CARATTERISTICHE DELLA TENSIONE SULLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE

Storia delle revisioni	
Rev.00	Prima stesura
Rev.01	Revisione del documento per allineamento con le delibere 653/2015/R/eel e 646/2015/R/eel
Rev.02	Revisione del documento per allineamento con la delibera 856/2017/R/eel e con la determina DIEU 12/2017

INDICE

1. **SCOPO** **3**
2. **CAMPO DI APPLICAZIONE** **3**
3. **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO** **3**
4. **DEFINIZIONI** **4**
5. **CARATTERISTICHE DELLA TENSIONE E MISURA DEI PARAMETRI** **6**
6. **RISPOSTA IN FREQUENZA E PRECISIONE DEI TV** **9**
7. **REGISTRAZIONE, MONITORAGGIO E PUBBLICAZIONE DEI DATI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE** **10**
8. **MONITORAGGIO E REGISTRAZIONE DEGLI INDICATORI DI QUALITÀ DELLA TENSIONE IN RETI MT** **11**

1. SCOPO

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le caratteristiche della tensione misurata sulla Rete di Trasmissione Nazionale (nel seguito RTN) e di definire le modalità di rilevazione dei parametri caratteristici.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Il presente documento si applica alla misura delle caratteristiche della tensione sulla RTN, in particolare sui siti di Utenti connessi alla RTN, con riferimento ai seguenti soggetti e per quanto di rispettiva competenza:

- Produttori (o titolari di unità di produzione);
- Clienti finali (o titolari di unità di consumo);
- Distributori (o imprese distributrici);
- Altri Gestori di reti.

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

[1] Delibera 250/04 del 30 dicembre 2004 dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (di seguito: Autorità);
[2] Delibera 70/05 del 29 aprile 2005 dell'Autorità;
[3] Delibera 653/2015/R/eel del 23 dicembre 2015 dell'Autorità e successive modifiche e integrazioni;
[4] Allegato A.54 al Codice di Rete "Classificazione e registrazione delle interruzioni degli utenti direttamente e indirettamente connessi alla RTN";
[5] Delibera 646/2015/R/eel del 22 dicembre 2015 dell'Autorità e successive modifiche e integrazioni;
[6] CEI EN 50160 "Voltage Characteristics of Public Distribution Systems";
[7] CEI EN 61000-4-30 "Power quality measurement methods";
[8] CEI EN 61000-4-15 "Flickermeter – Functional and design specifications";

[9] CEI EN 61000-4-11 “Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests”;

[10] CEI EN 61000-4-34 “Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests for equipment with input current more than 16 A per phase;

[11] Determina 12/2017 – DIEU del 21 dicembre 2017 dell’Autorità;

[12] Delibera 856/2017/R/eel del 14 dicembre 2017 dell’Autorità.

4. DEFINIZIONI

I termini, gli acronimi e le sigle presenti nel testo sono definiti nel Glossario del Codice di Rete, al quale si rinvia. Ai fini del presente documento valgono altresì le seguenti definizioni:

Tensione di alimentazione: valore efficace della tensione misurato in un intervallo di tempo assegnato.

Tensione nominale (Un): tensione con la quale il sistema è caratterizzato o identificato ed alla quale si riferiscono alcune caratteristiche di funzionamento.

Tensione di alimentazione dichiarata (Uc): la tensione di alimentazione dichiarata Uc nel sito di connessione è normalmente la tensione nominale del sistema Un, salvo che Terna dichiari espressamente un valore diverso dalla tensione nominale.

Frequenza della tensione: numero di ripetizioni della componente fondamentale della tensione di alimentazione, misurato in un dato intervallo di tempo.

Variazione della tensione: aumento o diminuzione della tensione di alimentazione normalmente provocato dalla variazione del carico.

Flicker: impressione d’instabilità della percezione visiva indotta da uno stimolo luminoso la cui luminanza o la cui distribuzione spettrale fluttua nel tempo.

L'intensità di questo tipo di disturbo viene definita in osservanza con il metodo di misura definito nel documento [8] e viene valutata mediante le seguenti quantità:

- severità di breve durata del flicker (Pst), misurata in un intervallo di 10 minuti;
- severità di lunga durata del flicker (Plt), calcolata a partire da una sequenza di 12 valori di Pst su un intervallo di 2 ore, secondo la formula che segue:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}}{12}}$$

Buco di tensione: riduzione temporanea della tensione di alimentazione ad un valore compreso tra il 90% e il 5% della tensione dichiarata Uc. Convenzionalmente la durata del buco di tensione è compresa tra 10 ms e 60 secondi; il buco di tensione può interessare una o più fasi ed è denominato unipolare, bipolare o tripolare se rispettivamente interessa una, due o tre fasi.

La profondità di un buco di tensione è definita come differenza tra il valore efficace della tensione minima durante il buco e la tensione dichiarata. Le variazioni di tensione che non riducono la tensione a meno del 90% della tensione Uc non sono considerati buchi.

La durata di un buco di tensione è la differenza temporale tra l'istante di inizio della diminuzione della tensione e l'istante nel quale la stessa tensione ritorna entro i limiti.

Interruzione: è la condizione nella quale la tensione nel punto di connessione di un utente della rete di trasmissione nazionale è inferiore al 5% della tensione dichiarata su tutte le fasi di alimentazione.

Microinterruzione: interruzione transitoria, secondo quanto definito nel documento [4] e buchi di tensione, di cui al documento [6].

Sovratensione temporanea: aumento temporaneo della tensione di alimentazione in un punto del sistema di alimentazione elettrica al di sopra di una soglia di inizio specificata.

Tensione armonica: tensione sinusoidale la cui frequenza è un multiplo intero della frequenza fondamentale della tensione di alimentazione.

La tensione armonica può essere valutata:

- individualmente, secondo l'ampiezza relativa alla componente fondamentale,
- globalmente, col fattore di distorsione armonica THD definito come

$$THD = \sqrt{\sum_{b=2}^{40} (u_b)^2} \ ,$$

dove u_b è la singola componente armonica.

Squilibrio di tensione: lo squilibrio di tensione (o dissimmetria) è il rapporto tra l'ampiezza della componente di sequenza inversa e quella di sequenza diretta di un sistema di tensioni trifase.

In un sistema trifase, lo squilibrio è la condizione nella quale i valori efficaci delle tensioni di fase o gli angoli di fase tra fasi consecutive non sono uguali.

5. CARATTERISTICHE DELLA TENSIONE E MISURA DEI PARAMETRI

Le caratteristiche misurate della tensione sono le seguenti:

1. Frequenza della tensione
2. Ampiezza e variazione della tensione
3. Buchi di tensione
4. Armoniche di tensione
5. Flicker
6. Squilibrio di tensione
7. Sovratensione temporanea
8. Interruzioni transitorie

La misura delle caratteristiche di tensione si riferisce ad un punto di connessione ed è condotta separatamente su tutte e tre le fasi.

La modalità di misura delle caratteristiche della tensione è conforme a quanto prescritto nel documento [7]. In particolare, la misura è effettuata sulle tre tensioni di fase e tiene conto del concetto di marcatura in modo da evitare di contare un singolo evento più di una volta nei diversi parametri (per esempio, contare un singolo buco di tensione anche come variazione di frequenza).

Le misure delle caratteristiche della tensione, oltre ad essere riferite alle tre fasi considerate singolarmente, sono aggregate con riferimento al punto di misura: ad esempio, il buco di tensione tripolare sarà conteggiato come un buco di tensione di durata e profondità convenzionale, pur non perdendo l'informazione di quanto avvenuto sulle singole fasi.

Al fine di distinguere la provenienza dei disturbi, la strumentazione di misura è sincronizzata sul medesimo orario per permettere la comparazione tra strumenti ubicati in punti diversi della rete oppure sono registrati particolari eventi quali ad esempio l'avviamento o lo scatto delle protezioni.

Nel seguito sono indicati gli intervalli temporali per la valutazione delle caratteristiche della qualità della tensione. Aggregazioni dei valori misurati possono essere effettuate a livello dell'apparato di misura o dell'unità centrale di acquisizione ed elaborazione.

In dettaglio:

1. Frequenza della tensione: la frequenza fondamentale della tensione di rete è intesa come la frequenza della componente sinusoidale presente nel segnale di tensione più prossima a 50 Hz. La frequenza è misurata su un intervallo temporale di 10 secondi.
2. Ampiezza e variazioni della tensione: la misura è quella del valore efficace della tensione che è misurata su un intervallo di 10 minuti.

3. Buchi di tensione: sono misurati la profondità, l'istante di inizio, l'istante di fine e la/e fase/i interessata/e. Ogni buco di tensione è quindi caratterizzato da:
    - Tensione residua (u);
    - Istante di inizio dell'evento (data e ora, quest'ultima espressa in centesimi di secondo);
    - Durata (differenza tra l'istante di fine e l'istante di inizio);
    - Fase/i interessata/e.

    I buchi di tensione sono classificati secondo la Tabella 1 descritta nel documento [6] e riportata di seguito:

Residual voltage *u* %	**Duration *t*** ms				
	$10 \leq t \leq 200$	**$200 < t \leq 500$**	**$500 < t \leq 1\,000$**	**$1\,000 < t \leq 5\,000$**	**$5\,000 < t \leq 60\,000$**
$90 > u \geq 80$	CELL A1	CELL A2	CELL A3	CELL A4	CELL A5
$80 > u \geq 70$	CELL B1	CELL B2	CELL B3	CELL B4	CELL B5
$70 > u \geq 40$	CELL C1	CELL C2	CELL C3	CELL C4	CELL C5
$40 > u \geq 5$	CELL D1	CELL D2	CELL D3	CELL D4	CELL D5
$5 > u$	CELL X1	CELL X2	CELL X3	CELL X4	CELL X5

Tabella 1– Classificazione dei buchi di tensione per tensione residua e durata

Per i buchi di tensione monopolari le caratteristiche sopra riportate sono univocamente determinate.

Per quanto concerne, invece, la classificazione dei buchi di tensione bipolari e tripolari si assumono le seguenti durate e tensioni residue convenzionali:

- tensione residua: minima tensione raggiunta su ciascuna delle due (tre) fasi interessate;
- durata: intervallo di tempo tra il minore istante di inizio ed il maggiore istante di fine su ciascuna delle due (tre) fasi interessate.

4. Armoniche di tensione: le armoniche di tensione sono misurate su un intervallo di 10 minuti.
5. Flicker: sono misurate, in accordo alle modalità operative indicate nel documento [8], la severità del disturbo flicker durante un tempo breve, pari ad un periodo di osservazione Tst=10 minuti, nel caso della misura dell'indice Pst, e la severità del flicker durante un tempo lungo, pari ad un periodo di osservazione di Tlt=2 ore, nel caso dell'indice Plt.
6. Squilibrio della tensione: lo squilibrio di tensione è misurato su un intervallo di 10 minuti.
7. Sovratensione temporanea: aumento temporaneo della tensione di alimentazione al di sopra del 110% della tensione dichiarata.
8. Interruzioni transitorie: condizione nella quale la tensione a tutti i terminali di fornitura è inferiore al 5% della tensione di riferimento per un tempo non superiore al secondo, secondo quanto specificato nel documento [4].

6. RISPOSTA IN FREQUENZA E PRECISIONE DEI TV

Per i sistemi elettrici in Alta Tensione, la tensione (valore elettrico da misurare) è accessibile tramite trasduttori di misura (TV) che generalmente sono dei trasformatori di tensione di tipo capacitivo (TVC).

Nei TVC la risposta di frequenza, sintonizzata sull'armonica fondamentale, può alterare in modo sensibile il segnale di tensione primario influenzando in particolare le misure delle componenti armoniche. I TVC, presenti sugli impianti, sono dimensionati in modo da fornire una misura con una precisione pari allo 0,5% nel campo di funzionamento 10%-110% della tensione nominale.

7. REGISTRAZIONE, MONITORAGGIO E PUBBLICAZIONE DEI DATI DELLA QUALITÀ DELLA TENSIONE

Secondo quanto riportato nel documento [3] è istituita una fase di monitoraggio delle microinterruzioni da parte dei clienti finali AAT o AT[1] interessati ad una futura regolazione individuale delle microinterruzioni. A tal fine Terna, per ogni cliente finale AAT o AT che partecipa al monitoraggio, renderà disponibili i dati sulle microinterruzioni che lo hanno interessato. Terna invia all'Autorità i dati relativi al monitoraggio secondo le modalità e le tempistiche definite nel documento [3].

Entro il 30 giugno di ogni anno, Terna pubblica i valori minimo e massimo della tensione efficace attesa e della tensione effettiva (a cui devono corrispondere valori del fattore di potenza in prelievo di energia reattiva compresi tra 0,9 e 1). Tali valori sono pubblicati per ogni impresa distributrice connessa alla rete rilevante o cliente finale AAT o AT connesso alla rete rilevante [12] che abbia reso disponibili a Terna i dati di cui all'articolo 24.2 del documento [3], secondo le modalità definite da Terna e pubblicate sul proprio sito internet nella sezione "Sistema elettrico/Qualità del servizio di trasmissione" (http://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/qualitàdelservizioditrasmissione.aspx).

Qualora le imprese distributrici ed i clienti finali AAT o AT connessi alla rete rilevante non provvedano all'invio dei suddetti dati, Terna non procederà alla pubblicazione dei relativi valori di tensione.

[1] Per cliente finale AAT o AT si intente un Utente AAT o AT che sia rimasto nelle condizioni di prelievo, anche potenziali, per l'intero anno cui si riferiscono le microinterruzioni.

8. MONITORAGGIO E REGISTRAZIONE DEGLI INDICATORI DI QUALITÀ DELLA TENSIONE IN RETI MT

Le imprese distributrici, per ogni apparecchiatura di misura della qualità della tensione, registrano i buchi di tensione a decorrere dalla data di messa in servizio[2] della stessa, secondo la classificazione prevista nel documento [5] e si adoperano affinché sia assicurata la minimizzazione dei tempi [11]:

a) di fuori servizio delle apparecchiature di misura;
b) di malfunzionamento delle apparecchiature di misura, durante i quali i buchi di tensione registrati possono risultare non attendibili.

Terna e le imprese distributrici possono attivare confronti e scambi informativi, secondo periodicità tra loro concordate, al fine di ottimizzare il criterio di determinazione della rete in cui hanno origine alcune tipologie di buchi di tensione [11] garantendo in ogni caso il rispetto della data entro cui le imprese distributrici devono comunicare i dati all'Autorità ai sensi del documento [5].

[2] Una apparecchiatura di misura della qualità della tensione si intende messa in servizio quando un sistema centrale di monitoraggio della qualità della tensione è in grado di acquisire con continuità i dati di qualità della tensione registrati da tale apparecchiatura.