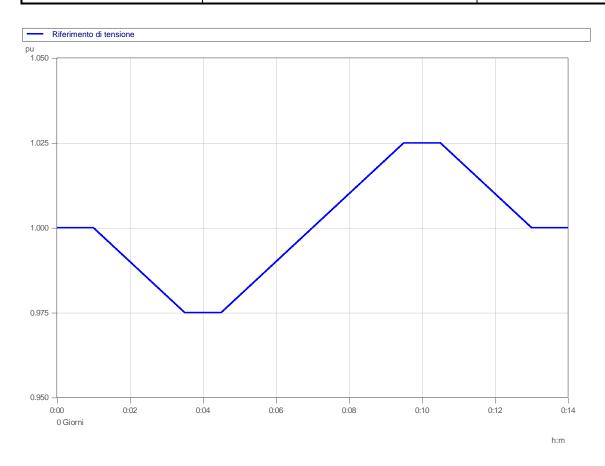


Figura 8: Variazione del set-point di tensione alla potenza massima

## 4.2.1.3. Grandezze da registrare

Oltre tutti i file delle registrazioni del sistema UVRQ deve essere registrata e fornita a Terna la tensione di riferimento lato MT ( $V_{MT}$ rif).

## 4.2.1.4. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 10 s per eliminare il rumore di misura e la dinamica di regolazione. Per una valutazione del comportamento statico del gruppo si considerino le grandezze filtrate V<sub>MT</sub>\_mis e V<sub>MT</sub>\_rif.

Si deve calcolare istante per istante l'errore di controllo in pu come il rapporto della differenza (in valore assoluto) tra  $V_{MT}$  mis e  $V_{MT}$  rif e la tensione nominale.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **56 di 96** 

### 4.2.1.5. Criteri di accettazione del risultato

La prova si ritiene superata se l'errore di controllo risulta inferiore a 0.5% della tensione nominale in ogni punto.

## 4.2.2. Dinamica della regolazione primaria di tensione

## 4.2.2.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante pari alla potenza massima
- sistema di controllo coordinato escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0
- Regolazione primaria di frequenza esclusa
- eventuali sistemi PSS esclusi (Vst = 0)
- gruppo di generazione funzionante vicino al limite di sottoeccitazione.

### 4.2.2.2. Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di tensione di macchina.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova, la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- mantenere il valore di tensione di riferimento costante per almeno trenta secondi;
- applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina del 4% del valore nominale;
- mantenere la variazione di tensione per dieci secondi o fino all'esaurimento delle oscillazioni di potenza e rimuovere il gradino di tensione impostato.

In Figura 9 è riportato un esempio tipico dell'andamento del set-point richiesto per lo svolgimento della prova descritta in precedenza.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **57 di 96** 

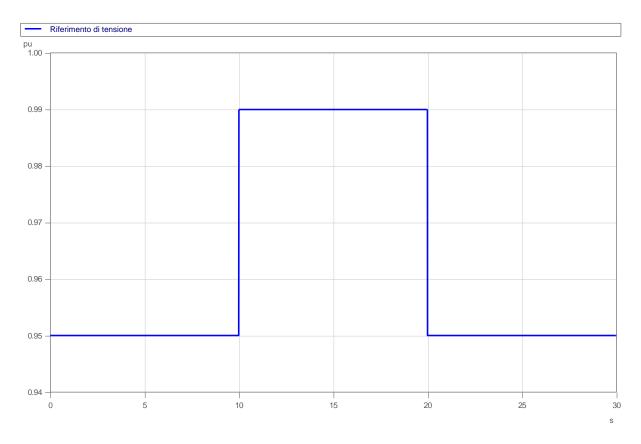


Figura 9: Variazione a gradino del set-point di tensione alla potenza massima

## 4.2.2.3. Grandezze da registrare

Oltre a tutti i file delle registrazioni del sistema UVRQ deve essere registrata e fornita a Terna la tensione di riferimento lato MT ( $V_{MT}$ \_rif).

## 4.2.2.4. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test devono essere processati con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura.

Per la valutazione del comportamento dinamico si faccia riferimento all'esempio riportato in Figura 10 in cui la variazione a gradino del 4% di tensione nominale è inserita all'istante 0 partendo da una tensione di macchina di 0.95 pu. Dalla misura di tensione V<sub>MT</sub>\_mis si rilevino i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita
- tempo di risposta



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **58 di 96** 

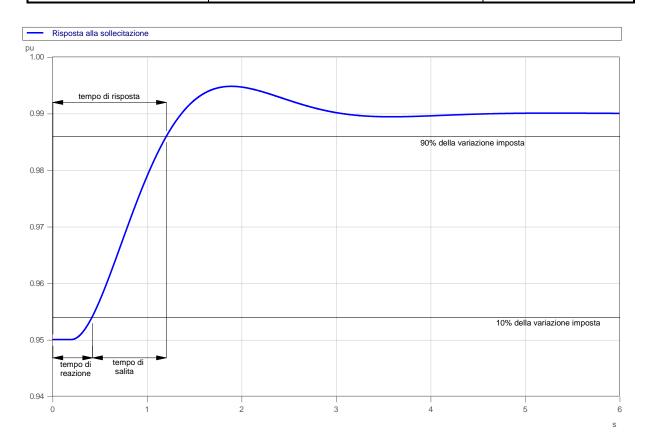


Figura 10: Schema indicativo per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica

## 4.2.2.5. Criteri di valutazione del risultato

Questa prova non è abilitativa ma informativa, quindi ha lo scopo di valutare la risposta dinamica della regolazione di tensione.

## 4.2.3. Smorzamento delle oscillazioni locali tramite PSS (se dotato di PSS)

## 4.2.3.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza costante pari al valore massimo
- sistema di controllo coordinato escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **59 di 96** 

- eventuali sistemi PSS inseriti
- gruppo di generazione funzionante vicino al limite di sottoeccitazione

## 4.2.3.2. Metodo di prova

La prova consiste nell'applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina e registrare l'andamento della risposta del gruppo di generazione in termini di potenza attiva prodotta.

Dall'assetto iniziale descritto nelle condizioni di prova, la prova si effettua attuando le seguenti operazioni:

- mantenere il valore di tensione di riferimento per almeno un minuto
- applicare una variazione a gradino del riferimento di tensione di macchina del 2% del valore nominale
- mantenere la variazione di tensione per il tempo necessario allo smorzamento delle oscillazioni elettromeccaniche
- rimuovere la variazione di tensione
- controllare che sia verificata la seguente condizione: l'ampiezza della prima oscillazione picco-picco provocata sulla potenza attiva sia pari ad almeno 10% del valore di potenza efficiente
- Se le verifiche di cui al punto precedente non hanno esito positivo applicare variazioni a gradino crescenti fino a che non siano verificate tali condizioni oppure il valore della variazione a gradino sia pari a 10% della tensione nominale

## 4.2.3.3. Grandezze da registrare

Oltre a tutti i file delle registrazioni del sistema UVRQ deve essere registrata e fornita a Terna la tensione di riferimento lato MT (VMT\_rif).

## 4.2.3.4. Processamento dei dati registrati

Si valuta lo smorzamento (ξ) dell'oscillazione di potenza attiva indotta dal disturbo al ciclo elettromeccanico facendo riferimento alla espressione seguente e alla Figura 11.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **60 di 96** 

$$\xi = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{\left(ln\left(\frac{P(t)}{P(t+dT)}\right)\right)^2}}}$$

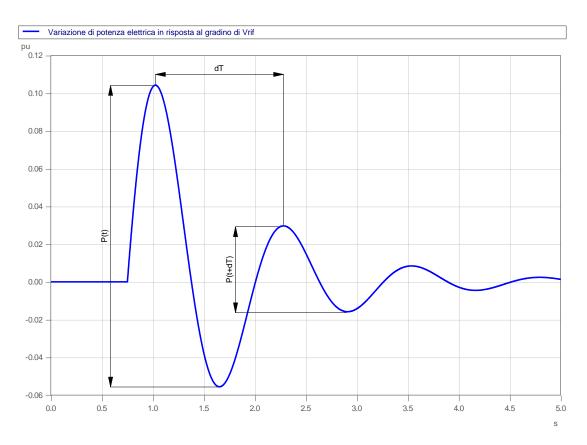


Figura 11: Variazione indicativa di potenza elettrica causata da un gradino al riferimento di tensione

### 4.2.3.5. Criteri di valutazione del risultato

I parametri dei sistemi PSS sono di norma indicati dal Gestore con l'obiettivo di smorzare le oscillazioni di potenza. In assenza di specifiche indicazioni da TERNA il valore obiettivo dello smorzamento delle oscillazioni locali è 0.2.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **61 di 96** 

## 4.2.4. Curve limite impostate nel regolatore di tensione

## 4.2.4.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che il gruppo di generazione sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point iniziale di potenza attiva costante pari al valore minimo
- sistema di controllo coordinato escluso
- compound di potenza reattiva escluso o posto pari a 0

## 4.2.4.2. Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione di variazioni di potenza reattiva generata e assorbita a diversi livelli di potenza.

Dall'assetto riportato nelle condizioni di prova, la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- imporre al regolatore di tensione del gruppo di generazione un riferimento di tensione tale da portare il calibratore al valore minimo
- in seguito, senza modificare il riferimento di tensione, agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto
- imporre al regolatore di tensione del gruppo di generazione un riferimento di tensione tale da portare il gruppo di generazione ad un valore di potenza reattiva vicino a zero mantenendo la potenza attiva costante al massimo valore.
- tornare al valore minimo di potenza attiva, senza modificare il riferimento di tensione, e attendere che il gruppo di generazione raggiunga stabilmente il valore di regime (il gradiente di variazione in questo caso è libero)
- imporre al regolatore di tensione del gruppo di generazione un riferimento di tensione tale da portare il calibratore al valore massimo
- in seguito, senza modificare il riferimento di tensione, agire sul riferimento di potenza attiva del gruppo di generazione e portare il gruppo al valore di massimo carico con un gradiente non superiore a 1%/minuto



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **62 di 96** 

In Figura 12 è riportato su un diagramma Q-P l'andamento indicativo atteso delle misure di potenza attiva e reattiva di macchina.

Qualora i limiti raggiunti alla potenza minima siano limiti di tensione, si utilizzino gli altri gruppi presenti in impianto oppure il variatore di tensione sotto carico sul trasformatore elevatore (dove applicabile) per permettere la più grande variazione di potenza reattiva possibile per il gruppo sottoposto a test.

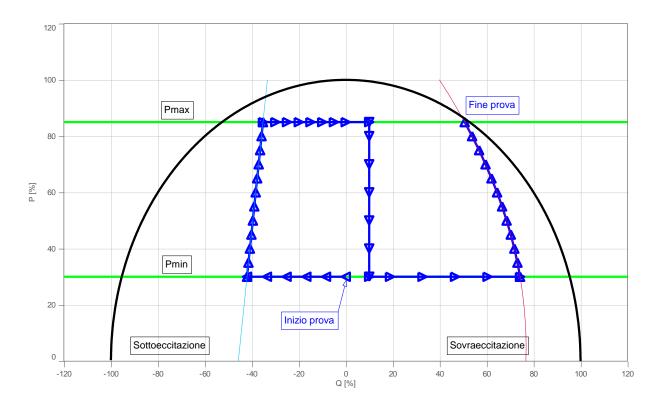


Figura 12: Andamento indicativo della prova di verifica delle curve limite



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **63 di 96** 

## 4.2.4.3. Grandezze aggiuntive da registrare

Oltre a tutti i file delle registrazioni del sistema UVRQ deve essere registrata e fornita la tacca del variatore del trasformatore AT/MT<sup>7</sup>. Inoltre, saranno rilevati i valori significativi delle grandezze che possono influenzare l'andamento del limite<sup>8</sup>

## 4.2.4.4. Processamento dei dati registrati

Le misure devono essere processate con un filtro a media mobile a 10 s per rimuovere il rumore di misura e la dinamica della regolazione.

In un primo grafico Q-P, simile a quello di Figura 12, si devono riportare i valori di potenza reattiva Q percentuali e di potenza attiva P del gruppo filtrati.

In un secondo grafico Q/Pmax-V/Vn, simile a Figura 13, si devono riportare i valori di potenza reattiva lato AT (in valor relativo rispetto a Peff) sulle ascisse e sulle ordinate la tensione lato AT (in valor relativo rispetto alla tensione nominale di sbarra) registrati al limite di eccitazione (o di tensione) ed in corrispondenza della massima potenza erogata dal gruppo.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Se l'impianto è dotato di variatore sotto carico sul trasformatore elevatore la tacca (Tap) deve essere campionata analogamente alle altre grandezze. Se il variatore è a vuoto, è sufficiente fornire il valore della tacca con cui è stata svolta la prova.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Ad esempio, per i gruppi di generazione termoelettrici tradizionali si rileva temperatura e pressione del fluido di raffreddamento.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **64 di 96** 

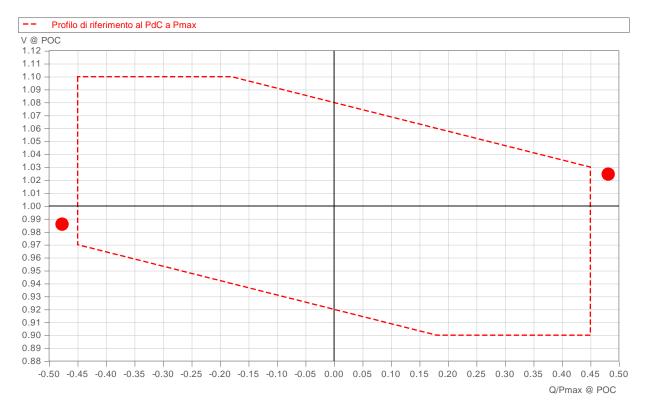


Figura 13: Grafico per la verifica delle funzionalità di controllo per generatori sincroni. I punti rossi rappresentano le misure di tensione e potenza reattiva limite al PdC

## 4.2.4.5. Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se:

- Le curve limite rilevate sono in linea con le capability fornite dal Titolare dell'impianto;
- Le curve limite rilevate sono in linea con i valori forniti in tempo reale inviati<sup>9</sup> tramite RTU e salvati sui file UVRQ nell'archiviazione locale (3.2.6.3)
- i valori limiti del calibratore di tensione siano esterni all'intervallo a 80% 110%

\_

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Qlim\_sovra\_PdC, Qlim\_sotto\_PdC, Qlim\_sovra lato MT, Qlim\_sotto lato MT, SumQlim, Qdisp, Qsel, QMTdisp

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **65 di 96** 

## 4.2.5. Regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq

La prova ha lo scopo di verificare come varia la potenza reattiva scambiata dall'impianto in funzione del livello di reattivo Livq ricevuto.

## 4.2.5.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in regolazione livq con un assetto tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

## 4.2.5.2. Metodo di prova

La prova prevede la simulazione del livello di reattivo nel sistema di controllo e la valutazione delle variazioni di potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete rispetto al riferimento del livello di reattivo simulato.

A partire dall'assetto iniziale descritto nelle condizioni di prova, la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- imporre all'impianto una rampa del riferimento di Livq per portare l'impianto sottoposto a test nella regione di sottoeccitazione fino a Livq pari a -30% (il gradiente di variazione di Livq in valore assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito, aumentare il riferimento di Livq per portare l'impianto nella regione di sovraeccitazione fino a raggiungere un Livq pari a +30% (il gradiente di variazione di Livq in valor assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito, imporre una rampa di variazione di *Livq* per tornare al valore iniziale

In Figura 14 è riportato l'andamento indicativo del profilo di set-point di *Livq* imposto per l'esecuzione del test di regolazione statica sopra descritto.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **66 di 96** 

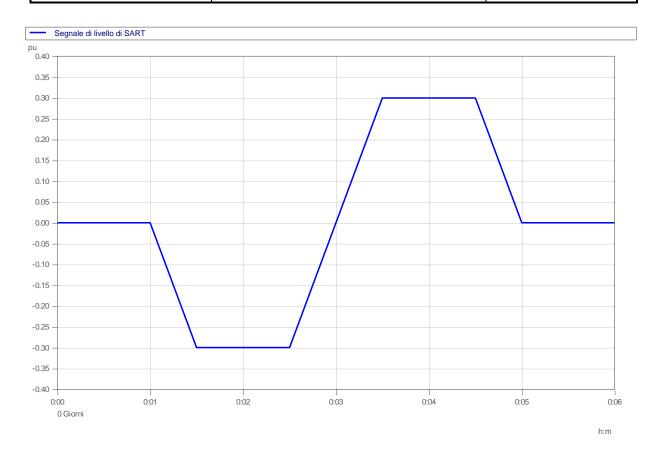


Figura 14: Variazione del set-point di livello di potenza reattiva

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Livq da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

## 4.2.5.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 1 s e 10 s per eliminare il rumore di misura.

Il set-point *Livq* e la somma delle misure di potenza reattiva registrate per ogni gruppo devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse. Per ogni gruppo, istante per istante deve essere calcolato l'errore relativo (e<sub>gr</sub>) rispetto alla potenza reattiva limite come segue:

$$e_{gr} = Livq - \frac{\mathrm{SumQ_{MT\_mis}}}{Q_{MT}disp}$$



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **67 di 96** 

### 4.2.5.4. Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto dell'errore istantaneo e<sub>gr</sub> è inferiore a 5% in ogni punto di funzionamento.

## 4.2.6. Regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS

La prova ha lo scopo di verificare l'effetto della regolazione dell'impianto sulla tensione di sbarra lato AT a fronte di variazioni sul riferimento di tensione ricevuto.

## 4.2.6.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e inserito in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS) con un assetto tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova.

## 4.2.6.2. Metodo di prova

La prova prevede di imporre un riferimento di tensione di sbarra AT e valutare il comportamento dell'impianto a fronte di variazioni del set-point sia valutando la tensione lato AT sia la potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto iniziale descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- imporre una rampa sul riferimento di calibratore di sbarra RTS per portare l'impianto sottoposto al test ad assorbire potenza reattiva senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.02%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore allo 0.5%Vn;
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto;
- imporre sul riferimento RTS per portare l'impianto a erogare potenza reattiva senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.1%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore a 1%:
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto;

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **68 di 96** 

- imporre il riferimento di calibratore RTS al valore iniziale;
- la variazione complessiva di tensione di sbarra non deve essere inferiore a 1% della tensione di sbarra nominale.

In Figura 15Figura 25 è riportato l'andamento indicativo del profilo del riferimento di tensione RTS imposto per l'esecuzione del test di regolazione statica sopra descritto.

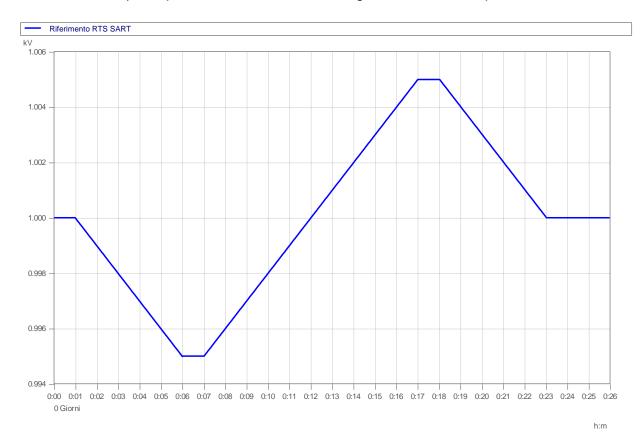


Figura 15: Variazione del set-point di calibratore di sbarra AT RTS

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Vsrif\_TLT e/o di Vs\_TLT da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

## 4.2.6.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 10 e 100 s per eliminare il rumore di misura e la dinamica non associata al controllo. Il riferimento RTS (Vsrif) e il segnale di tensione di sbarra AT (Vs) devono essere rappresentati su un grafico



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **69 di 96** 

con il tempo sull'asse delle ascisse. Istante per istante, deve essere calcolato l'errore relativo (e<sub>RTS</sub>) come segue:

$$e_{RTS} = \frac{Vsrif - Vs}{Vn}$$

## 4.2.6.4. Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto dell'errore istantaneo  $e_{RTS}$  è inferiore a 0.2%Vn. Nel caso in cui l'impianto non riesca a modificare la tensione di rete sarà valutato il comportamento dei gruppi in termini di controllo della potenza reattiva in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS).

## 4.2.7. Regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq

La prova ha lo scopo di verificare come varia la potenza reattiva scambiata dall'impianto in funzione di variazioni a gradino del riferimento del livello di reattivo *Livq* ricevuto, per valutare la risposta dinamica del regolatore.

## 4.2.7.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in regolazione Livq con un con un assetto tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

## 4.2.7.2. Metodo di prova

La prova prevede di variare a gradino il riferimento di *Livq* e valutare la variazione della potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento di Livq imposto all'impianto per portare l'impianto ad assorbire potenza reattiva (regione di sottoeccitazione)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **70 di 96** 

- in seguito, imporre una variazione a gradino del riferimento di Livq di -30% della potenza reattiva limite istantanea avendo cura di non toccare alcuna limitazione di tensione a fine transitorio
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di *Livq*
- in seguito, agire sul riferimento di *Livq* imposto all'impianto per portare l'impianto a erogare potenza reattiva (regione di sovraeccitazione)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto
- in seguito, imporre una variazione a gradino del riferimento di *Livq* di almeno il 30% della potenza reattiva limite istantanea avendo cura di non toccare alcuna limitazione di tensione a fine transitorio
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di *Livq*

In Figura 16 è riportato l'andamento indicativo del profilo del set-point *Livq* imposto per l'esecuzione del test di regolazione dinamica sopra descritto.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **71 di 96** 

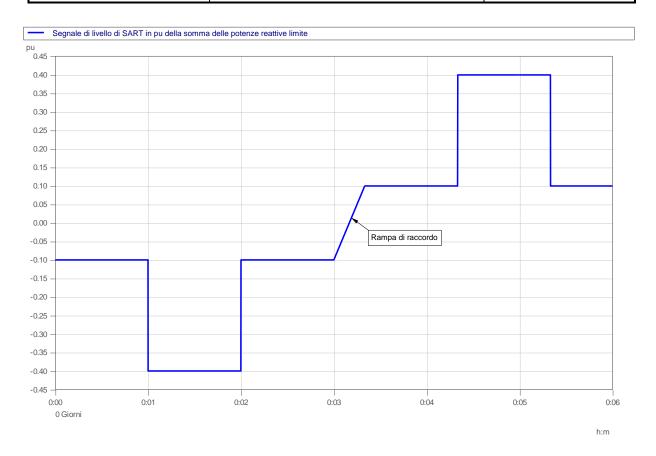


Figura 16: Variazione indicativa del set-point di livello di potenza reattiva

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali *Livq* da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

## 4.2.7.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati durante i test sono processati con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. Il valore del set-point *Livq* e la somma delle misure delle potenze reattive scambiate dai gruppi devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse.

Con riferimento a Figura 17, che riporta un esempio in cui partendo da un livello del 10% si applica un gradino del 30%, si rilevino i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t<sub>salita</sub>)
- · tempo di risposta



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **72 di 96** 

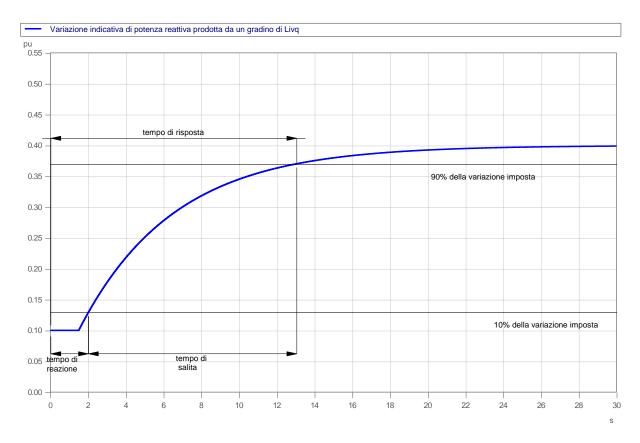


Figura 17: Schema per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica per la regolazione di livello

La costante di tempo  $\tau$  è calcolata come:

$$\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$$

### 4.2.7.4. Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verifica che la potenza reattiva misurata ha un andamento, per ogni gradino, simile alla risposta di un sistema del primo ordine è 5 s ±2 s.

Inoltre, si verifica che la risposta sia senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **73 di 96** 

# 4.2.8. Regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS

La prova ha lo scopo di verificare l'effetto della regolazione dell'impianto sulla tensione di sbarra lato AT a fronte di variazioni a gradino del riferimento RTS, per valutare la risposta dinamica del regolatore.

# 4.2.8.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS) con un assetto tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

## 4.2.8.2. Metodo di prova

La prova prevede di imporre un riferimento di tensione di sbarra AT RTS a gradino e valutare il comportamento dell'impianto sia valutando la tensione lato AT sia la potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento RTS imposto all'impianto per portare l'impianto in assorbimento di potenza reattiva (regione di sottoeccitazione);
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto;
- imporre una variazione a gradino del riferimento di tensione di sbarra di 0.5% Vn avendo cura di non toccare alcuna limitazione di potenza reattiva o tensione a fine transitorio;
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per circa dieci minuti;
- rimuovere il gradino.

In Figura 18 è riportato l'andamento indicativo del profilo del set-point della tensione di riferimento di RTS per l'esecuzione del test di regolazione dinamica descritto in precedenza.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **74 di 96** 

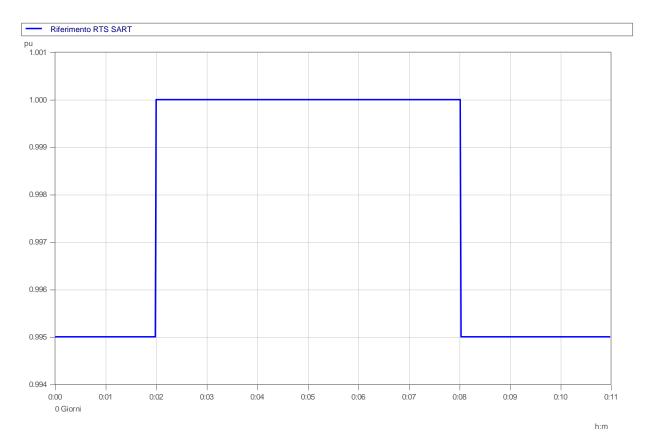


Figura 18: Variazione indicativa del set-point di riferimento di tensione di sbarra AT

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Vsrif\_TLT e/o di Vs\_TLT da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

## 4.2.8.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile a 5 s per eliminare il rumore di misura. Il riferimento Vsrif e la tensione misurata alla sbarra AT devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse.

Con riferimento alla Figura 19, in cui è riportato un esempio di risposta attesa a fronte della variazione a gradino devono essere misurati durante la prova i seguenti tempi:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t<sub>salita</sub>)
- tempo di risposta



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **75 di 96** 

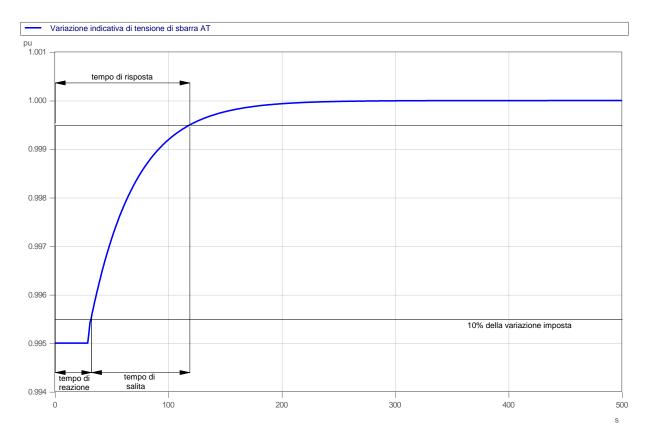


Figura 19: Schema indicativo per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica RTS La costante di tempo  $\tau$  è calcolata come:

$$\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$$

### 4.2.8.4. Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se si verifica che la tensione AT/AAT ha un andamento simile alla risposta di un sistema del primo ordine e  $\tau$  è 50 s ±10 s, con un andamento continuo, senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni nella risposta di tensione.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **76 di 96** 

# 4.3. Prove funzionali di qualificazione per parchi di generazione

Le prove di qualificazione funzionali sono le seguenti:

- Verifica della Capability
- Prove di regolazione della modalità di controllo locale Q(ΔV)
- Prove di regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva livq
- Prove di regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS
- Prove di regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva livq
- Prove di regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS

# 4.3.1. Verifica della Capability

La prova ha lo scopo di valutare le capability implementate nel sistema di controllo.

# 4.3.1.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva massima disponibile costante<sup>10</sup>
- Impianto in modalità di controllo livq

### 4.3.1.2. Metodo di prova

La prova consiste nel simulare un profilo del riferimento di potenza reattiva nel sistema di controllo descritto di seguito e verificare l'effetto sulla misura di potenza reattiva erogata.

Partendo da un riferimento di potenza reattiva nel PdC nullo, il profilo da simulare ha il seguente andamento:

 Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da 0% a +30% di Qlim\_sovra\_PdC con gradiente di 10%/min,

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Si richiede che la prova sia effettuata con condizioni ambientali tali da garantire una produzione il più possibile prossima alla potenza efficiente



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **77 di 96** 

- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da +30% a +60% di Qlim\_sovra\_PdC con gradiente di 10%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da +60% a +100% di Qlim\_sovra\_PdC con gradiente di 10%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da +100% a -30% di Qlim\_sotto\_PdC con gradiente di 10%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da -30% a -60% di Qlim\_sotto\_PdC con gradiente di 10%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da -60% a -100% di con gradiente di 10%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di potenza reattiva da -100% a 0% di Qlim\_sotto\_PdC con gradiente di 10%/min,

Il tempo di attesa tra la fine di una variazione e la successiva deve essere di circa 1 minuto.

La Figura 20 rappresenta un esempio tipico dell'andamento del set-point richiesto per lo svolgimento della prova.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **78 di 96** 

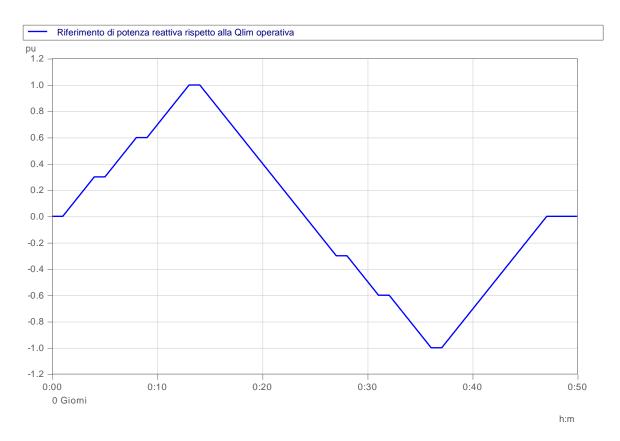


Figura 20: Esempio di prova di verifica della capability

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di valori di livq da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna delle regolazioni statica e dinamica per questa modalità di funzionamento.

### 4.3.1.3. Processamento dei dati

In un grafico, si devono riportare gli andamenti nel tempo del riferimento di potenza reattiva, della potenza reattiva misurata e dell'errore di controllo tra i due valori precedenti. L'errore di controllo deve essere indicato sia in valore assoluto (MVAr) che in valore percentuale. Il valore percentuale deve essere calcolato con riferimento alla potenza nominale del parco.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **79 di 96** 

In un grafico Q/Peff<sup>11</sup>-Vs/Vn simile a quello di Figura 21, si devono riportare le curve di capability richieste dal CdR e i valori misurati di tensione al PdC corrispondenti ai livelli di potenza reattiva ±100% (Figura 5 punti rossi).

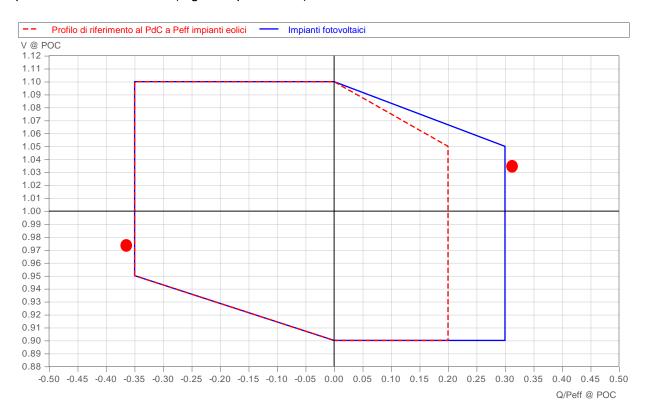


Figura 21: Grafico per la verifica delle funzionalità di controllo distinto fra parchi eolici e fotovoltaici. I punti rossi rappresentano le misure di tensione e potenza reattiva limite al PdC

#### 4.3.1.4. Criteri di accettazione

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- La risoluzione del riferimento di potenza reattiva è 0.1 MVAR
- I punti limite corrispondenti ai punti con riferimento di potenza reattiva pari a ±100% del grafico Q/Peff-Vs/Vn siano esterni alla curva di riferimento al PdC.
- Le curve limite rilevate sono in linea con i valori forniti in tempo reale inviati<sup>12</sup> tramite RTU e salvati sui file UVRQ nell'archiviazione locale (3.2.6.3)

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Peff: potenza efficiente di impianto dichiarata come definita nel CdR

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Qlim\_sovra\_PdC, Qlim\_sotto\_PdC, SumQlim, Qdisp, Qsel



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **80 di 96** 

# 4.3.2. Modalità di controllo locale $Q(\Delta V)$ con set-point Vsrif

La prova ha lo scopo di valutare le caratteristiche statiche e dinamiche della modalità di controllo locale  $Q(\Delta V)$  con set-point Vsrif riferito al lato AT, implementate nel sistema di controllo dell'impianto.

## 4.3.2.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in regolazione Q(ΔV) con un numero di generatori tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

## 4.3.2.2. Metodo di prova

La prova consiste nel simulare un profilo del riferimento di tensione Vsrif\_TLT descritto di seguito che alimenta il sistema di controllo del parco e verificare l'effetto sulla misura di potenza reattiva erogata.

Partendo da un riferimento di tensione pari a 100% della tensione nominale nel PdC, il profilo da simulare ha il seguente andamento:

- Variazione a rampa del riferimento di tensione da 100% a 95% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di tensione da 95% a 105% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a rampa del riferimento di tensione da 105% a 100% con gradiente di 2%/min,
- Variazione a gradino del riferimento di tensione da 100% a 95%
- Variazione a gradino del riferimento di tensione da 95% a 105%
- Variazione a gradino del riferimento di tensione da 105% a 100%

L'intervallo di tempo tra la fine di una variazione e l'inizio della successiva deve essere pari a circa 30 secondi.

La Figura 22 rappresenta un esempio tipico dell'andamento del set-point richiesto per lo svolgimento della prova.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **81 di 96** 

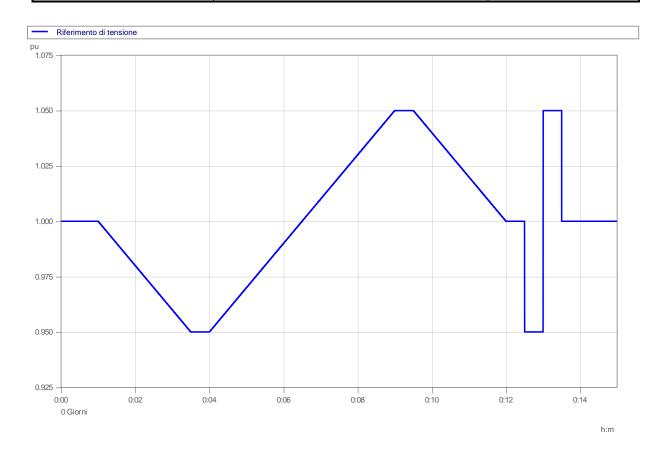


Figura 22: Esempio di prova di verifica del controllo della tensione

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Vsrif\_TLT e/o di Vs\_TLT da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna delle regolazioni statica e dinamica per questa modalità di funzionamento.

#### 4.3.2.3. Processamento dei dati

Per le variazioni a rampa, si deve porre le misure in un grafico  $Q(\Delta V)$  con la potenza reattiva sulle ordinate e la differenza tra tensione e tensione di riferimento sulle ascisse. Dal diagramma si deve ricavare la curva statica della regolazione di tensione implementata nel sistema di controllo del parco di generazione. Dalla curva devono essere elaborate le seguenti grandezze:

- Coefficiente della regressione lineare della curva Q(ΔV) per V-Vrif>0
- Coefficiente della regressione lineare della curva Q(ΔV) per V-Vrif<0</li>
- presenza (e ampiezza) di una zona di insensibilità della potenza reattiva alle variazioni di tensione per V-Vrif vicine a zero
- Massimo e minimo valore di potenza reattiva raggiunta

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **82 di 96** 

Il riferimento Vsrif e la tensione misurata alla sbarra AT devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse.

Per le variazioni a gradino del riferimento di tensione, si devono utilizzare le misure di potenza reattiva registrate per determinare i tempi di reazione, di risposta e di assestamento del sistema di regolazione della tensione (Figura 23). Il valore di riferimento a regime della risposta deve essere determinato sulla base della curva statica sopra descritta.

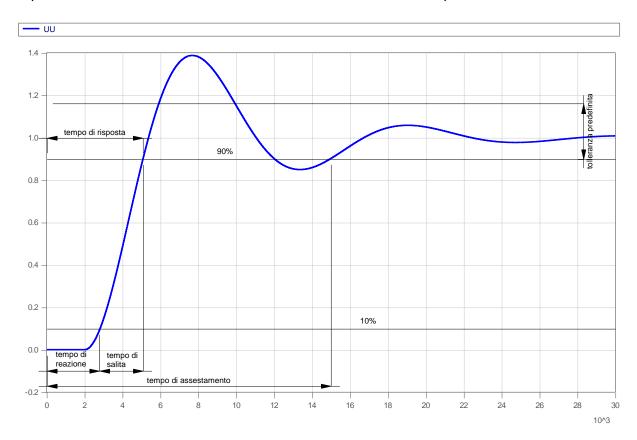


Figura 23: Esempio di analisi della prova di verifica del controllo della tensione/potenza reattiva

#### 4.3.2.4. Criteri di accettazione

L'esito della prova è da considerare positivo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- L'intervallo di variazione del set-point è compreso tra 95% e 105%.
- La risoluzione del set-point è inferiore o pari a 0.1%Vn.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **83 di 96** 

- La curva statica della regolazione Q(ΔV) è uguale a quella impostata nel controllo a meno di un errore di 5% del valore istantaneo di Qlim\_sotto\_PdC o Qlim\_sovra\_PdC a seconda del punto di funzionamento.
- L'impianto eroga per ogni gradino il 90% della potenza reattiva richiesta entro 2 s e il 100% entro 5 s con precisione migliore del 5% del valore istantaneo di Qlim\_sotto\_PdC o Qlim\_sovra\_PdC a seconda del punto di funzionamento e un andamento il più possibile simile alla risposta esponenziale di un sistema del primo ordine.
- Le variazioni a gradino non provocano oscillazioni di potenza reattiva non smorzate.
   Inoltre si verifica che la risposta sia senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni.

# 4.3.3. Regolazione statica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq

La prova ha lo scopo di verificare come varia la potenza reattiva scambiata dall'impianto in funzione del livello di reattivo L*ivq* ricevuto.

# 4.3.3.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in regolazione livq con un numero di generatori tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

#### 4.3.3.2. Metodo di prova

La prova prevede la simulazione del livello di reattivo nel sistema di controllo e la valutazione delle variazioni di potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete rispetto al riferimento del livello di reattivo simulato.

A partire dall'assetto iniziale descritto nelle condizioni di prova, la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **84 di 96** 

- imporre all'impianto una rampa del riferimento di *Livq* per portare l'impianto sottoposto a test nella regione di sottoeccitazione fino a *Livq* pari a -30% (il gradiente di variazione di *Livq* in valore assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito, aumentare il riferimento di Livq per portare l'impianto nella regione di sovraeccitazione fino a raggiungere un Livq pari a +30% (il gradiente di variazione di Livq in valor assoluto deve essere minore o uguale a 10%/minuto)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- in seguito, imporre una rampa di variazione di Livq per tornare al valore iniziale

In Figura 24 è riportato l'andamento indicativo del profilo di set-point di *Livq* imposto per l'esecuzione del test di regolazione statica sopra descritto.

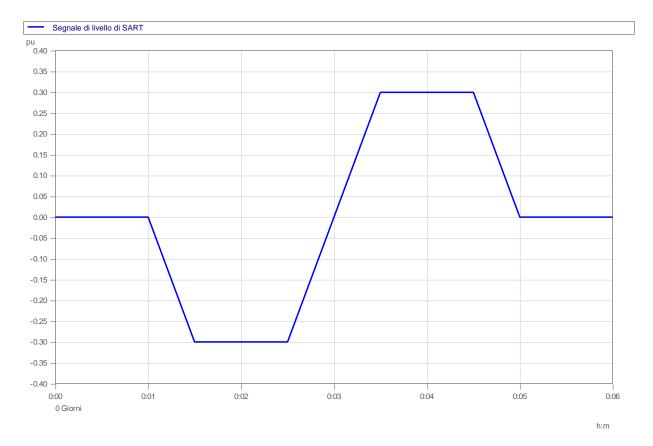


Figura 24: Variazione del set-point di livello di potenza reattiva

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Livq da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **85 di 96** 

# 4.3.3.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 1 s e 10 s per eliminare il rumore di misura.

Il set-point Livq e la potenza reattiva registrata al PdC devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse. Istante per istante deve essere calcolato l'errore relativo ( $e_{qr}$ ) rispetto alla potenza reattiva limite come segue:

$$e_{gr} = Livq - \frac{\text{Q\_PdC\_mis}}{\text{Q}disp}$$

### 4.3.3.4. Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto dell'errore istantaneo  $e_{gr}$  è inferiore a 5% in ogni punto di funzionamento.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **86 di 96** 

# 4.3.4. Regolazione statica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS

La prova ha lo scopo di verificare l'effetto della regolazione dell'impianto sulla tensione di sbarra lato AT a fronte di variazioni sul riferimento di tensione ricevuto.

# 4.3.4.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e inserito in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS) con un numero di generatori tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova.

# 4.3.4.2. Metodo di prova

La prova prevede di imporre un riferimento di tensione di sbarra AT e valutare il comportamento dell'impianto a fronte di variazioni del set-point sia valutando la tensione lato AT sia la potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto iniziale descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- imporre una rampa sul riferimento di calibratore di sbarra RTS per portare l'impianto sottoposto al test ad assorbire potenza reattiva senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.02%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore allo 0.5%Vn;
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto;
- imporre sul riferimento RTS per portare l'impianto a erogare potenza reattiva senza che intervenga alcun limite; il gradiente di variazione RTS deve essere minore o uguale a 0.1%/minuto della tensione nominale e la variazione totale non deve essere inferiore a 1%;
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto;
- imporre il riferimento di calibratore RTS al valore iniziale;
- la variazione complessiva di tensione di sbarra non deve essere inferiore a 1% della tensione di sbarra nominale.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **87 di 96** 

In Figura 25 è riportato l'andamento indicativo del profilo del riferimento di tensione RTS imposto per l'esecuzione del test di regolazione statica sopra descritto.

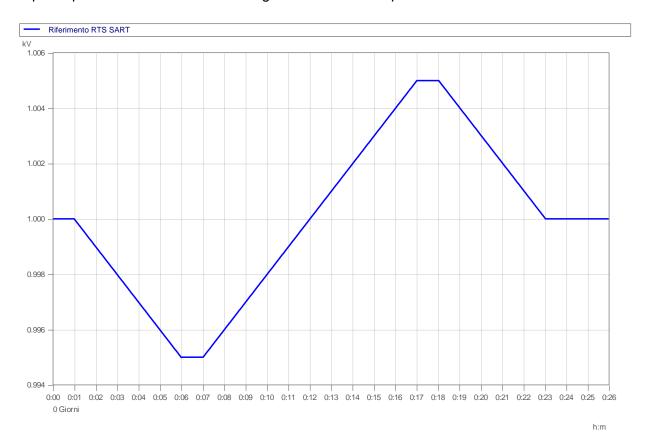


Figura 25: Variazione del set-point di calibratore di sbarra AT RTS

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Vsrif\_TLT e/o di Vs\_TLT da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

# 4.3.4.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile da scegliere tra 10 e 100 s per eliminare il rumore di misura e la dinamica non associata al controllo. Il riferimento RTS (Vsrif) e il segnale di tensione di sbarra AT (Vs) devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse. Istante per istante, deve essere calcolato l'errore relativo (e<sub>RTS</sub>) come segue:

$$e_{RTS} = \frac{Vsrif - Vs}{Vn}$$

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **88 di 96** 

#### 4.3.4.4. Criteri di valutazione del risultato

La prova si considera superata se il valore assoluto dell'errore istantaneo  $e_{RTS}$  è inferiore a 0.2%Vn. Nel caso in cui l'impianto non riesca a modificare la tensione di rete sarà valutato il comportamento dell'impianto in termini di controllo della potenza reattiva in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS).

# 4.3.5. Regolazione dinamica della modalità di controllo di livello di potenza reattiva Livq

La prova ha lo scopo di verificare come varia la potenza reattiva scambiata dall'impianto in funzione di variazioni a gradino del riferimento del livello di reattivo *Livq* ricevuto, per valutare la risposta dinamica del regolatore.

# 4.3.5.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in regolazione Livq con un numero di generatori tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

### 4.3.5.2. Metodo di prova

La prova prevede di variare a gradino il riferimento di *Livq* e valutare la variazione della potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le seguenti operazioni:

- agire sul riferimento di Livq imposto all'impianto per portare l'impianto ad assorbire potenza reattiva (regione di sottoeccitazione)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto
- in seguito, imporre una variazione a gradino del riferimento di Livq di -30% della potenza reattiva limite istantanea avendo cura di non toccare alcuna limitazione di tensione a fine transitorio
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di *Livq*

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **89 di 96** 

- in seguito, agire sul riferimento di Livq imposto all'impianto per portare l'impianto a erogare potenza reattiva (regione di sovraeccitazione)
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto
- in seguito, imporre una variazione a gradino del riferimento di *Livq* di almeno il 30% della potenza reattiva limite istantanea avendo cura di non toccare alcuna limitazione di tensione a fine transitorio
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento trovato per un minuto
- rimuovere il gradino di Livq

In Figura 26 è riportato l'andamento indicativo del profilo del set-point *Livq* imposto per l'esecuzione del test di regolazione dinamica sopra descritto.

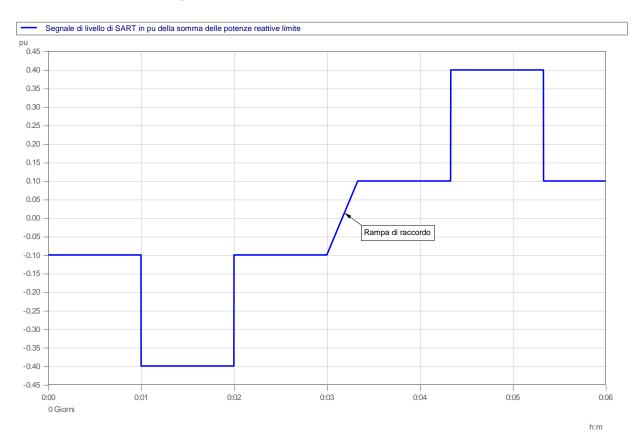


Figura 26: Variazione indicativa del set-point di livello di potenza reattiva

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali *Livq* da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **90 di 96** 

# 4.3.5.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati durante i test sono processati con un filtro a media mobile a 1 s per eliminare il rumore di misura. Il valore del set-point *Livq* e la somma delle misure delle potenze reattive scambiate dai gruppi devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse.

Con riferimento a Figura 27, che riporta un esempio in cui partendo da un livello del 10% si applica un gradino del 30%, si rilevino i seguenti parametri:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t<sub>salita</sub>)
- · tempo di risposta

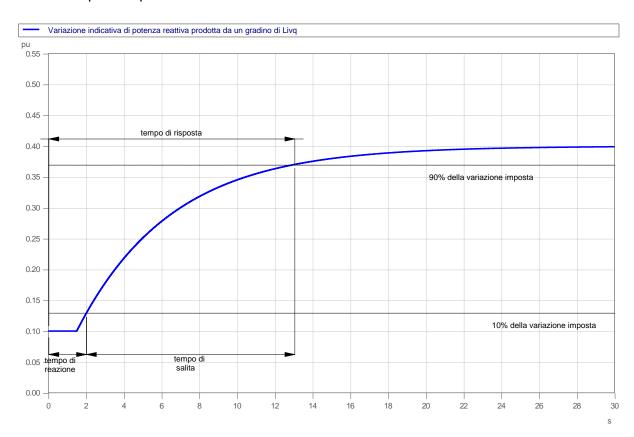


Figura 27: Schema per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica per la regolazione di livello

La costante di tempo  $\tau$  è calcolata come:

 $\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$ 



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **91 di 96** 

# 4.3.5.4. Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se, per ogni gradino, l'impianto è in grado di erogare il 90% della quantità richiesta entro 2 s e il 100% entro 5 s con precisione migliore del 5% del valore istantaneo di Qlim\_sotto\_PdC o Qlim\_sovra\_PdC a seconda del punto di funzionamento e un andamento il più possibile simile alla risposta esponenziale di un sistema del primo ordine. Inoltre, si verifica che la risposta sia senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni.

#### Allegato 3

Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **92 di 96** 

# 4.3.6. Regolazione dinamica della modalità di controllo di tensione di sbarra AT RTS

La prova ha lo scopo di verificare l'effetto della regolazione dell'impianto sulla tensione di sbarra lato AT a fronte di variazioni a gradino del riferimento RTS, per valutare la risposta dinamica del regolatore.

# 4.3.6.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

- set-point di potenza attiva costante
- impianto disponibile alla regolazione e in modalità di controllo di tensione di sbarra AT (RTS) con un numero di generatori tale da garantire una capability maggiore o uguale a Qsel durante tutto l'arco della prova

# 4.3.6.2. Metodo di prova

La prova prevede di imporre un riferimento di tensione di sbarra AT RTS a gradino e valutare il comportamento dell'impianto sia valutando la tensione lato AT sia la potenza reattiva scambiata dall'impianto con la rete.

A partire dall'assetto descritto nelle condizioni di prova la prova si svolge attuando le sequenti operazioni:

- agire sul riferimento RTS imposto all'impianto per portare l'impianto in assorbimento di potenza reattiva (regione di sottoeccitazione);
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per un minuto;
- imporre una variazione a gradino del riferimento di tensione di sbarra di 0.5% Vn avendo cura di non toccare alcuna limitazione di potenza reattiva o tensione a fine transitorio;
- mantenere l'impianto al punto di funzionamento raggiunto per circa dieci minuti;
- rimuovere il gradino.

In Figura 28 è riportato l'andamento indicativo del profilo del set-point della tensione di riferimento di RTS per l'esecuzione del test di regolazione dinamica descritto in precedenza.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **93 di 96** 

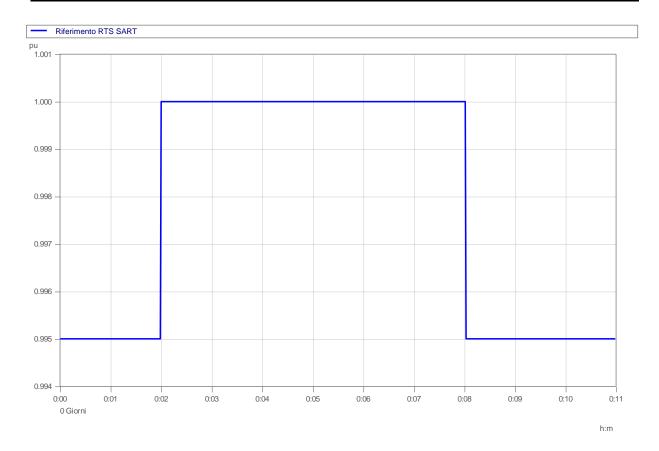


Figura 28: Variazione indicativa del set-point di riferimento di tensione di sbarra AT

La prova inoltre prevede l'invio da remoto di segnali Vsrif\_TLT e/o di Vs\_TLT da Terna tramite RTU di impianto per una valutazione da parte di Terna della regolazione per questa modalità di funzionamento.

## 4.3.6.3. Processamento dei dati registrati

I dati rilevati dai test sono processati con un filtro a media mobile a 5 s per eliminare il rumore di misura. Il riferimento Vsrif e la tensione misurata alla sbarra AT devono essere rappresentati su un grafico con il tempo sull'asse delle ascisse.

Con riferimento alla Figura 29, in cui è riportato un esempio di risposta attesa a fronte della variazione a gradino devono essere misurati durante la prova i seguenti tempi:

- tempo di reazione
- tempo di salita (t<sub>salita</sub>)
- tempo di risposta



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **94 di 96** 

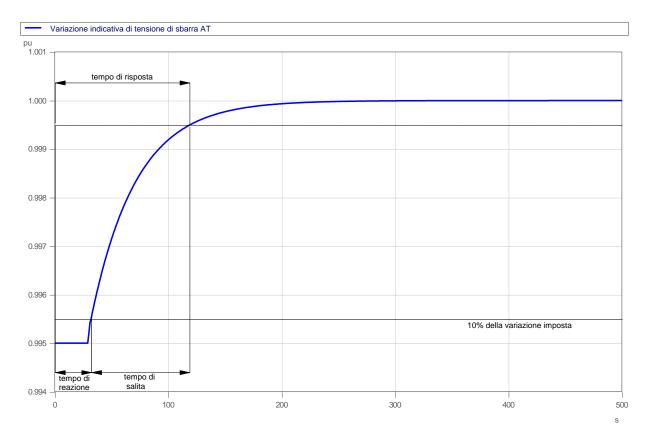


Figura 29: Schema indicativo per l'individuazione dei parametri di risposta dinamica RTS La costante di tempo  $\tau$  è calcolata come:

$$\tau = t_{salita} \cdot 0.4551$$

# 4.3.6.4. Criteri di accettazione del risultato

L'esito della prova si considera positivo se il tempo per raggiungere il nuovo regime è compreso tra 200 s e 300 s con un andamento continuo, senza ritardi intenzionali e senza sovraelongazioni o sottoelongazioni nella risposta di tensione.



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **95 di 96** 

## 4.4. Prove di verifica funzionalità UVRQ

Tutti gli impianti che intendono essere qualificati al servizio devono effettuare le prove di verifica delle funzionalità UVRQ riportate di seguito.

# 4.4.1. Calcolo delle grandezze con profilo di riferimento imposto

Per verificare il calcolo delle grandezze si effettua la seguente prova.

# 4.4.1.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

Impianto in modalità di controllo livq

## 4.4.1.2. Metodo di prova

La prova consiste nel simulare il profilo di riferimento riportato in Figura 30.

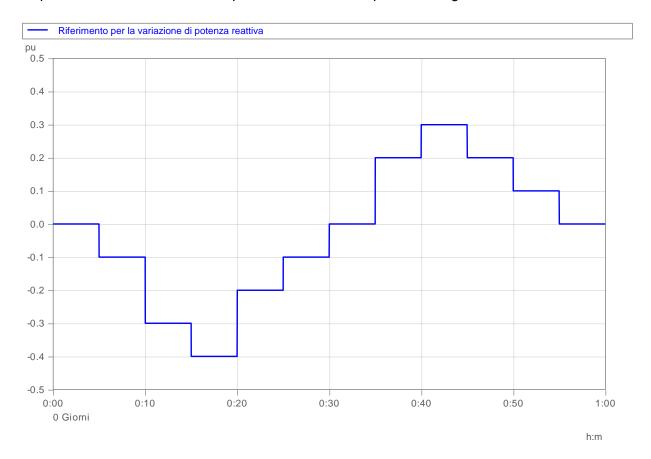


Figura 30: Profilo per la verifica del calcolo delle grandezze UVRQ



Definizione dei requisiti tecnici per la partecipazione al servizio di regolazione gerarchica di tensione tramite impianti, programmabili e non programmabili, connessi alla RTN a seguito di adeguamenti impiantistici

Pagina: **96 di 96** 

#### 4.4.1.3. Processamento dei dati

In un grafico, si devono riportare gli andamenti nel tempo del riferimento di potenza reattiva e della potenza reattiva misurata.

Inoltre, devono essere esportati i file dei controlli a campione relativi al periodo di prova e messi in relazione con i file salvati in UVRQ a 1 s.

#### 4.4.1.4. Criteri di accettazione

L'esito della prova è da considerare positivo se il calcolo delle grandezze UVRQ corrisponde a quanto riportato al 3.2.6.2. Inoltre, saranno confrontati i file acquisiti da UVRQ a 1 s, i file generati dall'esportazione per controlli a campione per il periodo relativo a questa prova e i dati riportati nel file di settlement per il periodo di riferimento.

# 4.4.2. Calcolo delle grandezze con variazioni spontanee della potenza reattiva in relazione alla modalità di funzionamento

# 4.4.2.1. Condizioni di prova

Per l'esecuzione della prova è richiesto che l'impianto sia in parallelo con la rete ed in assetto di normale esercizio con le seguenti impostazioni:

Impianto in una qualsiasi delle seguenti modalità di controllo: Q(ΔV), Livq o RTS

### 4.4.2.2. Metodo di prova

La prova consiste nella registrazione delle grandezze UVRQ durante una giornata di normali variazioni di rete.

# 4.4.2.3. Processamento dei dati

Devono essere esportati i file dei controlli a campione relativi al periodo di prova e messi in relazione con i file salvati in UVRQ a 1 s.

#### 4.4.2.4. Criteri di accettazione

L'esito della prova è da considerare positivo se il calcolo delle grandezze UVRQ corrisponde a quanto riportato al 3.2.6.2. Inoltre, saranno confrontati i file acquisiti da UVRQ a 1 s, i file generati dall'esportazione per controlli a campione per il periodo relativo a questa prova e i dati riportati nel file di settlement per il periodo di riferimento.