

**Cliente** Autorità per l'energia elettrica e il gas

**Oggetto** **Specifiche tecnico-funzionali delle apparecchiature di monitoraggio della qualità della tensione per le reti MT**

**Ordine**

**Note** Rev.1 – Sostituisce il documento RSE 12003210

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta di RSE.

PUBBLICATO 12004159 (PAD - 876165)

**N. pagine** 19 **N. pagine fuori testo** 0

**Data** 1 Ottobre 2012

**Elaborato** Chiumeo Riccardo Gian Maria (TTD), Garbero Luciano (TTD), Tenti Liliana (TTD)  
12004159 436451 ALUT 12004159 436514 ALUT 12004159 436702 ALUT

**Approvato** De Nigris Michele (TTD)  
12004159 436475 APP

**Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A.**

Società con unico socio soggetta alla direzione ed al coordinamento di GSE S.p.A.  
Sede Legale - 20134 Milano - Via R. Rubattino, 54  
Tel. +39 023992.1 - Fax +39 023992.5370 - PEC rse@legalmail.it  
Reg. Imprese di Milano, P.IVA e C.F. 05058230961  
R.E.A. di Milano n. 1793295  
Cap. Soc. € 1.100.000 i.v.

## *Indice*

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
1.1	Finalità del monitoraggio della qualità della tensione per le reti MT .....	3
1.2	Scopo della specifica .....	3
1.3	Riferimenti normativi .....	3
1.4	Acronimi.....	4
1.5	Parametri di interesse .....	5
<b>2</b>	<b>CATENA DI MISURA .....</b>	<b>5</b>
2.1	Trasduttori .....	5
2.2	Strumentazione.....	6
2.2.1	Prestazioni .....	7
2.2.2	Condizioni ambientali (di funzionamento, di immagazzinamento e trasporto).....	7
2.2.3	Compatibilità elettromagnetica .....	8
2.2.4	Requisiti di sicurezza.....	8
2.2.5	Sincronizzazione .....	8
2.2.6	Algoritmo sw di riconoscimento dei buchi di tensione .....	8
<b>3</b>	<b>ORIGINE DEI BUCHI DI TENSIONE (MODALITÀ DI INDIVIDUAZIONE).....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>FORMATO DEI DATI.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI ACCETTAZIONE .....</b>	<b>11</b>
5.1	Verifica di conformità della strumentazione .....	11
5.2	Verifica dell'implementazione del criterio di riconoscimento dei buchi di tensione .....	11
5.3	Criteri di gestione della strumentazione .....	12
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>12</b>
	<b>APPENDICE A: CRITERIO SW DI RICONOSCIMENTO DEI BUCHI DI TENSIONE .....</b>	<b>13</b>
	<b>APPENDICE B: TRACCIATO RECORD DELLE INFORMAZIONI ASSOCIATE AI BUCHI DI TENSIONE .....</b>	<b>15</b>
	<b>APPENDICE C: ESEMPI DI VISUALIZZAZIONE DEI PARAMETRI DELLA QUALITA' DELLA TENSIONE TRATTI DAL SISTEMA QUEEN.....</b>	<b>17</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
1	01/10/2012	12004159	Revisione per ridefinizione delle modalità di espressione del limite di 2° armonica (Par. 2.2.6) e del valore di riferimento rispetto al quale valutare il valore di 2° armonica (Appendice A)
0	13/07/2012	12003210	Prima emissione

## 1 GENERALITÀ

Il presente documento definisce le specifiche tecnico-funzionali di massima delle apparecchiature di monitoraggio per le reti di MT, elaborate sulla base dell'esperienza acquisita nei progetti di Ricerca di Sistema promossi dall'Autorità, che hanno portato alla realizzazione e all'esercizio del sistema di monitoraggio sperimentale QuEEN negli anni 2005-2011 su un sottinsieme rappresentativo di punti di misura e a cui hanno partecipato sia distributori della rete MT che i clienti finali. Il contenuto del documento è il risultato del Tavolo di lavoro istituito dall'Autorità secondo quanto previsto nella Delibera ARG/elt 198/11 del 29/12/2011 che estende, secondo la pianificazione contenuta nel relativo allegato, il monitoraggio della qualità della tensione ad ogni semisbarra MT di cabina primaria<sup>1</sup>.

### 1.1 Finalità del monitoraggio della qualità della tensione per le reti MT

La finalità del monitoraggio della qualità della tensione per le reti MT è quella di disporre di indicatori di qualità affidabili, comparabili e verificabili al fine di consentire una adeguata informazione agli utenti interessati dai disturbi di qualità della tensione; inoltre il monitoraggio costituisce un punto di partenza per la disponibilità e pubblicazione di dati, anche comparativa, di prestazione, e per la successiva introduzione di elementi di regolazione incentivante (Delibera ARG/elt 198/11 Allegato A – Articolo 61) .

### 1.2 Scopo della specifica

Lo scopo della specifica è quello di fornire le caratteristiche tecniche-funzionali che devono avere le apparecchiature per il monitoraggio della qualità della tensione da mettere in servizio su tutte le semisbarre MT di cabina primaria. In particolare viene definita la catena di misura e specificati i componenti elementari che la costituiscono, vengono stabilite le modalità di individuazione dell'origine dei buchi di tensione e standardizzato il formato dei dati ai fini della loro successiva trasmissione, elaborazione, aggregazione e pubblicazione. Infine vengono definiti i criteri secondo i quali si ritengono soddisfatti i requisiti della presente specifica.

### 1.3 Riferimenti normativi

CEI EN 50160: 2011 Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

CEI EN 61000-4-30: 2011 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 4-30: Tecniche di prova e misura - Metodi di misura della qualità dell'alimentazione elettrica

<sup>1</sup> Si veda definizione di "semisbarra MT di cabina primaria" al comma 64.1 della Delibera ARG/elt 198/11 - Allegato A

CEI EN 61000-6-2: 2006 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali

CEI EN 61000-6-3: 2007 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61010-1: 2011 Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 60529: 1997 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

#### **1.4 Acronimi**

<b>BT</b>	Bassa Tensione
<b>MT</b>	Media Tensione
<b>AT</b>	Alta Tensione
<b>PQ</b>	Power Quality
<b>TV</b>	Trasformatore (di misura) di tensione
<b>NI</b>	Neutro Isolato
<b>NC</b>	Neutro Compensato
<b>sw</b>	Software

## 1.5 Parametri di interesse

Pur se l'accento viene posto sul monitoraggio dei buchi tensione che rappresentano, dopo le interruzioni che sono già oggetto di regolazione, il disturbo di rete che dà luogo al maggior numero di reclami, si ritiene opportuno comprendere nel monitoraggio altri parametri della qualità della tensione. Questo sia in vista di un eventuale ampliamento dei parametri di interesse della regolazione della qualità della tensione, sia per l'oggettiva disponibilità di misuratori che sono in grado di monitorare i parametri definiti nella norma CEI EN 50160.

Tra questi parametri era stata effettuata per il sistema QuEEN la scelta di un sottoinsieme di grandezze/eventi da monitorare sulla base di considerazioni tecniche, relative alla loro significatività nelle reti di MT, che si sono confermate valide durante la conduzione della campagna di monitoraggio. In aggiunta, per l'evoluzione intervenuta in questi anni nelle reti MT con la maggior diffusione della generazione distribuita, si ritiene opportuno inserire anche il monitoraggio della frequenza.

Pertanto i parametri di interesse del monitoraggio della qualità della tensione, oggetto della presente specifica, sono i seguenti:

- Frequenza
- Variazioni lente di tensione
- Flicker
- Interruzioni della tensione di alimentazione
- Buchi/Sopraelevazioni di tensione
- Squilibrio della tensione
- Variazioni rapide di tensione
- Armoniche

## 2 CATENA DI MISURA

La catena di misura si compone, come mostrato in figura 1, di diversi elementi che per misure in MT sono tutti presenti. La norma CEI EN 61000-4-30 definisce i metodi di misura e le caratteristiche prestazionali dell'apparecchiatura di misura, fornendo i criteri di valutazione e interpretazione dei risultati della misura. Generalmente, l'apparecchiatura di misura e quella di valutazione costituiscono un'unità integrata (unità di misura, PQ analyser, analizzatore di rete,...) disponibile in commercio come strumentazione completa per misure di qualità della tensione in BT. Nel caso di misure in MT è necessario utilizzare un trasduttore di misura che nella fattispecie è rappresentato da un trasformatore (di misura) MT/BT di tensione (TV) per poter registrare le tensioni concatenate.

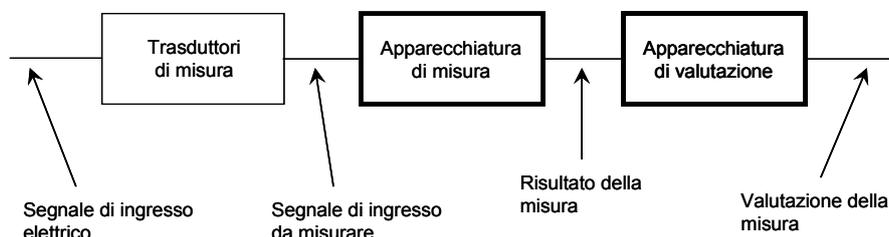


Figura 1 – Catena di misura

### 2.1 Trasduttori

I TV in cabina primaria sono generalmente presenti allo scopo di fornire la misura della tensione di sbarra per i sistemi di misura e protezione. Tali TV sono generalmente di tipo induttivo convenzionale e normalmente collegati lato primario con l'avvolgimento tra fase e terra.

L'esperienza del sistema sperimentale QuEEN ha mostrato, già nelle prime fasi del monitoraggio, che con questa modalità di collegamento dei TV esistenti in cabina primaria, la saturazione del nucleo magnetico può generare "falsi" buchi di tensione principalmente in caso di guasti a terra (monofase ma anche polifase) e prevalentemente in reti gestite a neutro isolato (NI).

Conseguentemente l'utilizzo di TV induttivi convenzionali nelle reti gestite a NI dovrebbe preferenzialmente prevedere, come modalità di collegamento, gli avvolgimenti primari connessi tra le fasi.

In alternativa, possono essere utilizzati TV di tipo innovativo come, ad es, divisori di tensione resistivi che oltre ad essere esenti da problemi di saturazione, garantiscono una migliore linearità e risposta in frequenza nella gamma di frequenze di interesse della qualità della tensione.

Nel caso sia impossibile modificare il collegamento dei TV di cabina primaria, ad es. per necessità legate agli altri sistemi di misura e protezione, sarà inevitabile implementare, in fase di valutazione della misura, un *algoritmo sw di riconoscimento dei buchi di tensione* in grado di discriminare efficacemente i buchi di tensione effettivamente presenti sulla sbarra da quelli generati dalla saturazione dei TV (vedi paragrafo successivo).

Nella seguente Tabella I si riassumono le diverse situazioni e i casi in cui occorre adottare soluzioni sw.

Rete MT	TV induttivi		TV resistivi
	Collegamento primario		
Stato del neutro	Fase-Terra	Fase-Fase	
NI	<b>X</b>	--	--
NC	<b>O</b>	--	--

**Tabella I – Soluzioni sw per falsi buchi**

**X** : Necessità di implementare un *algoritmo sw di riconoscimento dei falsi buchi*;

**O** : Solo nei casi in cui siano previsti periodi di esercizio a NI, è necessario *l'algoritmo sw*;

-- : Non è richiesto *l'algoritmo sw di riconoscimento falsi buchi*.

L'adozione del criterio sw, caratterizzato inevitabilmente da una propria efficacia nella classificazione degli eventi, nel caso di regolazione o di confronti con misure realizzate, ad esempio, con TV collegati Fase-Fase (caso di confronto tra le prestazioni di reti appartenenti a diversi Distributori o tra misure in cabina primaria e presso cliente) comporterebbe necessariamente un'analisi di dettaglio dei singoli eventi.

Per quanto riguarda gli aspetti di accuratezza di misura, si raccomanda l'utilizzo di TV almeno di **Classe 0.5**.

## 2.2 Strumentazione

La strumentazione di misura deve essere conforme alla norma CEI EN 61000-4-30.

Per quanto riguarda la classe prestazionale, la scelta è condizionata da quella operata sulla tipologia e la classe dei TV. Nel caso di utilizzo dei TV già presenti in cabina primaria (di tipo induttivo e

generalmente in Classe 0.5), la Classe S risulta adeguata anche se non garantisce sufficiente accuratezza per le applicazioni contrattuali (contratti per la qualità).

Se è pur vero che per le applicazioni contrattuali le misure di qualità della tensione vengono effettuate nel punto di consegna e non in cabina primaria, per quanto riguarda eventuali analisi comparative, ad es. per determinare l'origine dei buchi di tensione (a monte o a valle del punto di consegna), sarebbe opportuno avere omogeneità sull'accuratezza delle misure effettuate sia in cabina primaria che nel punto di consegna.

Si tenga inoltre presente che strumenti di Classe A sono oggi diffusamente disponibili in commercio e che questi, in previsione di dotare in futuro la cabina primaria di TV in Classe 0.1 con adeguato collegamento e/o tipologia di trasduttore, permetteranno di disporre di una catena di misura adatta per verifiche di conformità (migliore comparabilità per l'insieme dei parametri della qualità della tensione fornita, che possono essere oggetto di regolazione).

D'altro canto, essendo l'accento inizialmente posto sul monitoraggio dei buchi tensione, per questa tipologia di disturbi la Classe S garantisce una sufficiente accuratezza.

### 2.2.1 Prestazioni

Con riferimento alla classificazione della norma EN 61000-4-30, si raccomanda l'installazione di strumentazione almeno in **Classe S**.

In aggiunta a quanto riportato nella norma di riferimento, si specifica quanto indicato in Tabella II.

Canali di misura	Valori
Canali di tensione (modo differenziale)	Almeno 3 (misura tensioni concatenate)
Intervallo di misura	0 – 100 V
Impedenza di ingresso	$\geq 1 \text{ M}\Omega$
Ingressi digitali	Almeno 4 (deve essere prevista la possibilità di memorizzare il cambiamento di stato)

Tabella II – Prestazioni aggiuntive canali di misura

Il segnale digitale dovrà permanere in uno stato “alto” finché resta “alto” il segnale in ingresso al canale digitale dello strumento.

Il firmware e il set-up dello strumento devono poter essere gestibili e aggiornabili da remoto.

### 2.2.2 Condizioni ambientali (di funzionamento, di immagazzinamento e trasporto)

Le condizioni ambientali fanno riferimento alle condizioni limite di impiego, intese come condizioni operative per le quali la strumentazione deve funzionare correttamente, e alle condizioni operative nominali per le quali, oltre al corretto funzionamento, devono essere garantite anche le prestazioni metrologiche della strumentazione. Le condizioni di immagazzinamento e trasporto sono quelle condizioni non operative per cui lo strumento non deve danneggiarsi e deve successivamente garantire le sue prestazioni una volta riportato nelle condizioni operative di impiego nominali.

Le condizioni ambientali, non essendo definite nella norma di riferimento EN 61000-4-30, vengono qui specificate in dettaglio nella seguente Tabella III.

Parametri ambientali	Immagazzinamento e trasporto	Funzionamento al chiuso
Temperature limite di funzionamento	da -10°C a 70°C	da -5°C a +45°C
Temperature nominali di funzionamento	--	da 0°C a 40°C
Umidità relativa (senza condensa)	da 5% a 95%	da 5% a 95%
Tensione di alimentazione	--	110 V +10% -20% (c.c.) 24 V +10% -20% (c.c.)

**Tabella III – Condizioni ambientali**

### 2.2.3 *Compatibilità elettromagnetica*

- Immunità ai disturbi elettromagnetici: requisiti della EN 61000-6-2
- Emissione di disturbi elettromagnetici: requisiti della CEI EN 61000-6-3

### 2.2.4 *Requisiti di sicurezza*

La strumentazione deve essere conforme alla norma CEI EN 61010-1.

In particolare si applicano i seguenti requisiti:

Grado di inquinamento: 2

- Alimentazione: Classe di isolamento: 2 (doppio isolamento)  
Categoria sovratensione: CAT III
- Ingressi di misura: Categoria sovratensione: almeno CAT III

Grado di protezione dell'involucro: IP 40 (CEI EN 60529)

### 2.2.5 *Sincronizzazione*

La strumentazione deve essere dotata di un ricevitore GPS, con antenna esterna, per poter applicare la procedura di sincronizzazione suggerita nella norma CEI EN 61000-4-30 al fine di ottenere l'incertezza dell'orologio in tempo reale (RTC) prevista per la Classe A (non superiore a 20 ms).

### 2.2.6 *Algoritmo sw di riconoscimento dei buchi di tensione*

Un possibile algoritmo per il riconoscimento dei falsi buchi di tensione [1] si basa sull'asimmetria delle forme d'onda delle tensioni misurate in condizioni sia di parziale sia di piena saturazione del trasduttore (Figura 2). Condizioni di asimmetria si verificano, tuttavia, anche in corrispondenza dell'inizio e della fine di eventi reali: il criterio deve essere in grado di distinguere le due situazioni e fornire una valutazione specifica per ogni evento registrato che dovrà essere classificato come "Vero" o "Falso". Nel caso in cui il criterio non fosse in grado di arrivare ad una identificazione univoca, l'evento deve essere classificato "Non Definito". Nel caso di produzione di tabelle (di dati aggregati o no) si deve far riferimento ai soli eventi classificati come "Veri".

La misura della seconda armonica su 20 ms (misura aggiornata ogni 10 ms) può rappresentare un metodo per il riconoscimento dell'asimmetria nella forma d'onda registrata. Il criterio, da applicare indipendentemente sulle tre tensioni misurate, si basa su due parametri: una soglia per la seconda armonica e il numero consecutivo di superamenti di tale soglia; la scelta dei parametri deve essere tale da consentire il riconoscimento corretto del maggior numero possibile di falsi eventi e di ridurre al minimo possibile i casi di errata classificazione di eventi veri.

Dall'esperienza di esercizio del sistema di monitoraggio sperimentale "QuEEN", e dalle prove di laboratorio condotte nella fase di messa a punto del criterio, un limite per la seconda armonica di 0,1 pu ed un numero consecutivo di superamenti pari a 3 (30 ms) hanno corrisposto al miglior bilanciamento possibile tra i due requisiti precedenti<sup>2</sup>.

Per questo criterio sono definiti dei "test-case" (cap.5) per la verifica ed accettazione del criterio implementato. Nell'Appendice A viene specificato con maggior dettaglio il criterio da implementare.

L'esclusione del criterio sw in oggetto sarà possibile, in fase di configurazione dello strumento, solo per installazioni dei trasduttori di misura induttivi con collegamento degli avvolgimenti primari fase-fase o per impiego di trasduttori non soggetti a saturazione (divisori di tensione resistivi). L'esclusione del criterio deve poter essere effettuabile anche da remoto.

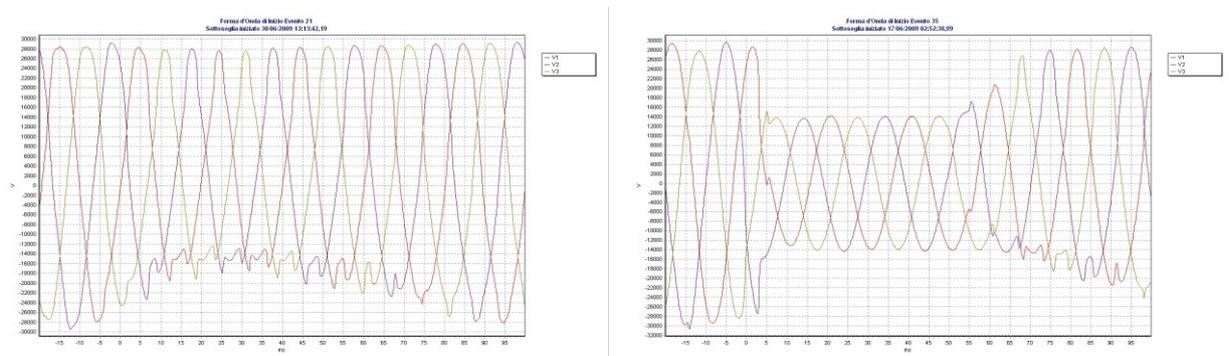


Figura 2: Falsi buchi di tensione - condizioni di parziale (a sinistra) e piena (a destra) saturazione del trasduttore di misura induttivo

### 3 ORIGINE DEI BUCI DI TENSIONE (MODALITÀ DI INDIVIDUAZIONE)

Un buco di tensione registrato nella rete in media tensione può avere origine da eventi che si manifestano sia nella rete MT stessa (compresi gli impianti dei Clienti allacciati alla rete MT) sia nella rete AT (di sub-trasmissione o di trasmissione). In quest'ultimo caso, data la struttura magliata della rete, il conseguente buco di tensione può essere avvertito in tutte le cabine primarie sottese alla rete AT interessata dal guasto.

Il sistema di monitoraggio dovrà pertanto essere in grado di individuare l'origine (dalla rete AT o MT) dell'evento registrato in cabina primaria.

In particolare tale individuazione sarà differenziata in funzione della configurazione impiantistica della cabina primaria e avverrà mediante:

cabina primaria con due o più sbarre MT derivate da una stessa rete AT

- confronto tra le registrazioni degli strumenti installati sulle sbarre MT.

<sup>2</sup> Ad oggi non è stato possibile confrontare il criterio descritto con altri adottati in altri sistemi di monitoraggio, criterio che dall'esperienza "QuEEN" ha evidenziato un'efficacia di circa l'80% nella corretta classificazione degli eventi veri.

Due eventi sono da considerare di comune origine AT quando sono verificate tutte le seguenti condizioni:

- ✓ le tensioni residue degli eventi differiscono tra loro di non più del 3% (valore compatibile con l'incertezza della catena di misura);
- ✓ gli istanti di accadimento differiscono tra loro non più di 60 ms (valore compatibile con l'incertezza dell'orologio in tempo reale (RTC) specificata al precedente punto 2.2.5);
- ✓ le durate degli eventi differiscono tra loro non più di 20 ms (valore compatibile con l'incertezza di misura proprie del criterio di individuazione di inizio e fine evento).

cabina primaria con una sola sbarra MT o con due o più sbarre MT derivate da differenti reti AT

- ricorso al segnale di avvio delle protezioni distanziometriche, ove disponibile;
- ricorso (nel caso di indisponibilità del segnale della protezione distanziometrica) al segnale di avvio della protezione di massima corrente del trasformatore; la soglia deve essere quella che determina l'avviamento della protezione in caso di occorrenza di un guasto che interessa una delle linee MT sottese alla sbarra monitorata. La presenza di un buco di tensione in assenza di avviamento della protezione di massima corrente è indice della sua origine nella rete di AT.

Nell'associare il buco di tensione al segnale di avvio delle protezioni, occorrerà tener conto del ritardo (stimato in 100 ms) con cui il segnale di avvio arriverà allo strumento.

#### 4 FORMATO DEI DATI

Le informazioni che devono essere associate ai buchi di tensione registrati dal sistema di monitoraggio, per consentirne una completa caratterizzazione, sono:

- numero progressivo dell'evento;
- indicazione delle tensioni interessate dall'evento;
- istante di inizio (data, ora, minuto, secondo e almeno centesimi di secondo);
- durata del buco di tensione, espressa almeno con precisione di centesimi di secondo;
- tensione residua (in valore assoluto e percentuale della tensione nominale);
- classificazione del disturbo secondo il criterio definito al par. 2.2.6 (vero, falso o non definito);
- origine del buco di tensione.

Allo scopo, il sistema dovrà eseguire le pre-elaborazioni necessarie dei dati "grezzi" registrati dallo strumento.

Lo strumento dovrà memorizzare, tra i dati "grezzi", le forme d'onda dei segnali acquisiti in corrispondenza degli eventi registrati ed in particolare:

- le forme d'onda delle tensioni caratterizzate da un pre ed un post trigger almeno pari a 20 ms e 100 ms rispettivamente;
- l'andamento del valore efficace (valutato su 20 ms ed aggiornato ogni 10 ms) delle grandezze acquisite con un pre ed un post trigger almeno pari a 20 ms e 500 ms rispettivamente.

Soluzioni che prevedano tempi superiori a quelli indicati nella specifica<sup>3</sup> sono adottabili, compatibilmente con i tempi di trasmissione dati dagli strumenti al "sistema centrale."

Le informazioni associate ai buchi di tensione registrati dovranno essere rese disponibili tramite sito web ad un "superutente" che vi accederà mediante autenticazione con *login*.

<sup>3</sup> Tali soluzioni potrebbero essere adottate al fine di registrare tutta la durata dell'evento che potrebbe non concludersi entro il post trigger indicato.

Tramite il sito deve essere possibile estrarre, in formato csv, i dati relativi ad uno o più strumenti per un periodo temporale di analisi selezionato in modo da consentirne il confronto e l'aggregazione. La selezione del periodo temporale di analisi, dello strumento o degli strumenti in esame deve essere resa possibile tramite il sito web. Il formato record dei dati è specificato in Appendice B.

Le informazioni relative alle forme d'onda degli eventi devono poter essere fornite a campione su richiesta del superutente. Tali informazioni dovranno essere conservate dal Distributore per un periodo di 2 anni.

Le informazioni di sintesi associate ai buchi di tensione registrati alle semisbarre MT di cabina primaria, secondo quanto indicato nella Delibera ARG/elt 198/11 del 29/12/2011 all'art. 65.b, separatamente per origine dell'evento, devono evidenziare:

- una classificazione tabellare nel formato descritto nella norma CEI EN 50160 con evidenza, anche cromatica, delle soglie di immunità definite per le apparecchiature di classe 2 e classe 3 di cui alle norme CEI EN 61000-4-11 e CEI EN 61000-4-34;
- il numero di eventi le cui caratteristiche durata e tensione residua risultano più severe di quelle definite dalla soglia di immunità "di classe 2";
- il numero di eventi le cui caratteristiche durata e tensione residua risultano più severe di quelle definite dalla soglia di immunità "di classe 3".

Le misure delle altre grandezze relative alla qualità della tensione definite al par. 1.5 saranno rese disponibili tramite sito web, in una modalità che metta in evidenza i parametri caratteristici ed il rispetto dei limiti definiti dalla norma CEI EN 50160. In particolare le grandezze "continue" devono essere calcolate/visualizzate su base settimanale a partire dalle 00:00:00 di Lunedì fino alle 24:00:00 di Domenica. Rappresentazioni di maggior dettaglio possono essere adottate analogamente a quanto fatto dal sistema sperimentale QuEEN, di cui in Appendice C si riporta un esempio di visualizzazione. In particolare alle sovraelevazioni (swell) possono essere associate tutte le informazioni richieste per i buchi di tensione, ad eccezione della classificazione e origine dell'evento.

## 5 CRITERI DI ACCETTAZIONE

### 5.1 Verifica di conformità della strumentazione

La conformità della strumentazione alle norme di cui al punto 1.3 e secondo quanto specificato nel presente documento, potrà essere verificata, in alternativa, sulla base della presentazione di:

- ✓ un certificato di conformità rilasciato da un organismo di certificazione di prodotto accreditato<sup>4</sup>
- ✓ documentazione di prove effettuate presso un laboratorio accreditato<sup>5</sup>.

Non è ammessa la possibilità, da parte del costruttore, di fornire una semplice dichiarazione di conformità alle norme.

### 5.2 Verifica dell'implementazione del criterio di riconoscimento dei buchi di tensione

Verrà messo a disposizione del costruttore un *set* di *test case* per la messa a punto del criterio di riconoscimento dei falsi buchi di tensione, da utilizzare in fase di sviluppo.

La verifica di validazione del sw che implementa il criterio di riconoscimento, al fine dell'accettazione, verrà svolta da RSE o da laboratorio accreditato EA, sulla base sia del *set* di *test case* fornito al costruttore per lo sviluppo, sia di un ulteriore *set* di *test case*.

<sup>4</sup> Conforme ai requisiti della norma UNI CEI EN 45011:1999 (Guida ISO/IEC 65:1996)

<sup>5</sup> Conforme ai requisiti della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

Il sw si ritiene validato se i risultati della verifica mostrano un'efficacia di almeno il 90% nella corretta classificazione degli eventi, sia per quelli veri che per quelli falsi.

### **5.3 Criteri di gestione della strumentazione**

Ai fini di gestire la strumentazione si richiede che la stessa sia dotata di una funzione di autodiagnostica (auto-test) gestibile da remoto dal sistema centrale.

## **6 BIBLIOGRAFIA**

- [1] R. Chiumeo, M. de Nigris, L. Garbero, C. Gandolfi, L. Tenti, E. Carpaneto, "Implementation of a New Method for an Improved Voltage Dips Evaluation by the Italian Power Quality Monitoring System in Presence of VT Saturation Effects", International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10), Granada (Spain), 23rd to 25th March, 2010.

## APPENDICE A: CRITERIO SW DI RICONOSCIMENTO DEI BUCHI DI TENSIONE

Il criterio sw di riconoscimento dei buchi di tensione (veri, falsi o non definiti) si basa sulla valutazione, **per ogni segnale acquisito (L1, L2 e L3)**, della seconda armonica.

### Calcolo della seconda armonica

Il **calcolo del valore efficace dell'armonica**, effettuato su 20 ms ed aggiornato ogni 10 ms, è **continuo** e procede con quello del valore efficace del segnale.

Valutato il valore efficace della seconda armonica per i tre segnali acquisiti, se ne calcola il valore relativo (rispetto al **valore efficace della tensione valutato durante l'evento contestualmente alla seconda armonica**), valore che viene confrontato con una opportuna soglia.

### Applicazione del criterio

Il **criterio è applicato simultaneamente a tutte e tre le tensioni acquisite.**

**L'istante di attivazione del criterio** è definito a partire dal primo trigger di riconoscimento dell'evento di buco di tensione e da un pre trigger di valore predefinito.

L'istante di attivazione del criterio è **comune per tutti i segnali di tensione** (Figura 3).

L'applicazione del criterio permane per tutta la durata dell'evento, sino all'**istante di disattivazione del criterio** definito a partire dall'istante di fine evento per l'ultimo segnale che ritorna "sopra la soglia di 0,9 Vn" e da un post trigger di valore predefinito.

L'istante di disattivazione del criterio è **comune per tutti i segnali di tensione** (Figura 3).

Il criterio di riconoscimento del buco di tensione prevede:

- se la soglia viene superata per almeno 3 valori consecutivi su tutte e 3 le tensioni, l'evento viene identificato come "**Falso**";
- se la soglia viene superata per almeno 3 valori consecutivi su una o due tensioni, l'evento viene identificato come "**Non Definito**";
- se in tutte le tensioni non si verificano 3 valori consecutivi superiori alla soglia, l'evento viene identificato come "**Vero**".

Tipo Marcatura	Descrizione	L1	L2	L3
F	Buchi Fittizi	F	F	F
V	Buchi Veri	V	V	V
ND	Non DEFINITI	∇ combinazione diverse dalle due precedenti		

Anche **nel caso di eventi che interessano una o due sole tensioni concatenate**, il criterio viene applicato a tutte e tre le tensioni acquisite (anche quella non interessata dal disturbo) secondo la logica della tabella precedente.

### Parametri utilizzati dal criterio di riconoscimento dei buchi di tensione

Pre trigger                    20 ms  
 Post trigger                    30 ms

Soglia di superamento per la seconda armonica: 0,1 pu  
 Numero consecutivo di superamenti: 3 (30 ms).

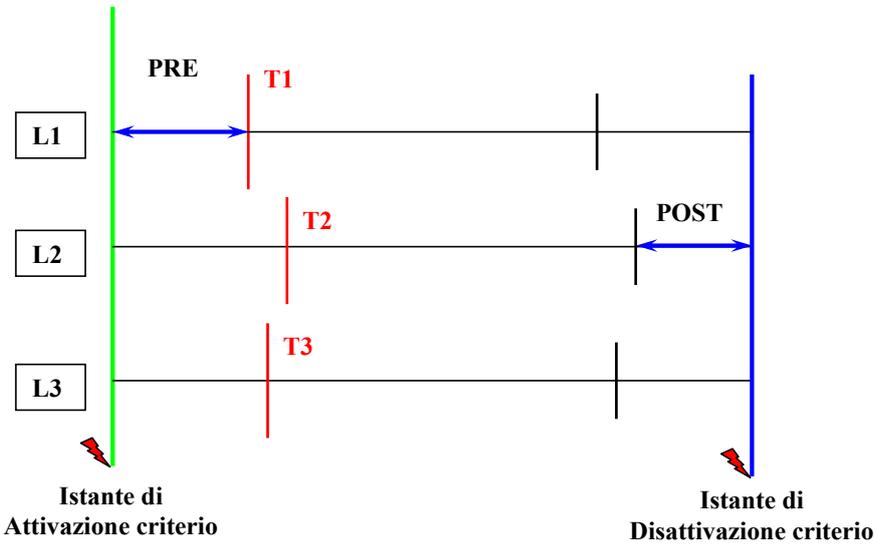


Figura 3: Il calcolo della seconda armonica, **per ogni segnale acquisito (L1, L2 e L3)**, è continuo e procede con quello del valore efficace valutato su 20 ms ed aggiornato ogni 10 ms. Il criterio è attivato, **per ogni segnale acquisito (L1, L2 e L3)**, dal primo trigger individuato (T1) e inizia dall'istante definito dal valore impostato per il pre trigger (istante identificato dalla linea verde in figura). L'istante di disattivazione del criterio, **per ogni segnale acquisito**, è definito, a partire dall'istante di fine evento buco di tensione per l'ultimo segnale che ritorna "sopra la soglia di 0,9Vn", dal valore impostato per il post trigger (istante identificato dalla linea blu in figura).

## **APPENDICE B: TRACCIATO RECORD DELLE INFORMAZIONI ASSOCIATE AI BUCI DI TENSIONE**

Le informazioni che devono essere riportate in ogni record del file csv, sulla base di quanto indicato al cap. 4, sono:

Numero progressivo evento	
Identificativo Installazione	
Tensioni interessate dall'evento:	RS ST TR
Istante di accadimento evento:	[gg/mm/aaaa hh:mm:ss,cc]
Durata dell'evento:	[hh:mm:ss,cc]
Tensione Nominale:	[kV]
Tensione residua:	[kV]
Tensione residua:	[%]
Distanziometrica	SI/NO
Max corrente TR	SI/NO
Tipo buco di tensione:	V / F / ND
Origine del buco di tensione	AT / MT

Nella pagina seguente, a titolo d'esempio, si riporta un file csv, dedotto dal formato tipo del sistema sperimentale QuEEN, relativo a due eventi associati a due differenti strumenti.

"Installazione";"RS";"ST";"TR";"Istante [gg/mm/aaaa hh:mm:ss,cc]";"Durata [hh:mm:ss,cc]";"Tensione Nominale [kV]";"Tensione residua [kV]";"Tensione residua [%]";"Dist";"Max I TR";"Tipo";"Origine";  
"A \_\_\_\_\_";"X";"X";"";"13/06/2012 07:20:14,13";"00:00:00,30";"15.0";"11.9";"79.33";"NO";"NO";"V";"AT";  
"B \_\_\_\_\_";"X";"";"13/06/2012 07:20:15,29";"00:00:00,02";"15.0";"13.5";"89.93";"NO";"NO";"V";"MT";

Esempio di file csv dedotto dal formato tipo del sistema sperimentale QuEEN relativo a due eventi associati a due differenti strumenti (A\_\_\_\_\_ e B\_\_\_\_\_)

**APPENDICE C: ESEMPI DI VISUALIZZAZIONE DEI PARAMETRI DELLA QUALITA' DELLA TENSIONE TRATTI DAL SISTEMA QUEEN**

*Variazioni lente di tensione*

Ampiezza e variazione della tensione di alimentazione												
Settimane	Percentuali valori entro $\pm 10\%$	Percentuali valori entro $\pm 15\%$	Percentuali valori $\geq 0,9 V_n$	Percentuali valori $\leq 1,1 V_n$	Percentuali valori $\geq 0,85 V_n$	Percentuali valori $\leq 1,15 V_n$	5° percentile [KV]	95° percentile [KV]	Minimo assoluto		Massimo assoluto	
									Valore [KV]	Istante	Valore [KV]	Istante
da 21/05/2012 a 27/05/2012	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	14.93	15.23	14.87	22/05/2012 05:40	15.29	22/05/2012 02:40

La settimana di riferimento inizia alle 00:00 di Lunedì e termina alle 24:00 di Domenica.

*Flicker*

Settimane	Tensione	Flicker			
		PST 95° percentile	PLT 95° percentile	PLT Massimo assoluto [p.u.]	
				Valore	Istante
da 21/05/2012 a 27/05/2012	RS	0.35	0.35	0.43	22/05/2012 07:20
	ST	0.29	0.27	0.31	27/05/2012 04:40
	TR	0.29	0.27	0.30	26/05/2012 00:20

*Interruzioni della tensione di alimentazione*

Interruzioni: transitorie						
N°	RS	ST	TR	Istante di accadimento	Durata [hh:mm:ss,cc]	
1	X	X	X	01/02/2012 15:17:01,72	00:00:00,59	

Interruzioni: brevi						
N°	RS	ST	TR	Istante di accadimento	Durata [hh:mm:ss,cc]	
1	X	X	X	01/02/2012 15:17:04,68	00:00:30,03	

Interruzioni: lunghe						
N°	RS	ST	TR	Istante di accadimento	Durata [hh:mm:ss,cc]	
1	X	X	X	04/02/2012 00:38:38,47	00:03:02,40	

*Sopraelevazioni di tensione*

Sopraelevazioni di tensione							
N°	Tensione			Istante [gg/mm/aaaa] [hh:mm:ss,cc]	Durata [hh:mm:ss,cc]	Tensione massima [KV]	Tensione massima [% Vn]
	RS	ST	TR				
1	X			03/01/2012 23:52:19,24	00:00:00,03	22.62	113.1
2	X			03/02/2012 19:08:45,32	00:00:08,43	22.04	110.2
3	X	X	X	13/02/2012 11:48:23,08	00:00:15,15	22.17	110.9

Numero di sopraelevazioni di tensione MT EN50160					
T. massima [%]		Durata sopraelevazioni			
		20-500 ms	0.5-5 s	5-60 s	Totale
	$U \geq 120$	0	0	0	0
	$120 > U > 110$	1	0	2	3
<b>Totale</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	

*Squilibrio della tensione*

Squilibri della tensione			
Settimane	95° percentile [%]	Massimo	
		Valore [%]	Istante
21/05/2012..27/05/2012	0.44	0.56	22/05/2012 07:20

*Variazioni rapide di tensione*

Sintesi Variazioni rapide		
Ampiezza percentuale ( $\Delta V/V_n$ )	N.ro variazioni rapide	N.ro medio variazioni rapide per settimana
2...4 %	0	0.0
4...6 %	2	0.2
>6 %	44	3.4

Dettaglio Variazioni rapide					
N°	Istante di accadimento [gg/mm/aaaa hh:mm:ss,cc]	Ampiezza percentuale ( $\Delta V/V_n$ )	Durata [s]	Minimo ( $\Delta V/V_n @ \Delta T$ )	Massimo ( $\Delta V/V_n @ \Delta T$ )
1	06/01/2012 11:49:16,17	-8.52	0.030	-8.52@0.020	0.00@0.000
2	06/01/2012 11:49:17,24	8.28	0.930	0.00@0.000	8.28@0.010

*Armoniche*

Armoniche di tensione				
Settimane		95° percentile [%]	Massimo	
			Valore [%]	Istante
21/05/2012..27/05/2012	THD	0.93	1.22	24/05/2012 14:30
	2ª	0.28	0.30	22/05/2012 02:00
	3ª	0.20	0.21	23/05/2012 03:50
	4ª	0.04	0.10	23/05/2012 17:20
	5ª	0.88	1.19	24/05/2012 14:30
	6ª	0.08	0.10	21/05/2012 10:30
	7ª	0.44	0.60	27/05/2012 07:30
	8ª	0.00	0.06	24/05/2012 05:50

*THDv Settimanale*

THDv settimanale			
Settimane	95° percentile [%]	Massimo	
		Valore [%]	Istante
21/05/2012..27/05/2012	0.93	1.22	24/05/2012 14:30