



**Certificazione delle unità di generazione idroelettriche  
(Allegati N.ter- B.ter)**

---

Certification of hydroelectric generating units (Annex N.ter- B.ter)



## FOGLIO DI INTERPRETAZIONE

### **Sommario**

Questo Foglio di interpretazione delle Norme CEI 0-16 e 0-21 chiarisce come devono essere intesi i requisiti a cui si fa riferimento e trattati nella Norme in oggetto.

## DATI IDENTIFICATIVI CEI

*Norma italiana* CEI 0-16; CEI 0-21/IS2

*Classificazione* CEI 0-16; CEI 0-21/IS2

## COLLEGAMENTI/RELAZIONI TRA DOCUMENTI

*Nazionali*

*Europei*

*Internazionali*

*Legenda*

## INFORMAZIONI EDITORIALI

*Pubblicazione* FOGLIO DI INTERPRETAZIONE

*Stato Edizione* In Vigore

*Data validità* 01-11-2024

*Fascicolo* 25399

*Ed. Prec. Fasc.* Nessuna

*Comitato Tecnico* CT 316 - Connessioni alle reti elettriche Alta, Media e Bassa Tensione

*Identica a*

*Approvata da* Presidente del CEI

*In data* 21-10-2024

*Approvata da*

*In data*

*Sottoposta a*

*Chiusura in data*

*ICS*



© CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO - Milano 2024. Riproduzione vietata

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente Documento può essere riprodotta, messa in rete o diffusa con un mezzo qualsiasi senza il consenso scritto del CEI. Concessione per utente singolo. Le Norme CEI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione sia di nuove edizioni sia di varianti. È importante pertanto che gli utenti delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione o variante.

**INDICE**

|  |    |
|--|----|
| Premessa .....   | 4  |
| 1 Campo di applicazione .....  | 5  |
| 2 Considerazioni generali .....  | 5  |
| 2.1 Unità di generazione e definizioni .....   | 5  |
| 2.2 Estensione delle verifiche e definizione di famiglia di unità di generazione .....                     | 5  |
| 2.3 Modello matematico per CEI 0-21 .....  | 6  |
| 3 Indicazioni interpretative.....  | 6  |
| 3.1 Definizioni di CEI 0-21 e CEI 0-16.....  | 6  |
| 3.2 Applicabilità del concetto/definizione di famiglia.....  | 10 |
| 3.3 Applicabilità del concetto/definizione di famiglia senza specifica limitazione di potenza.....         | 10 |
| 3.4 Uso del Modello matematico per unità di generazione a cui applica CEI 0-21 .....                       | 10 |
| 3.5 Misure per la qualità della tensione (Bter. 3 e Nter. 3) .....   | 10 |
| 3.6 Verifiche del campo di funzionamento in tensione e frequenza (Bter.4 e Nter.4) ...                     | 11 |
| 3.7 Verifica delle condizioni di sincronizzazione e presa di carico (Bter 5 e Nter 5).....                 | 11 |
| 3.8 Verifica dei requisiti costruttivi circa lo scambio di potenza reattiva (Bter 6 e Nter6) .....         | 11 |
| 3.9 Verifica dei requisiti costruttivi circa la regolazione della potenza attiva (Bter. 7 e Nter. 7) ..... | 12 |
| 3.10 Verifica della insensibilità alle variazioni di tensione (VFRT capability) (Bter. 8 e Nter. 8) .....  | 12 |
| 3.11 Modello matematico CEI 0-21 (Bter 9) .....  | 12 |
| 4 Documento Informativo.....   | 12 |



## PREMESSA

Le verifiche associate alle unità di generazione idroelettriche presentano una serie di criticità per quel che riguarda le verifiche di conformità ai requisiti di connessione alla rete descritte in CEI 0-21 e CEI 0-16. Tali criticità possono essere identificate nel fatto che ogni impianto di generazione idroelettrica è unico e quindi le unità di generazione di ciascun impianto dovrebbero venire testate; le verifiche sulle unità di generazione non possono essere eseguite in laboratorio, le verifiche in campo sull'unità di generazione idroelettrica presentano delle criticità di carattere logistico, associate alla topografia dei luoghi di installazione. Tutte queste criticità creano delle obiettive barriere alla connessione di tali unità di generazione non direttamente legate al soddisfacimento dei requisiti di connessione. Queste criticità sono evidenti in particolare per gli impianti idroelettrici di taglia piccola, per i quali l'investimento legato alle verifiche risulta sproporzionato se comparato al costo della stessa unità di generazione.

L'obiettivo di questo documento è fornire chiarimenti alle procedure per le verifiche da condurre su unità di generazione idroelettriche necessarie a comprovare la rispondenza ai requisiti di connessione alla rete descritti in CEI 0-21 e CEI 0-16 atti a superare le criticità precedentemente menzionate.

In tal senso questo documento presenta una interpretazione e alcune integrazioni delle definizioni di Unità di Generazione, Famiglie di Unità di Generazione, Componenti, famiglie di componenti, Gruppo di Generazione e Impianto di Generazione.

Si considera che le Unità di Generazione idroelettriche siano un utile esempio che può essere esteso a qualunque altra tecnologia, infatti, possono utilizzare generatori sincroni e asincroni o convertitori statici come interfaccia verso la rete elettrica.



## 1 Campo di applicazione

Con riferimento alle prescrizioni relative alle unità di generazione e alle relative prove di conformità alle Norme CEI 0-16 e CEI 0-21, il documento è focalizzato sulle unità di generazione idroelettriche di piccola taglia, spesso in gergo comunemente definite micro o mini-idroelettriche. Tuttavia, le indicazioni riportate possono essere applicate anche a impianti di generazione di taglia media. Inoltre, le stesse interpretazioni e criteri possono essere estesi ad altre tecnologie di impianto o unità di generazione con similari problematiche.

## 2 Considerazioni generali

### 2.1 Unità di generazione e definizioni

La definizione di unità di generazione non è oggi esplicitamente presente in CEI 0-21 e CEI 0-16, ma si ritiene essenziale per chiarire il sistema a cui si applicano i requisiti e le verifiche; l'unità di generazione è identificabile come l'elemento a cui si applicano i requisiti, le verifiche e che costituisce l'elemento base per l'applicazione del concetto di "Famiglia".

L'unità di generazione è considerato l'elemento più piccolo dell'impianto di generazione in grado nel suo insieme di produrre energia elettrica in modo indipendente che converte una sorgente primaria di energia in energia elettrica e che è connesso in modo sincrono, asincrono o per mezzo di elettronica di potenza ad una rete elettrica. Questa definizione è in linea con quanto indicato nella attuale direttiva macchine ((EC) 2006/42), nonché con le definizioni presenti nella proposta di modifica dell'attuale regolamento europeo (EU) 2016/631 presentata da ACER alla Commissione Europea in data 23 dicembre 2023.

L'unità di generazione può essere definita attraverso i suoi principali componenti. Qui di seguito un estratto da CEI 0-21 Bter 1 (anche CEI 0-16 Nter 1) per le unità di generazione rotanti, che nei documenti esistenti venivano talvolta indicate come gruppo di generazione.

Il gruppo di generazione può essere considerato come definito nei seguenti componenti principali:

- Generatore
- Regolatore di tensione del generatore (non applicabile per generatori asincroni)
- Motore primo
- Sistema di controllo del motore primo
- Eventuali sistemi aggiuntivi atti al controllo della potenza reattiva
- Sistemi ausiliari

Per chiarezza ai fini della certificazione CEI 0-16 e CEI 0-21, l'unità di generazione non comprende l'impianto di adduzione e l'impianto di scarico di un impianto idroelettrico.

Le definizioni dei documenti esistenti sono state riviste e integrate.

### 2.2 Estensione delle verifiche e definizione di famiglia di unità di generazione

Vista la criticità nell'esecuzione delle prove è importante per i costruttori poter utilizzare i risultati delle verifiche su di una unità quali dimostrazione che unità di generazione "uguali" siano anch'esse conformi ai requisiti, come già oggi descritto per le varie tecnologie di generazione negli allegati B, Bbis e Bter di CEI 0-21 e N, Nbis e Nter di CEI 0-16.

La possibilità di estendere i risultati delle verifiche porta alla identificazione delle Famiglie di Unità di generazione per cui le verifiche eseguite su una unità rappresentativa possono essere estesi ad unità "uguali". (Oggi l'estensione è limitata ad un intervallo di potenza compresa tra  $\sqrt{10}$  e  $1/\sqrt{10}$  della potenza della unità di generazione rappresentativa o all'insieme di unità compresa tra quella verificata di potenza più piccola e quella più grande).



L'identificazione dell'unità di generazione quale elemento parte dell'impianto idroelettrico, permette l'uso delle semplificazioni associate alle famiglie di unità di generazione anche nel contesto degli impianti idroelettrici.

### **2.3 Modello matematico per CEI 0-21**

Nel caso di impianti collegati in BT è ammesso l'utilizzo di un modello matematico validato per la verifica dei requisiti come descritti in Bter 6, Bter 7 e Bter 8. Per la validazione del modello matematico si farà riferimento come linea guida alle verifiche come descritte in Nter 9 di CEI 0-16.

## **3 Indicazioni interpretative**

### **3.1 Definizioni di CEI 0-21 e CEI 0-16**

Di seguito una revisione delle definizioni in CEI 0-21 e CEI 0-16 per gli scopi di questo FdI.

#### **3.xx Componente (nuova definizione)**

Un componente corrisponde ad un elemento parte di un gruppo di generazione o di una unità di generazione il cui comportamento ha potenzialmente un impatto sulle caratteristiche elettriche o sulla rispondenza ai requisiti di questa norma tecnica.

#### **3.xx Famiglia di componenti (nuova definizione)**

un gruppo di componenti dello stesso costruttore con caratteristiche elettriche uguali a quelle di un componente rappresentativo su cui sono state eseguite verifiche di conformità (componente testato).

#### **3.xx Famiglia di unità di generazione (nuova definizione)**

Si definisce famiglia un insieme di unità di generazione che:

- condividono la stessa tecnologia e il progetto con riferimento alla conversione e/o accumulo della sorgente di energia primaria e trasformazione in energia elettrica
- utilizzano un sistema di controllo con struttura, architettura, hardware e software "uguale"
- la struttura del modello di simulazione, qualora applicabile, sarà la stessa per tutte le unità di generazione appartenenti alla famiglia

Per sistema di controllo "uguale" si intende:

- Stessi segnali in ingresso al sistema di controllo
- Il controllore potrà essere un PC o PLC che garantisca lo stesso livello minimo di prestazioni di sicurezza e funzionali;
- La programmazione software contiene differenze che non hanno impatto sulle capacità funzionali e sulle funzioni di sicurezza e protezione legate alle regole di connessione alla rete (EN 50549-10);
- I settaggi interni (non modificabili dall'operatore) sono adattati in funzione della taglia e configurazione dell'unità di generazione per riprodurre lo stesso comportamento statico e dinamico dell'unità di generazione ovvero della o delle grandezze qualificanti il comportamento statico e dinamico (la caratteristica di controllo è uguale, ma può comandare uno o più attuatori);
- Per le unità di generazione rotanti, gli organi attuatori del motore primo potranno essere differenti, perché adattati alla configurazione della tecnologia includendo la taglia, ma dovranno avere le caratteristiche minime da permettere il comportamento statico e dinamico richiesto
- Per inverter i filtri ed i trasduttori potranno essere diversi in funzione della taglia

Nei capitoli B, Bbis e Bter viene trattata la definizione estesa di Famiglia di Unità di Generazione incluse le modalità di verifica della rispondenza ai requisiti e dell'estensione delle verifiche eseguite ai componenti la famiglia.

NOTA Il concetto di famiglia viene creato con il fine di rendere efficiente la procedura di verifica delle unità di generazione che possono differire in potenza e tensione e che si comportano nello stesso modo per quel che riguarda il controllo delle grandezze elettriche.



Si considera che le verifiche eseguite su una unità di generazione di riferimento possono essere trasferite alle unità di generazione appartenenti alla famiglia.

### **3.31 (CEI 0-21) e 3.40 (CEI 0-16) Gruppo di generazione**

Insieme delle unità di generazione collegate con un solo punto di connessione alla rete, che includono servizi ausiliari ed i dispositivi di connessione. La classificazione dei sistemi di generazione connessi sulla rete si differenzia in base alle caratteristiche della sorgente primaria e alle parti di conversione per l'interfaccia alla rete.

I generatori rotanti/tradizionali possono essere generatori di tipo sincrono o asincrono connessi (direttamente) alla rete senza interposizione di sistemi di raddrizzamento/inversione.

Si richiama inoltre la definizione di "gruppo di generazione" presente in articolo 2 punto 5 del Regolamento UE 2016/631 "gruppo di generazione, gruppo di energia elettrica sincrono o parco di generazione".

### **3.xxx**

#### **Gruppo di Generazione Sincrono (Nuova definizione)**

Secondo l'Articolo 2 punto 9 del Regolamento EU 2016/631 "gruppo indivisibile di installazioni per la generazione di energia elettrica, tali che la velocità del generatore e la frequenza di rete siano in rapporto costante (sincrone)".

### **3.xxx**

#### **Impianto di Generazione (Power Generating Facility) (Nuova definizione)**

Secondo l'Articolo 2 punto 28 del Regolamento EU 2019/943 "impianto di conversione dell'energia primaria in energia elettrica che consiste in uno o più gruppi di generazione dell'energia elettrica connessi ad una rete"

*Eliminare le due definizioni:*

### **3.33**

#### **Impianto di utenza (o di Utente) (CEI 0-21)**

### **3.34**

#### **Impianto di produzione**

### **3.35 (CEI 0-21 Impianto di produzione)**

#### **Unità di Generazione "Plug & Play"**

ai fini della presente Norma, unità di generazione "Plug & Play" (o P&P) è una particolare unità di taglia ridotta destinata alla produzione di elettricità avente potenza nominale non superiore a 350 W, che risulta completa e pronta alla connessione diretta tramite spina ad una presa dedicata e visivamente identificabile rispetto alle altre prese all'interno dell'impianto elettrico dell'utente (ove l'installatore qualificato ha previsto un circuito dedicato in partenza dal quadro di distribuzione). ...

### **3.36 (CEI 0-21) e 3.44 (CEI 0-16)**

#### **Impianto di utenza (o di Utente)**

impianto di generazione e/o impianto utilizzatore, nella disponibilità dell'Utente.

### **3.37 (CEI 0-21) e 3.46 (CEI 0-16)**

#### **Impianto per la connessione**

l'insieme degli impianti realizzati a partire dal punto di inserimento sulla rete esistente, necessari per la connessione alla rete di un impianto di generazione produzione. L'impianto per la connessione è costituito dall'impianto di rete per la connessione e dall'impianto di utenza per la connessione.



### 3.51 (CEI 0-21) e 3.62 (CEI 0-16)

#### Modulo di generatore associato ad una unità di generazione

Si definisce modulo un singolo componente che può essere combinato in un numero di stessi elementi, soggetti ad un comune sistema di controllo.

Per chiarezza, una unità di generazione può essere considerata composta da differenti sottosistemi, coordinati dal sistema di controllo; ognuno dei sottosistemi potrà avere forma modulare o scalare. Nel caso di sottosistema modulare questo sarà costituito da più unità di uno stesso componente. Nel caso di sottosistema scalare, questo sarà costituito da un elemento di una data famiglia di componenti.

Testo nuovo proposto

#### 3.51

##### Modulo associato ad una unità di generazione

Si definisce modulo un singolo componente che può essere combinato in un numero di stessi elementi, soggetti ad un comune sistema di controllo.

Per chiarezza, una unità di generazione può essere considerata composta da differenti sottosistemi, coordinati dal sistema di controllo; ognuno dei sottosistemi potrà avere forma modulare o scalare. Nel caso di sottosistema modulare questo sarà costituita da più unità di uno stesso componente. Nel caso di sottosistema scalare, questo sarà costituito da un elemento di una data famiglia di componenti.

Corrispondenti modifiche in Allegato Bbis e Nbis:

#### Caso A – Scalarità in taglie di potenza e di capacità di energia<sup>(79)</sup>

I componenti di tale famiglia "scalare" sono dimensionati secondo taglie di potenza del sottosistema di conversione differenti tra loro e prevedono diverse taglie di capacità del sottosistema di accumulo. Per maggiore chiarezza, la famiglia di sistemi di accumulo è definita da una famiglia di convertitori e una famiglia di unità di accumulo (famiglie di componenti).

#### Caso B – Scalarità in taglie di potenza e modularità in capacità di energia

I componenti di tale famiglia sono dimensionati secondo taglie di potenza del sottosistema di conversione differenti tra loro che prevedono la possibilità di essere collegati a uno o più moduli del sottosistema di accumulo (vedi 3.51). Per maggiore chiarezza, la famiglia di sistemi di accumulo è definita da una famiglia di convertitori (famiglia di componenti) e un modello di unità di accumulo (componente) presente in un numero variabile.

#### Caso C – Modularità in taglie di potenza e scalarità in capacità di energia

I componenti di tale famiglia prevedono uno o più moduli (vedi 3.51) di sottosistema di conversione in parallelo, che prevedono la possibilità di essere collegati ad una serie di sottosistemi di accumulo dimensionati secondo diverse taglie di capacità di energia. Per maggiore chiarezza, la famiglia di sistemi di accumulo è definita da un modello di convertitore (componente) presente in un numero variabile e da una famiglia di unità di accumulo (famiglia di componenti).

#### Caso D – Modularità

I componenti di tale famiglia prevedono un modulo di sistema di accumulo (vedi 3.51) che può essere utilizzato singolarmente o in configurazione multipla per ottenere generatori di taglie di potenza e capacità superiori. Per maggiore chiarezza, la famiglia di sistemi di accumulo è definita da un modello di convertitore e un modello di unità di accumulo (componenti) presenti in un numero variabile.



### 3.65 (CEI 0-21)

#### Punto di Connessione (PdC)

NOTA.. impianti utilizzatori ..

Nella Nota sostituire “impianti utilizzatori” con “impianti utente”

L’aggettivo “utilizzatori” si riferisce all’uso della rete elettrica e non inteso come carichi di rete o altro significato.

### 3.XXX

#### Unità di generazione

Per unità di generazione si intende il più piccolo aggregato o insieme funzionalmente indivisibile di parti e/o di componenti funzionante in modo indipendente che converte una sorgente primaria di energia in energia elettrica e che è connesso in modo sincrono, asincrono o per mezzo di elettronica di potenza ad una rete elettrica.

La sorgente primaria di energia non è considerata parte dell’unità di generazione.

Qui di seguito alcuni esempi di Unità di Generazione:

- Unità di generazione statica: unità di generazione totalmente priva di parti in movimento (tipicamente FV) comprendente sistemi di raddrizzamento/inversione (inverter lato rete).
- Unità di generazione eolica Full Converter (FC): unità di generazione eolica in cui il generatore elettrico, sincrono o asincrono, è collegato alla rete mediante un doppio sistema di conversione AC/DC + DC/AC (raddrizzatore più inverter).
- Unità di generazione eolica Doubly Fed Induction Generator (DFIG): unità di generazione eolica equipaggiata da un alternatore asincrono con avvolgimento statorico direttamente collegato alla rete ed avvolgimento rotorico collegato alla rete mediante un doppio sistema di conversione AC/DC + DC/AC (raddrizzatore più inverter).
- Unità di generazione eolica Doubly Fed Induction Generator (DFIG): Unità di generazione eolica equipaggiata da un alternatore asincrono con avvolgimento statorico direttamente collegato alla rete ed avvolgimento rotorico collegato alla rete mediante un doppio sistema di conversione AC/DC + DC/AC (raddrizzatore più inverter).
- Unità di generazione sincrona o asincrona: unità di generazione composta dai seguenti componenti principali:
  - Generatore sincrono o asincrono
  - Regolatore di tensione del generatore (non applicabile per generatori asincroni)
  - Motore primo
  - Sistema di controllo del motore primo
  - Eventuali sistemi aggiuntivi atti al controllo della potenza reattiva
  - Sistemi ausiliari
- Unità di generazione a sistema di accumulo (non riferibile ad un UPS), considerato come sistema indipendente e non come componente utilizzato all’interno di un gruppo di generazione per il soddisfacimento dei requisiti di questa norma.

Se il sistema di accumulo utilizza un generatore rotante per la connessione alla rete allora dovrà seguire le prescrizioni previste per le Unità di generazione rotanti. Se invece il sistema di accumulo utilizza un sistema di raddrizzamento/inversione (inverter lato rete) per la connessione alla rete allora dovrà seguire le prescrizioni previste per i Unità di generazione statiche.



### **“Elettricità” inteso come “Energia Elettrica”**

Il termine “elettricità” è da intendersi equivalente a “energia elettrica” all’interno delle norme CEI 0-21 e CEI 0-16.

### **3.2 Applicabilità del concetto/definizione di famiglia**

L’identificazione dell’unità di generazione come elemento minimo a cui si applicano i requisiti e le verifiche permette di applicare in modo esteso una possibile semplificazione al processo di verifica di unità di diversa taglia di potenza.

Tali unità di generazione costituiscono una famiglia di unità di generazione.

Questa semplificazione è già ammessa e presente negli attuali allegati B, Bbis e Bter di CEI 0-21 e N, Nbis e Nter di CEI 0-16. Nello specifico per gli impianti idroelettrici, si applica al concetto di unità di generazione come visto nei precedenti capitoli.

### **3.3 Applicabilità del concetto/definizione di famiglia senza specifica limitazione di potenza**

Il concetto di famiglie integrato nei capitoli Bter di CEI 0-21 e Nter di CEI 0-16, ovvero i capitoli relativi alle verifiche delle unità di generazione con generatori rotanti, limita l’estensione della taglia di potenza all’interno di una famiglia a valori compresi tra  $1/\sqrt{10}$  e  $\sqrt{10}$ .

È ammesso estendere la validità delle verifiche oltre il criterio “ $\sqrt{10}$ ” e fino a 200 kW mantenendo le condizioni descritte nella nuova definizione di famiglia.

Per le unità di generazioni oltre 200 kW e che superino il criterio “ $\sqrt{10}$ ”, tale estensione viene integrata da verifica tramite modellazione matematica sulla base di un modello verificato sulla base delle prove svolte sull’unità di generazione rappresentativa; tale verifica potrà essere integrata con prove in laboratorio e documentali.

### **3.4 Uso del Modello matematico per unità di generazione a cui applica CEI 0-21**

Durante la stesura di Bter si è valutato se l’uso del modello matematico potesse essere utile. Poiché non era stato possibile stabilirne l’utilità, ma considerandone il potenziale, era stato creato in capitolo Bter 9 in fase di definizione.

In generale anche per Unità di Generazione a cui su applica CEI 0-21 è ammesso l’ulitizzo di un modello matematico validato nel processo di verifica dei requisiti. Per la validazione del modello matematico si farà riferimento come linea guida alle verifiche come descritte in Nter 9 di CEI 0-16.

### **3.5 Misure per la qualità della tensione (Bter. 3 e Nter. 3)**

Normalmente non si rilevano criticità nell’esecuzione delle misure. Per le unità di generazione idroelettriche, la strumentazione necessaria alle misure è ragionevolmente trasportabile e collegabile in sito.



### **3.6 Verifiche del campo di funzionamento in tensione e frequenza (Bter.4 e Nter.4)**

Per quanto riguarda il generatore si ammette di poter utilizzare la Dichiarazione di Conformità alla CEI EN 60034, ma condizionata alla verifica dei punti limite previsti in Bter 4 o Nter.4 emessa da un laboratorio accreditato ISO/IEC 17025 per la norma CEI EN 60034.

La dichiarazione di conformità alla CEI EN 60034 integrata con i limiti di funzionamento verificati eventualmente in un documento separato dello stesso laboratorio accreditato deve essere utilizzata per l'esecuzione delle prove funzionali.

Tale documentazione deve essere valutata dal laboratorio di prova o dall'ente accreditato per la dichiarazione di conformità alla CEI 0-16 o CEI 0-21.

### **3.7 Verifica delle condizioni di sincronizzazione e presa di carico (Bter 5 e Nter 5)**

Normalmente non si rilevano criticità nell'esecuzione delle misure.

Qualora il permissivo associato alle condizioni di funzionamento (intervalli di tensione e frequenza ed eventuali ritardi) siano integrate nel relay di protezione, si verifica unicamente la logica non integrata nelle protezioni; tale verifica può anche essere eseguita con gruppo di generazione spento (o a banco) come già previsto dalle procedure in Bter 5 e Nter 5.

In questo caso le verifiche eseguite sulla protezione elettrica sopperiscono in parte alla verifica della conformità e la catena di controllo è in questo caso essere verificata separatamente (dall'ingresso del permissivo al comando di sincronizzazione).

### **3.8 Verifica dei requisiti costruttivi circa lo scambio di potenza reattiva (Bter 6 e Nter6)**

Per le unità di generazione basate su generatori rotanti asincroni non sono previsti requisiti di controllo attivo e non sono quindi previste verifiche minime, eccezion fatta per il sistema di rifasamento

I capitoli Bter 6 e Nter 6 definiscono le verifiche minime che devono essere eseguite per le unità di generazione basate su generatori rotanti sincroni, riconoscendo di fatto che la controllabilità della potenza reattiva deve essere prevista.

Le prove minime da eseguire sono:

- Verifica della curva di capacità dell'unità di generazione
- Capacità dell'unità di generazione di seguire un setpoint definito di potenza reattiva

Per quanto riguarda la risposta dell'unità di generazione con generatori rotanti sincroni a seguire un setpoint, i criteri di accettazione sono i seguenti:

La prova è superata se il tempo di risposta massimo rilevato è uguale o inferiore a 10 secondi in tutte le condizioni di misura.

Qualora, per soddisfare i requisiti, il comportamento della potenza reattiva ecceda il valore di setpoint di Potenza reattiva e superi le tolleranze previste (condizioni di overshoot o undershoot), il tempo di assestamento (cfr definizione 3.73) ci si aspetta non superi i 30s.



### 3.9 Verifica dei requisiti costruttivi circa la regolazione della potenza attiva (Bter. 7 e Nter. 7)

Per maggiore chiarezza si esplicita la curva caratteristica parametrizzabile per il calcolo del valore obiettivo della potenza attiva in caso di variazione della frequenza al di fuori della banda morta, in modo da eliminare qualunque ambiguità.

Qui di seguito la formula generica applicabile.

$$P_{\text{obiettivo}} = \left\{ \frac{f_{\text{istantanea}} - (f_{\text{nominale}} + \text{banda morta})}{f_{\text{nominale}}} \cdot \frac{P_{\text{nominale}}}{\text{Droop}\% / 100} \right\} - P_{\text{iniziale}}$$

### 3.10 Verifica della insensibilità alle variazioni di tensione (VFRT capability) (Bter. 8 e Nter. 8)

Le prove associate al comportamento dell'unità di generazione in presenza di variazioni di tensione associate ad un guasto sono di difficile se non impossibile realizzazione per le unità di generazione idroelettriche. Ciò è in generale dovuto a problematiche associate alla logistica (trasporto e connessione) dei circuiti di misura/potenza.

Per tale ragione sono applicabile metodi di prova alternativi quale l'utilizzo di un modello matematico e in generale anche l'adozione del concetto di "famiglia" come indicato negli articoli 4.2, 4.3 e 4.4.

#### Sistemi Ausiliari

Nel caso specifico delle unità di generazione con generatori rotanti direttamente interfacciate alla rete, le variazioni di tensione interessano sia il generatore che i circuiti ausiliari a cui sono legati i sistemi di controllo.

Se i circuiti ausiliari sono alimentati da UPS, ne consegue che non possono essere interessati dalle variazioni di tensione e quindi non è necessario testarli.

In questo caso rimane quindi da testare esclusivamente il generatore rotante accoppiato al motore primo.

Questa indicazione è in generale estesa a tutte le tecnologie delle unità di generazione e quindi estesa ai capitoli B, Bbis, N e Nbis.

### 3.11 Modello matematico CEI 0-21 (Bter 9)

Nel caso di impianti collegati in BT è ammesso l'utilizzo di un modello matematico validato. Per la validazione del modello matematico si farà riferimento come linea guida alle verifiche come descritte in Nter 9 di CEI 0-16.

## 4 Documento Informativo

Le motivazioni associate alle indicazioni nei precedenti articoli si possono trovare nel documento Informativo predisposto dal Gruppo di Lavoro dedicato alla redazione di questo foglio di interpretazione.



La presente Norma è stata compilata dal **Comitato Elettrotecnico Italiano** e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

**Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano**

Comitato Tecnico Elaboratore

**CT 316 - Connessioni alle reti elettriche Alta, Media e Bassa Tensione**



Via Saccardo, 9  
20134 Milano  
Tel. 02.21006.1  
[www.ceinorme.it](http://www.ceinorme.it)  
[info@ceinorme.it](mailto:info@ceinorme.it)



CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano



@CEInorme



CEI-Comitato Elettrotecnico Italiano