

# Problematiche tecniche e operative di interfacciamento degli impianti fotovoltaici con la rete elettrica pubblica

a cura di **Francesco Groppi - CESI**

## Premessa

Gli impianti collegati alla rete elettrica pubblica rappresentano la maggioranza delle realizzazioni fotovoltaiche nel mondo e il loro numero è in continua crescita. Grazie alle moderne tecnologie e all'esperienza maturata negli ultimi anni, gli aspetti legati alla connessione e all'esercizio in parallelo al sistema elettrico risultano ormai essere sufficientemente noti e pertanto non comportano particolari problemi tecnici, almeno nei casi in cui la rete abbia alcuni requisiti minimi di robustezza e affidabilità. Tuttavia le modalità attuative, i criteri e i vincoli da osservare variano da Paese a Paese, anche all'interno dell'Unione Europea. In Italia, l'inquadramento normativo locale è rappresentato dalla norma CEI 11-20 e dalla sua variante CEI 11-20;V1.

Di grande rilevanza sono, inoltre, le disposizioni emanate dalle società elettriche distributrici, tra le quali l'Enel rappresenta ancora il punto di riferimento principale. La norma CEI EN 61727 risulta essere, invece, troppo generica e non contiene sufficienti informazioni per una reale applicazione.

A tutt'oggi, quando si parla dell'allacciamento alla rete degli impianti fotovoltaici (FV) ci si riferisce quasi sempre a sistemi di potenza non superiore a 20 kW collegati alla rete di bassa tensione, in quanto i bandi di finanziamento emessi negli ultimi anni erano mirati a questa tipologia. Nel caso di fornitura in media tensione, il problema è spesso considerato di minore importanza perché in molti casi si

può ritenere che la relativamente bassa potenza dell'impianto FV sia tutta autoconsumata all'interno del circuito dell'utenza.

La situazione potrebbe cambiare in futuro con l'introduzione della cessione in conto energia, in attuazione del Decreto Legislativo 387/03, che, presumibilmente, porterebbe al ritorno di impianti con taglia maggiore.

In questa prospettiva più ampia, i documenti di riferimento sono, oltre alla già citata norma CEI 11-20 con la variante V1 (allacciamento alle reti di bassa e media tensione), le disposizioni emanate da Enel, tra cui le più importanti sono: DK5950 (allacciamento di tetti fotovoltaici con potenza fino a 20 kW); DK5940 (allacciamento degli autoproduttori alla rete di bassa tensione); DK5740 (allacciamento degli autoproduttori alla rete di media tensione); DV1604 (protezione di interfaccia omologata con pannello semplificato per impianti trifase), DV1606 (protezione di interfaccia omologata per impianti monofase) e DV1601 (protezione di interfaccia con pannello polivalente). Va anche detto che questo insieme di norme e regolamenti necessiterebbe di un riesame, finalizzato almeno a rendere coerenti le disposizioni in essi contenute, anche per via della loro diversa datazione (si pensi ad esempio ai diversi valori di tensione nominale utilizzati: 220/380 in alcuni casi e 230/400 volt in altri, così come ai limiti di potenza che talvolta si riferiscono a norme poi divenute obsolete).

## Vincoli sulla potenza

Per gli impianti trifasi non è specificato il valore limite di potenza per l'allacciamento sulla rete di bassa tensione ma, secondo la norma CEI 11-20, la potenza deve essere compatibile con i criteri di esercizio della rete stessa (le precedenti edizioni fissavano invece il limite di 50 kW). In caso contrario l'allacciamento deve avvenire in media tensione. Accade frequentemente nella connessione trifase che per raggiungere la potenza richiesta, anziché utilizzare un unico inverter, si utilizzano più dispositivi collegati a stella sulla linea di conduttori. In questo caso, tuttavia, risulta arduo assimilare l'insieme degli inverter ad un unico generatore, tant'è che l'andata fuori servizio di una o più macchine può trasformare l'impianto fotovoltaico in un sistema bifase o monofase. Queste situazioni rientrano pertanto nella tipologia di allacciamento monofase per la quale, secondo la norma CEI 11-20;V1, è ammessa una potenza massima di 6 kW per fase.

Passando dalle norme ai regola-

menti di allacciamento ed esercizio emessi dalle società elettriche, possiamo osservare che il documento Enel DK5950 costituisce il primo esempio mirato agli impianti FV e costituisce un riferimento anche per altre società elettriche che hanno emanato documenti analoghi. Il limite di validità di 20 kW deriva dalla delibera 224/00 dell'Autorità per l'Energia elettrica e il gas, la quale disciplina lo scambio sul posto dell'energia per gli impianti FV di potenza non superiore a 20 kW.

Un caso particolare è rappresentato dai sistemi FV di piccola potenza allacciati ad impianti elettrici utilizzatori dotati di cabina propria, nei quali cioè il punto di consegna dell'energia è in media tensione. In questi casi, secondo la norma CEI 11-20;V1, se la potenza complessiva all'uscita dell'inverter (o degli inverter) è inferiore al 2% della potenza nominale del trasformatore MT/BT (o degli eventuali trasformatori in parallelo) è consentito applicare all'impianto le stesse prescrizioni utilizzate per la connessione in bassa tensione.

## Protezioni

La norma CEI 11-20 prevede tre dispositivi di protezione per gli impianti allacciati alla rete pubblica che, in prima approssimazione, possono essere così descritti:

- dispositivo di generatore**, per intervento su guasto del sistema di produzione
- dispositivo di interfaccia**, per intervento su guasto della rete pubblica
- dispositivo generale**, per intervento su guasto del sistema elettrico del produttore.

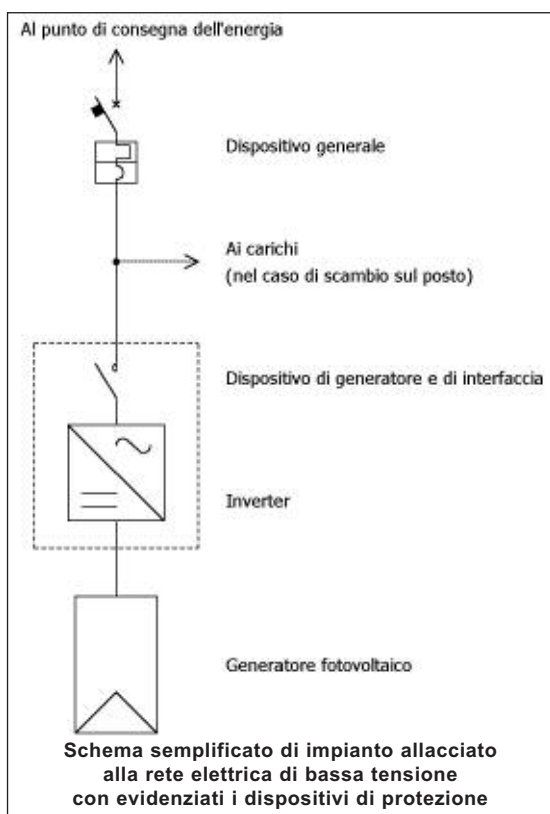
Il dispositivo di generatore è un contattore che interviene in caso di guasto dell'inverter, mentre il dispositivo generale è spesso costituito dall'interruttore automatico posto immediatamente a valle del punto di consegna.

Il dispositivo di interfaccia è invece quello su cui maggiormente si concentra l'attenzione delle società di distribuzione dell'energia elettrica, perché considerato di maggiore importanza per il servizio elettrico. La sua mancata apertura a seguito di un guasto della rete pubblica potrebbe infatti, almeno in teoria, far sì che il generatore FV continui ad alimentare il guasto, introducendo così situazioni di pericolo per le persone e le apparecchiature.

La norma CEI 11-20 stabilisce quali sono le protezioni che devono intervenire sul dispositivo di interfaccia negli impianti connessi ai sistemi di bassa tensione e di media tensione. Tra parentesi sono indicate le soglie e i tempi di intervento riportati nel documento Enel DK5950.

- minima frequenza (49,7 o 49 Hz senza ritardo intenzionale);
- massima frequenza (50,3 o 51 Hz senza ritardo intenzionale);
- minima tensione ( $0,8 \times V_n$  con ritardo di 0,15 s);
- massima tensione ( $1,2 \times V_n$  con ritardo di 0,1 s);
- eventuale altra protezione di perdita rete da concordare con il distributore;
- massima tensione omopolare – solo per potenza > 200 kVA.

Nell'elenco, le prime quattro protezioni sono quelle più frequentemente utilizzate. La so-



glie di frequenza di 49 Hz e 51 Hz sono ammesse in impianti di piccola potenza nel caso di reti isolate o situazioni particolarmente perturbate.

Il dispositivo di interfaccia, ossia il dispositivo di interruzione (per la norma CEI 11-20 deve essere anche di sezionamento), al quale fanno capo le protezioni di interfaccia, può avere caratteristiche differenti a seconda della potenza di uscita dell'impianto. Il documento Enel DK5950 richiede dei dispositivi di categoria AC-7a per gli impianti monofase e AC-1 per quelli trifase (norma CEI EN 60947-4-1).

Lo stesso documento non obbliga più l'autoproduttore ad installare protezioni omologate (DV1604 o DV1606), ma consente l'utilizzo di altre protezioni aventi caratteristiche analoghe, anche contenute all'interno degli inverter. Questo perché attualmente quasi tutti gli inverter hanno incorporati il dispositivo di interfaccia e le relative protezioni. Le protezioni di interfaccia, se di tipo non omologato, devono però essere opportunamente provate e certificate da un laboratorio accreditato al fine di verificare la loro rispondenza ai requisiti richiesti dal documento DK5950.

Poiché spesso capita di collegare in parallelo più inverter per ottenere la potenza richiesta, la norma CEI 11-20;V1 consente di poter raggiungere un numero massimo di 3 inverter in parallelo per impianto e fino ad una potenza complessiva di 20 kW senza che sia richiesta l'installazione di un dispositivo di interfaccia esterno.

#### Separazione tra le sezioni in corrente continua e in corrente alternata degli inverter

La norma CEI 11-20;V1 stabilisce che vi deve essere separazione metallica (ossia un trasformatore) tra la sezione in corrente continua (anche interna all'inverter) e la sezione in corrente alternata. Tuttavia, se la potenza complessiva non supera i 20 kW, tale separazione non è indispensabile, ma è necessario che sia presente un dispositivo di protezione in grado di intervenire se la componente continua immessa in rete supera lo 0,5% della corrente nominale di uscita, inteso come valore efficace. Questa clausola, in molti casi, tende a escludere l'utilizzo degli inverter senza trasformatore i quali hanno, tipicamente, valori di componente continua superiori a detta soglia. Un problema analogo si pone anche per gli inverter dotati di trasformatore a frequenza elevata tra gli stadi intermedi, in quanto la rilevazione di valori così bassi di corrente continua può presentare alcune difficoltà applicative.

#### Potenza reattiva

La norma CEI 11-20 prescrive che il funzionamento degli inverter in parallelo con la rete pubblica di bassa tensione debba avvenire con fattore di potenza costante pari a 1. Questo concetto è esplicitato nella variante V1, la quale stabilisce i limiti di tolleranza per tale valore:

- in ritardo (cioè in assorbimento di potenza reattiva), con fattore di potenza non inferiore a 0,8 quando la potenza attiva erogata è compresa tra il 20% e il 100% della potenza complessiva installata;
- in anticipo, quando la potenza reattiva è

non superiore al minor valore tra:

- 1 kVAr
- $(0,05 + P/20)$  kVAr, dove P è la potenza complessiva installata espressa in kW.

#### Verifiche

Le verifiche di prima installazione e periodiche si riferiscono principalmente al dispositivo e alle protezioni di interfaccia. Queste ultime, secondo la norma CEI 11-20;V1 devono essere verificabili.

Il documento Enel DK5950, più precisamente, prescrive che "Il cliente produttore ha l'obbligo di mantenere efficiente il dispositivo d'interfaccia e di verificare periodicamente la taratura delle soglie d'intervento". Inoltre, sia in fase di prima installazione che periodicamente è necessario effettuare la "verifica [di] congruenza delle caratteristiche delle protezioni di interfaccia e delle tarature delle stesse con apposita strumentazione" e la "verifica con impianto in tensione del regolare funzionamento in chiusura e in apertura del dispositivo di interfaccia e dell'apertura dello stesso per mancanza di tensione ausiliaria".

La verifica in campo del dispositivo di interfaccia e delle relative protezioni quando queste sono contenute nell'inverter costituisce attualmente un problema per il quale ci si attende una soluzione. Il CESI ha recentemente intrapreso uno studio mirato allo sviluppo di un'apparecchiatura di prova per questi dispositivi. Alcuni risultati sono già disponibili sul sito della Ricerca di Sistema ([www.ricercadisistema.it](http://www.ricercadisistema.it)).

Per informazioni: Ing. F. Groppi  
e-mail: GROPP@cesi.it

#### Riferimenti normativi e regolamenti

- D.L. 29 dicembre 2003. N. 387 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
- Delibera AEEG 224/00 – Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti FV con potenza nominale non superiore a 20 kW
- CEI 11-20 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a rete di I e II categoria
- CEI 11-20;V1 – Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a rete di I e II categoria (Variante)
- CEI EN 60947-4-1 – Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori e avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici
- CEI EN 61727 – Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete
- Unificazione ENEL DV 1601 (maggio 1987) – Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo del pannello polivalente per la protezione di interfaccia per autoproduttori
- Unificazione ENEL DV 1604 (maggio 1987) – Prescrizioni per la costruzione e il collaudo del pannello semplificato per la protezione di interfaccia per autoproduttori
- Unificazione ENEL DV 604 (maggio 1987) – Pannello semplificato per la protezione di interfaccia per autoproduttori
- Unificazione ENEL DV 1606 (marzo 1997) – Protezione di interfaccia per sistemi di produzione statici monofasi con potenza non superiore a 3 kW collegati alle reti bt
- Unificazione ENEL DK 5740 (febbraio 2005) – Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete MT di distribuzione
- Unificazione ENEL DK 5940 (ottobre 1995) – Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di distribuzione
- Enel Distribuzione DK 5950 (marzo 2002) – Criteri di allacciamento di tetti FV alla rete bt di distribuzione
- Rapporto CESI A3/044680 – Messa a punto dei criteri e dei metodi di prova per le interfacce tra i sistemi FV e la rete elettrica
- Rapporto CESI A4/007874 – Requisiti del dispositivo di prova per le interfacce tra i sistemi FV e la rete elettrica

## Scopri come realizzare un impianto solare a regola d'arte!

**SISTEMI SOLARI TERMICI E FOTOVOLTAICI**  
Corsi per installatori

Per installare un sistema solare termico e fotovoltaico ci vuole **abilità, conoscenza ed esperienza**. Noi di **Enerpoint** lo sappiamo bene: **in soli 4 anni abbiamo seguito oltre 300 impianti in tutta Italia e formato oltre 800 installatori.**

**enerpoint**  
SISTEMI SOLARI RISPARI ENERGETICI  
Programma dei Corsi [www.enerpoint.it](http://www.enerpoint.it)

Distributore per l'Italia di moduli fotovoltaici **SHARP**

Scegli il Corso più vicino a te!

