



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI

ESTI n. 233.0710 i

Sistemi fotovoltaici (FV) a energia solare per l'alimentazione di corrente



Autori: AG Photovoltaik
con la collaborazione dell'UFE e della SMS

Valido dal: 1° luglio 2010
Sostituisce: la versione n. 233.11.04 i

Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI
Luppenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tel. 044 956 12 12
Fax 044 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Premessa

Il documento precedente, vale a dire le prescrizioni di sicurezza vecchie di oltre 10 anni per l'installazione di impianti fotovoltaici, doveva essere urgentemente sostituito, ovvero adeguato alle norme internazionali e allo stato della tecnica.

L'obiettivo era di creare una norma a tutela della costruzione di impianti di un livello qualitativo tale da non mettere in pericolo né persone né cose. Si deve favorire l'utilizzazione di impianti fotovoltaici e continuare a promuovere la loro buona immagine.

Gli impianti fotovoltaici presentano determinate peculiarità, che gli installatori di installazioni elettriche interne non conoscono. D'altra parte, gli specialisti degli impianti fotovoltaici spesso non sono al corrente delle prescrizioni generali d'installazione. La legislazione emana inoltre disposizioni relative alla notifica di impianti al competente gestore di rete, come pure autorizzazioni per l'esecuzione di lavori d'installazione e il controllo dell'impianto terminato.

Base

Dal punto di vista tecnico alla base di questo documento vi è il testo della norma IEC 60364-7-712 e la norma svizzera "Impianti a bassa tensione" NIBT 2010. Questa parte 7.12 contiene disposizioni addizionali, basate sulle parti 1 - 6 della NIBT.

Struttura ed entrata in vigore

Il contenuto della norma (parte 2) è stato completato con esempi dettagliati e spiegazioni nonché ulteriori schemi (parte 3) come pure con il rinvio dell'ESTI a leggi, ordinanze, norme e prescrizioni aziendali (parte 1).

Le parti 2 e 3 sono tratte dalla NIBT 2010 entrata in vigore il 1° gennaio 2010.

L'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ha già messo in vigore il presente documento il 1° luglio 2010.

AG Photovoltaik

Il presente documento è stato elaborato dalla AG Photovoltaik. Le persone coinvolte provenivano dal comitato tecnico TK 64 (impianti a bassa tensione), dal TK 82 (Solar photovoltaic energy systems) e dall'Associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare, Swissolar. Il progetto è stato sostenuto finanziariamente dall'Ufficio federale dell'energia (UFE) e dalla Société Mont-Soleil (GMS).

Legenda relativa ai segni speciali utilizzati

(E+S) Se per una disposizione vengono forniti esempi e spiegazioni, nel testo vi viene fatto riferimento mediante l'annotazione (E+S).

NIBT Rinvio a disposizioni contenute nella "Norma impianti a bassa tensione" (NIBT).

ⒸH Queste disposizioni non sono ancora armonizzate, ma sono valide in Svizzera come se fossero tali. I testi in questione sono preceduti da una parentesi graffa ⒸH.

Parte 1 Impianti fotovoltaici: obbligo di presentazione dei piani, obbligo di autorizzazione per lavori di installazione, collaudo e controllo periodico

Rinvio a leggi, ordinanze, norme e prescrizioni aziendali

1. Introduzione

Da quando il legislatore federale ha deciso di adottare delle misure di incentivazione per le energie rinnovabili, vengono costruiti sempre più impianti di produzione di energia elettrica, soprattutto impianti fotovoltaici. Secondo quanto constatato dall'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ESTI, in parte non è chiaro a partire da quale potenza gli impianti fotovoltaici necessitano di un'approvazione dei piani da parte dell'Ispettorato, se i lavori d'installazione su tali impianti sono soggetti ad autorizzazione e come si deve procedere riguardo al collaudo e al controllo periodico di impianti fotovoltaici. Questi punti sono illustrati qui di seguito.

2. Obbligo di presentazione dei piani

Conformemente all'art. 1 cpv. 1 lett. b dell'ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti elettrici (OPIE; RS 734.25) la costruzione e la modifica di impianti fotovoltaici monofase di oltre 3 kVA oppure polifase di oltre 10 kVA collegati a una rete di distribuzione a bassa tensione sono soggette all'obbligo di presentazione dei piani. Gli impianti di potenza minore sono esonerati da tale obbligo.

L'obbligo di presentazione dei piani è motivato per ragioni di sicurezza. In caso di alimentazione di ritorno nella rete dell'energia elettrica prodotta la protezione deve essere garantita. L'intero impianto di produzione di energia elettrica (pannelli, fino all'interruttore principale compreso) è soggetto all'obbligo di presentazione dei piani.

L'obbligo di presentazione dei piani e il carico delle fasi possono essere illustrati con gli esempi della **figura 1**, **figura 2** e **figura 3**.

L'approvazione dei piani può essere richiesta mediante un formulario speciale, che può essere scaricato dal sito Internet www.esti.admin.ch > Documentazione > Formulari Progetti.

Si richiama inoltre l'attenzione sul fatto che devono essere soddisfatti i requisiti tecnici minimi per l'allacciamento di impianti fotovoltaici a reti elettriche e deve essere garantito che non venga pregiudicata la stabilità della rete (cfr. art. 8 cpv. 1 lett. d della legge federale sull'approvvigionamento elettrico [LAEI; RS 734.7]).

Disposizione	Obbligo di presentazione dei piani all'Ispettorato per l'approvazione secondo OPCF (RS 734.25)	Obbligo di notificazione al gestore di rete secondo OIBT (RS 734.27, art. 23)	Obbligo di notificazione all'Ispettorato secondo OIBT (RS 734.27 art. 35 cpv. 2)
Impianto di produzione di energia			
fisso, mobile funzionamento in parallelo con la ret			
≤ 3 kVA 1-	no	no	no
≤ 10 kVA 3-	no	si ab 3,6 kVA	no
> 3 kVA 1-	si	si ab 3,6 kVA	no
> 10 kVA 3-	si	si ab 3,6 kVA	no
fisso, mobile funzionamento autonom			
tutti i 1-	no	no	si
tutti i 3-	no	no	si

La commutazione (rete/zero/impianto in isola) è soggetta all'obbligo di notifica presso il gestore di rete.

In ogni caso per gli IPE con tensioni superiori a 1'000 V **vige l'obbligo della presen-**

tazione dei piani.

Tutti gli impianti elettrici sono soggetti a controllo conformemente alla OIBT.

Figura 1
Impianti monofase

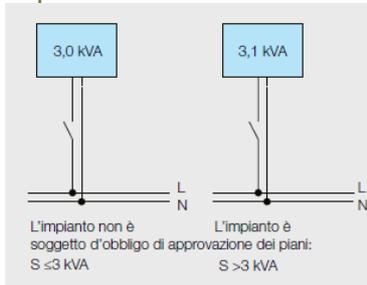


Figura 2
Impianti polifase.

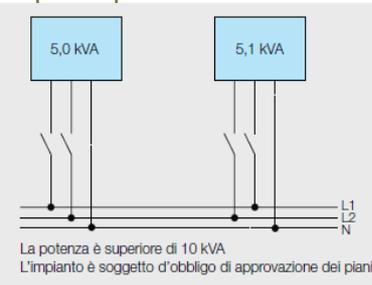
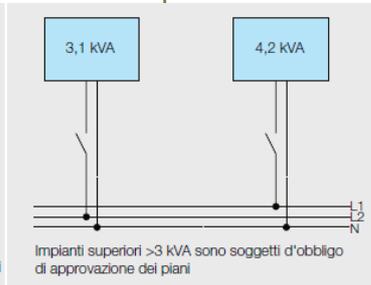


Figura 3
Parecchi impianti monofase



3. Obbligo di autorizzazione per lavori di installazione

In virtù dell'art. 2 cpv. 1 lett. c dell'ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione (OIBT; RS 734.27) gli impianti di produzione in proprio, con o senza raccordo alla rete di distribuzione a bassa tensione sono considerati impianti elettrici ai sensi dell'ordinanza summenzionata.

Secondo l'art. 6 OIBT, chi esegue, modifica o ripara impianti elettrici e chi raccorda materiali elettrici fissi in modo stabile oppure interrompe, modifica o ripara tali raccordi, deve avere un'autorizzazione d'installazione dell'Ispettorato.

In caso di impianti fotovoltaici, a partire dai morsetti di connessione dei pannelli i lavori d'installazione sottostanno all'obbligo di autorizzazione secondo l'OIBT. In linea di principio è necessaria un'autorizzazione generale d'installazione per le persone fisiche (art. 7 OIBT) o per le imprese (art. 9 OIBT). Chi non soddisfa le condizioni richieste per l'autorizzazione, può eventualmente ottenere un'autorizzazione limitata per installazioni speciali secondo l'art. 14 OIBT (le condizioni per la concessione dell'autorizzazione sono definite nell'art. 14 cpv. 1). L'autorizzazione limitata consente di effettuare lavori d'installazione a partire dai morsetti di connessione dei pannelli fino all'interruttore principale compreso. A partire dall'interruttore principale l'installazione deve essere eseguita in ogni caso dal titolare di un'autorizzazione generale d'installazione.

Chiunque, intenzionalmente o per negligenza, esegue lavori d'installazione, senza la necessaria autorizzazione, è perseguibile penalmente (vedere art. 42 lett. a OIBT).

I formulari di domanda di autorizzazioni d'installazione sono reperibili in Internet all'indirizzo www.esti.admin.ch > Documentazione > Formulari OIBT.

4. Collaudo

In caso di impianti fotovoltaici soggetti all'obbligo di presentazione dei piani, a lavori ultimati l'ESTI controlla se l'impianto è stato costruito conformemente alle prescrizioni (vedere art. 13 OPIE). La base per il collaudo è costituita dall'avviso di ultimazione dei lavori conformemente all'art. 12 OPIE e, ai sensi dell'onere menzionato nella decisione di approvazione dei piani, per la parte dell'impianto a corrente continua e per quella a corrente alternata da un rapporto di sicurezza secondo l'art. 37 OIBT. Nel caso di impianti soggetti all'obbligo di presentazione dei piani e collegati alla rete di distribuzione a bassa tensione il rapporto di sicurezza deve essere inoltrato anche al gestore di rete.

Se l'impianto soggetto all'obbligo di presentazione dei piani è fissato a/su un oggetto, i cui impianti elettrici hanno una periodicità di controllo inferiore a 20 anni, nell'ambito del controllo ai sensi dell'OPIE, l'ESTI esegue anche il collaudo come organo di controllo indipendente secondo l'art. 35 cpv. 3 OIBT.

In caso di impianti raccordati alla rete di distribuzione a bassa tensione ma non soggetti all'ob-

bligo di presentazione dei piani, in conformità all'OIBT rapporto di sicurezza deve essere inoltrato al gestore di rete. L'ESTI non esegue alcun collaudo. Se l'impianto è fissato a/su un oggetto, i cui impianti elettrici hanno un periodo di controllo inferiore a 20 anni, il controllo indipendente ai sensi dell'art. 35 cpv. 3 OIBT deve essere ordinato dal proprietario dell'impianto elettrico.

In caso di impianti non soggetti all'obbligo di presentazione dei piani e non collegati a una rete di distribuzione a bassa tensione per l'alimentazione di un impianto fisso, il proprietario deve consegnare il rapporto di sicurezza all'Ispettorato al momento della messa in servizio (vedere art. 35 cpv. 2 OIBT). Egli deve pure predisporre il controllo indipendente in conformità all'art. 35 cpv. 3 OIBT.

5. Controllo periodico

A partire dai morsetti di connessione del pannello solare fino all'interruttore principale compreso l'impianto sottostà alla stessa periodicità di controllo degli impianti elettrici dell'oggetto, a/su cui è fissato l'impianto fotovoltaico.

La cif. 2 lett. c cif. 11 dell'allegato all'OIBT, secondo la quale gli impianti elettrici, alimentati da impianti per la produzione in proprio secondo l'art. 2 cpv. 1 lett. c, sottostanno a un controllo ogni dieci anni, deve essere interpretato in modo che tale disposizione si applichi solo agli impianti con funzionamento in isola.

6.1 Impianti annessi

Sono considerati impianti tutte le linee elettriche che vanno dai morsetti di uscita dell'array FV all'impianto, indipendentemente dalla tensione e dal tipo di corrente.

6.2 Lavori sotto tensione

- 1 In linea di principio gli impianti devono essere eseguiti nella modalità "in assenza di tensione". Laddove ciò non può essere garantito, si deve procedere conformemente all'ordinanza OCF 734.2 art. 75–79 risp. alla norma EN 50110-1.

Nota

- la modalità "in assenza di tensione" è facilmente applicabile per lavori sul lato AC (5 regole di sicurezza)
- in caso di luminosità, sul lato DC non è possibile ottenere l'assenza di tensione
- sul lato DC la corrente di cortocircuito non è di molto superiore e in caso di dimensionamento corretto dei componenti non è pericolosa [contrariamente al lato AC, dove normalmente vi sono potenze di cortocircuito elevate (pericolo di arco elettrico)]

6.3 Compatibilità elettromagnetica

- 1 Gli ondulatori, gli impianti di distribuzione e i componenti devono soddisfare le seguenti ordinanze:
 - ordinanza concernente gli impianti elettrici a corrente debole (ordinanza sulla corrente debole) (734.1)
 - ordinanza sugli impianti elettrici a corrente forte (ordinanza sulla corrente forte) (734.2)
 - ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (OPBT) (734.26)
 - ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica (OCEM) (734.5)
 - ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) (814.710)

6.4 Prescrizioni aziendali

6.4.1 IPE che funzionano in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica

- 1 Nella rete a bassa tensione le unità monofase di produzione di un impianto di produzione di energia devono essere allacciate in modo che durante l'esercizio l'asimmetria sia al massimo pari a 3,6 kVA.

Nota

L'asimmetria è importante soprattutto se, come nel caso degli impianti fotovoltaici, un impianto di produzione di energia è costituito da numerose unità monofase di produzione. Nelle reti a bassa tensione l'allacciamento di unità monofase di produzione è consentito fino a una potenza di riferimento di 3,6 kVA.

6.4.2 IPE che non funzionano in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica

- 1 Affinché la corrente non possa essere immessa nella rete di distribuzione dell'energia elettrica rispettivamente sia escluso un esercizio in parallelo, secondo le indicazioni di fabbrica si devono utilizzare interruttori con bloccaggio elettrico e meccanico.
- 2 Sul dispositivo di protezione contro le sovracorrenti dell'allacciamento si deve apporre un cartello di avvertimento "Attenzione tensione parassita esterna, IPE".

6.4.3 Utenti alimentati in alta tensione

- 1 In caso di impianti di grandi dimensioni con allacciamento lato corrente alternata all'alta tensione occorre chiarire e coordinare le condizioni di messa a terra con il gestore di rete. Per evitare interferenze reciproche, può essere sensato installare una separazione locale del lato DC dal lato AC.

6.4.4 Impianti in isola

- 1 La messa a terra e la modalità di collegamento del punto neutro devono essere concepite in modo che sia garantito un esercizio sicuro per persone, animali utili e cose, che rispetti le regole tecniche attualmente in vigore.
- 2 La regolazione della tensione e della frequenza deve soddisfare gli intervalli di tolleranza normalizzati.

6.4.5 Ripercussioni sulla rete (armoniche)

- 1 Gli ondulatori per l'esercizio in parallelo alla rete devono essere concepiti in modo che nel punto di connessione non vengano superati i valori limite dell'interferenza ammissibile della rete. (valori limite secondo EN 61000-3-2, EN 50160 e AES 2.72.)

Nella fattispecie ci si basa sul fatto che l'energia elettrica viene prodotta il più possibile senza livello di interferenza e che la somma delle ripercussioni ammissibili della rete è ripartita su tutti gli impianti utilizzatori allacciati risp. da allacciare in avvenire.

6.4.6 Esercizio e manutenzione

6.4.6.1 Documentazione

- 1 Il fabbricante deve mettere a disposizione del proprietario dell'impianto i seguenti documenti nella lingua nazionale parlata nella regione in cui è ubicato l'impianto:
 - 1 schema di principio (la rappresentazione unipolare è sufficiente) dell'intero impianto elettrico fotovoltaico con i dati nominali dei mezzi d'esercizio utilizzati.
 - 2 concetto dell'impianto di messa a terra e del dispositivo di protezione contro la sovratensione
 - 3 descrizione dei dispositivi di protezione installati con dettagli completi su genere, prodotto, collegamento e funzione, nel caso in cui venga impiegato un onduttore, che non soddisfi le esigenze relative alla separazione semplice (ondulatori privi di trasformatore).
 - 4 istruzioni per l'uso e la manutenzione
 - 5 nel concetto dell'impianto deve essere definita e documentata la procedura da seguire in caso di guasto.

L'allegato Variante E mostra un possibile diagramma schematico di un impianto fotovoltaico con la parte a corrente continua non messa a terra. La parte DC può essere messa a terra su una fase.

6.4.6.2 Per l'esercizio in parallelo alla rete

- 1 Per impianti ≥ 3.0 KVA l'esercizio in parallelo alla rete può essere realizzato soltanto previo consenso del gestore di rete, che ne fissa le necessarie condizioni.
- 2 La messa a terra e la modalità di collegamento del punto neutro devono essere concepite in funzione della rete in modo che sia garantita la protezione di persone, animali e cose.
- 3 Tutte le parti dell'impianto devono essere compatibili con l'impianto di telecomando della rete. Un'interferenza reciproca dell'impianto FV e dell'impianto di telecomando della rete deve essere esclusa.
- 4 L'inserimento nella rete deve essere possibile soltanto se nel punto di immissione di corrente nella rete vi è tensione ed essa rimane compresa entro i valori ammissibili della tolleranza.
- 5 La sincronizzazione risp. l'inserimento devono essere possibili senza interferenza sostanziale della rete. La regolazione del fattore di potenza deve avvenire secondo le disposizioni del gestore di rete.
- 6 In caso di guasto alla rete, un disinserimento sicuro deve avvenire entro 5 secondi. Il corretto funzionamento di questo dispositivo di protezione deve essere controllato periodicamente dal proprietario dell'impianto. Questo disinserimento deve essere verificato periodicamente dal proprietario dell'impianto.
- 7 Il reinserimento può essere effettuato solo dopo che è avvenuto il ripristino definitivo dell'esercizio della rete. Durante il periodo in cui viene tentato il reinserimento standardizzato della rete, l'inserimento degli ondulatori deve rimanere bloccato. I criteri rilevanti vanno coordinati con il gestore di rete.

Parte 2 Norma

7.12 Sistemi di alimentazione di corrente fotovoltaica (FV)

Nota:

l'acronimo «FV» si utilizza in luogo del termine «fotovoltaico» e, nel presente documento, indica i sistemi di alimentazione di corrente fotovoltaica/di origine solare.

Capitolo 7.12

7.12.1	Campo di applicazione, scopo e principi generali
7.12.1.1	Campo di applicazione
7.12.2	Definizioni di terminologia
7.12.2.1	Definizioni armonizzate
7.12.3	Definizioni di dati specifici generali
7.12.3.1	Scopo, fornitura di corrente e costruzione dell'impianto
7.12.4	Misure di protezione
7.12.4.1	Protezione contro la folgorazione elettrica
7.12.4.3	Protezione contro le sovracorrenti
7.12.4.4	Protezione contro le sovratensioni
7.12.5	Scelta ed installazione di mezzi elettrici di servizio
7.12.5.1	Disposizioni generali
7.12.5.2	Linee
7.12.5.3	Installazione adibita a separazione, manovra, controllo e sorveglianza
7.12.5.4	Messa a terra e conduttore di protezione

7.12.1.1 Campo di applicazione

[Vedi anche 1010e](#)

.1

Campo di validità

Le particolari prescrizioni del presente capitolo valgono per i sistemi di alimentazione di corrente fotovoltaica/di origine solare. Le speciali prescrizioni del presente capitolo si devono applicare agli impianti elettrici di sistemi di alimentazione di corrente fotovoltaica allacciati alla rete, inclusi i sistemi composti da moduli CA.

Nota:

le prescrizioni per sistemi di alimentazione di corrente fotovoltaica, che sono previsti per un funzionamento indipendente dalla rete di fornitura, sono in fase di elaborazione.

7.12.2.1 Definizioni armonizzate

( E+S)

Nota:

è necessario applicare sia i concetti esposti in  [IEC 60050-826](#) «International Electrotechnical Vocabulary. Part 826: Electrical installations» sia i concetti che seguono.

7.12.2.1.1 Cella FV (cella solare)

Elemento FV elementare che produce elettricità, quando entra in contatto con la luce come, ad esempio, la luce solare.

7.12.2.1.2 Modulo FV (modulo solare)

La più piccola unità completa, protetta da influssi ambientali composta da celle FV collegate tra loro.

7.12.2.1.3 Stringa FV

Circuito di corrente nel quale i moduli FV sono manovrati in modo da formare un array FV, allo scopo di raggiungere la tensione in uscita predefinita.

7.12.2.1.4 Array FV (unità di produzione di corrente FV)

Combinazione raccolta meccanicamente ed elettricamente di moduli FV e altri componenti

necessari per formare un'unità di alimentazione a corrente continua.

7.12.2.1.5 Scatola di giunzione per array FV

Alloggiamento nel quale sono collegati tra loro tutte le stringhe FV e gli array FV e in cui, se necessario, si trovano i dispositivi di protezione.

7.12.2.1.6 Generatore FV

Totalità di tutti gli array FV che, quando sono in servizio, sono collegati tra loro sul lato CC.

7.12.2.1.7 Scatole di giunzione per generatore FV

Alloggiamento nel quale sono collegati tra loro tutti gli array FV e in cui, se necessario, si trovano i dispositivi di protezione.

7.12.2.1.8 Cavo/Linea della stringa FV

Cavo per il collegamento dei moduli FV con una stringa FV.

7.12.2.1.9 Cavo/Linea dell'array FV

Cavo o linea di uscita di un array FV.

7.12.2.1.10 Cavo/Linea principale a corrente continua FV

Linea di collegamento della scatola di giunzione del generatore FV con i morsetti a corrente continua dell'ondulatore FV.

7.12.2.1.11 Ondulatore FV

Dispositivo che trasforma la tensione e la corrente continua in tensione e corrente alternata.

7.12.2.1.12 Cavo/Linea di alimentazione FV

Linea per il collegamento dei morsetti sul lato della corrente alternata dell'ondulatore FV con un circuito di corrente di distribuzione dell'impianto elettrico.

7.12.2.1.13 Modulo FV a CA

Combinazione di modulo FV e ondulatore integrato, nella quale l'interfaccia elettrica è composta soltanto dai morsetti sul lato della tensione alternata. Non è previsto un accesso al lato della tensione continua.

7.12.2.1.14 Impianto FV

Mezzi elettrici di servizio installato appartenente a un sistema di alimentazione di corrente FV

7.12.2.1.15 Condizioni di prova standard (STC)

Condizioni di prova indicate in  [EN 60904-3](#) «Photovoltaic devices. Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data» per celle FV e moduli FV. (1000 W/m² Irraggiamento alla temperature delle celle di 25 °C e con spettro solare di AM = 1,5)

7.12.2.1.16 Tensione del circuito solare esente da carico nelle condizioni di prova standard U_{oc} ^{STC}

Tensione nelle condizioni di prova standard su un modulo FV esente da carico (aperto), su una stringa FV, un array FV, un generatore FV o sul lato della tensione continua dell'ondulatore FV.

7.12.2.1.17 Corrente di cortocircuito nelle condizioni di prova standard I_{sc} ^{STC}

Corrente di cortocircuito di un modulo FV ($I_{M SC STC}$), di una stringa FV ($I_{S SC STC}$), di un array FV ($I_{A SC STC}$) o di un generatore FV ($I_{G SC STC}$) nelle condizioni di prova standard.

7.12.2.1.18 Lato della tensione continua (lato CC)

Parte di un impianto FV, che parte da una cella FV e raggiunge i collegamenti di tensione continua dell'ondulatore FV.

7.12.2.1.19 Lato della corrente alternata (lato CA)

Tratto dell'impianto FV che parte dai collegamenti di tensione alternata dell'ondulatore FV, che raggiunge il collegamento del cavo di alimentazione FV o la linea di alimentazione FV, che porta all'impianto elettrico.

7.12.2.1.20 Separazione semplice

Separazione tra circuiti di corrente o un circuito di corrente e la messa a terra mediante isolamento di base.

7.12.3.1.2.2 Sistemi dipendenti dal tipo di collegamento di terra

- .1 La messa a terra di uno dei conduttori attivi sul lato della tensione continua è consentita, se sussiste almeno una separazione semplice tra il lato della tensione alternata e quello della tensione continua.

Nota:

ogni collegamento con la terra sul lato della tensione continua deve essere realizzato in modo tale da evitare la corrosione.

7.12.4.1.0 Prefazione

Tutti mezzi elettrici di servizio che si trova sul lato della tensione continua deve essere trattato come se fosse sotto tensione, anche quando il sistema è separato dal lato della tensione alternata.

- .3 Requisiti generali

Vale, in aggiunta, il testo seguente:

Sono vietate le seguenti misure di protezione per la protezione contro guasti (protezione contro il contatto indiretto) secondo [NBT 4.1.C](#):

- [NBT 4.1.C.1](#) Ambiente non conduttivo e
- [NBT 4.1.C.2](#) Protezione mediante collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.

7.12.4.1.1 Misura di protezione: interruzione automatica della fornitura di energia elettrica

- .1 Generalità

La linea/Il cavo della tensione alternata FV deve essere collegata/o sul lato di alimentazione di rete da dispositivi di protezione contro sovracorrenti dei circuiti di corrente dell'utilizzatore.

- .4 Sistema TN

Si possono utilizzare soltanto Sistemi TN-S.

7.12.4.1.1.3 Prescrizioni di protezione contro guasti (protezione contro il contatto indiretto)

- .2 Interruzione automatica in caso di guasto

Qualora un impianto elettrico includa un sistema di alimentazione FV, che non preveda almeno una separazione semplice fra il lato della tensione alternata e il lato della tensione continua, deve essere predisposto un dispositivo di protezione a corrente di guasto (RCD) con corrente differenziale di dimensionamento $I_{\Delta n} \leq 30$ mA tipo B. Mediante questo dispositivo di protezione a corrente di guasto (RCD) secondo  IEC/TR 60755 «General requirements for residual current operated protective devices», si ottiene l'interruzione automatica dell'alimentazione di corrente per la protezione contro i guasti. [\(E+S\)](#)

Quando l'ondatare FV è costruito in modo tale da impedire l'insorgenza di correnti di guasto in corrente continua nell'impianto elettrico, non è necessario un dispositivo di protezione a corrente di guasto (RCD) del tipo B secondo  IEC/TR 60755 «General requirements for residual current operated protective devices».

7.12.4.1.2 Misura di protezione: isolamento doppio o rinforzato (isolamento speciale)

- .1 Generalità

Di preferenza sul lato della tensione continua si dovrebbe applicare una protezione mediante isolante di classe di protezione II o simile.

7.12.4.1.4 Protezione mediante bassissime tensioni SELV o PELV

- .1 Generalità

Per i sistemi SELV e PELV U_N deve essere sostituita da $U_{OC\ STC}$ e non può superare 120 V CC.

7.12.4.1.A Disposizioni per la protezione base (protezione contro il contatto diretto)

- .1 Vedi Esempi e Shiarimenti [\(E+S\)](#)

- .2 Vedi Esempi e Shiarimenti [\(E+S\)](#)

7.12.4.3.3 Protezione contro il sovraccarico

- .1 La protezione contro il sovraccarico si può evitare per i cavi o linee di stringhe e array FV, quando la portata di corrente permanente della linea è uguale o maggiore del valore moltiplicato per 1,25 di $I_{SC\ STC}$ in ogni punto. [\(E+S\)](#)
- .2 La protezione contro il sovraccarico si può evitare per i cavi o linee principali a corrente continua FV, quando la portata di corrente permanente della linea è uguale o maggiore del valore moltiplicato per 1,25 di $I_{SC\ STC}$ del generatore FV.

Nota:

queste prescrizioni di von  7.12.4.3.3.1 e 7.12.4.3.3.2 riguardano la protezione delle linee. Per la protezione dei moduli FV devono essere rispettate le indicazioni del produttore.

7.12.4.3.4 Protezione contro i cortocircuiti

- .1 Il cavo/La linea di alimentazione FV sul lato della tensione alternata devono essere protetti da un dispositivo per la protezione contro i cortocircuiti o da un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, che sia installato nel punto di collegamento del lato della tensione alternata.
La protezione contro cortocircuiti del cavo o della linea di alimentazione FV deve essere assicurata da un dispositivo di protezione contro sovracorrenti. Il dispositivo di protezione contro cortocircuiti deve essere installato nel punto di collegamento del lato della tensione alternata (lato rete) dell'impianto.

7.12.4.4.1 Protezione contro i flussi elettromagnetici (EMI, electromagnetic interference) all'interno di edifici

Per ridurre le tensioni indotte dai fulmini, la superficie di tutti i circuiti di conduttori deve essere il più piccola possibile.

7.12.4.4.3 Protezione contro le sovratensioni atmosferiche

[\(E+S\)](#)

7.12.5.1.1.1 Principio

- .1 I moduli FV devono essere conformi alle prescrizioni delle norme per il mezzo di servizio elettrico corrispondente, p. es. secondo  [EN 61215](#) «Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval» per i moduli FV cristallini. Quando $U_{OC\ MAX}$ supera 120 V CC, si consiglia di utilizzare di preferenza moduli FV appartenenti alla classe di protezione II o caratterizzati da isolamento simile.
- .2 Le scatole di giunzione per array FV, per generatori FV e le apparecchiature assiemate di manovra devono essere conformi a  [EN 60439-1](#) «Low-voltage switchgear and controlgear assemblies. Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies»).

7.12.5.1.2 Condizioni d'esercizio e influssi esterni

- .1 Il mezzo di servizio elettrico sul lato della tensione continua deve essere idoneo per le tensioni e le correnti continue.
- .2 I moduli FV possono essere collegati in serie fino alla massima tensione di regime dei moduli FV e dell'ondulatore FV, optando per il minore. A tale proposito devono essere rispettate le indicazioni del produttore. [\(E+S\)](#)
- .3 Nei casi in cui si utilizzano diodi di blocco, la loro tensione di blocco deve essere misurata per $2 \cdot U_{OC\ STC}$. I diodi di blocco devono essere manovrati in serie con le stringhe FV. [\(E+S\)](#)
- .4 Quando previsto dal produttore, i moduli FV devono essere installati in modo tale da assicurare un corrispondente smaltimento del calore nei casi di massimo irraggiamento solare. [\(NIBT 4.2.2.1.7\)](#) [\(E+S\)](#)

7.12.5.1.3 Accessibilità

- .1 Generalità
La scelta di mezzi elettrici di servizio deve facilitare la manutenzione sicura e non deve influenzare negativamente le misure preventive previste dal produttore del materiale FV, in modo da permettere lo svolgimento sicuro delle attività di manutenzione e assistenza.

7.12.5.1.4 Marcatura

- .1 [\(E+S\)](#)
- .2 [\(E+S\)](#)

.3 [\(E+S\)](#)

7.12.5.1.5 Come evitare influssi reciproci negativi

.1 [\(E+S\)](#)

.2 [\(E+S\)](#)

7.12.5.2.1 Generalità e tipi di conduttore

.1 [\(E+S\)](#)

.2 [\(E+S\)](#)

.3 [\(E+S\)](#)

7.12.5.2.2 Scelta e installazione in base agli influssi ambientali

.1 Stringa FV, array FV e cavo/linee principali di CC FV devono essere scelti e installati in modo tale da ridurre il più possibile il rischio di cortocircuito a terra o di cortocircuito in genere.

Nota:

ciò è possibile, p. es., rinforzando la protezione delle linee contro influssi esterni (utilizzando cavi o linee di conduttori privi di alogeni e/o cavi con conduttore concentrico).

.2 Occorre prestare attenzione agli influssi esterni prevedibili, come vento (AS), formazione di ghiaccio (AB), temperature (AA) e irraggiamento solare (AN), fauna (AL) e flora (AK).

7.12.5.2.6 Collegamenti elettrici

[\(E+S\)](#)

7.12.5.3.7 Dispositivi adibiti alla separazione e alla manovra

.1 Per eseguire i lavori di manutenzione sull'ondatare FV, è necessario prevedere dispositivi per la separazione del medesimo sul lato della tensione continua e della tensione alterata.

Nota:

ulteriori prescrizioni in merito alla separazione dell'impianto FV, che funziona parallelamente alla fornitura di corrente pubblica, sono fornite in [NIBT 5.5.1.7](#).

.2 Dispositivi di separazione

1. Nella scelta e nell'installazione di dispositivi adibiti alla separazione e alla manovra, installati tra l'impianto FV e la fornitura di corrente pubblica, la fornitura di corrente pubblica deve essere considerata la sorgente di corrente e l'impianto FV deve essere considerato il carico.

Sul lato della tensione continua dell'ondatare FV deve essere previsto un contattore separatore dell'ondatare FV, conforme ai requisiti propri di un dispositivo di separazione. [\(E+S\)](#)

2. Tutte le scatole di giunzione (del generatore FV e dell'array FV) devono presentare un'avvertenza indicante che le parti attive in esse contenute possono essere sottoposte a tensione anche dopo la separazione dall'ondatare FV.

3. [CH](#) La tensione di dimensionamento sul lato CC deve essere indicata in un'iscrizione. [NIBT 7.12.5.1.4 \(E+S\)](#)

4. [CH](#) Se i morsetti aperti o le sbarre colletttrici portano una tensione di $U_N \geq 120$ V CC, segnali di avvertenza devono evidenziare il pericolo che comportano le parti sotto tensione.

7.12.5.4 Messa a terra e conduttore di protezione

.1 Quando si posano collegamenti equipotenziali di protezione, devono essere installati parallelamente e il più vicini possibile alle linee di CC e CA. [\(E+S\)](#)

.2 Collegamento equipotenziale di protezione e protezione contro i fulmini [NIBT \(E+S\)](#)

.3 [\(E+S\)](#)

Teil 3 Esempi e chiarimenti (E+S)

7.12.4.1.1.3 Prescrizioni di protezione contro guasti (protezione contro il contatto indiretto)

Nota:

negli impianti FV le correnti di corto circuito sul lato DC assumono valori di poco superiori a quelli delle correnti in condizioni di normale funzionamento e conseguentemente non possono essere determinanti per provocare in tempo breve l'intervento dei dispositivi d'interruzione della sovracorrente installati. Non si può quindi realizzare una protezione con l'interruzione automatica del circuito.

L'allacciamento degli impianti FV ai dispositivi di protezione, che possono essere dispositivi d'interruzione della sovracorrente e dispositivi protettivi a corrente di guasto (RCDs) è effettuato sul lato di uscita (l'impianto FV diventa mezzo di servizio). In questi dispositivi di protezione la direzione del flusso di energia si inverte quando l'impianto funziona come generatore. Una corrente di guasto o di contatto proveniente dalla rete può circolare e ritornare attraverso parti dell'impianto FV o in un conduttore di protezione al centro stella del trasformatore di alimentazione.

.2 Protezione con interruzione automatica dell'alimentazione

2. Se l'inverter non dispone di una separazione semplice, si deve installare sul suo lato AC un dispositivo protettivo a corrente di guasto $I_{\Delta n} \leq 30\text{mA}$ oppure si deve realizzare il lato DC come componente elettrico di classe II di protezione ed applicare un'altra misura equivalente che impedisca alle correnti continue di entrare nell'impianto elettrico.

7.12.4.1.A Disposizioni per la protezione base (protezione contro il contatto diretto)

.1 Isolamento di base di parti attive

Per un generatore solare con la massima tensione a vuoto $\leq 120\text{ V}$ ($U_{G,max}$) si devono realizzare almeno le condizioni del sistema PELV.

.2 In tutti gli altri casi nel sistema DC si deve applicare uno dei seguenti provvedimenti di protezione:

- installare i moduli solari in un «parco di servizio elettrico delimitato» per es. cintando il campo solare (con relativi mezzi di identificazione) oppure
- con una altra disposizione, che impedisca alle persone non autorizzate il libero accesso (per es. tetti non accessibili liberamente) oppure
- conformare i moduli solari ed altri mezzi di servizio che sono a portata di mano come componenti elettrici di classe II di protezione.

7.12.4.3.3 Protezione contro il sovraccarico

Protezione contro il sovraccarico Le condutture che realizzano il collegamento in parallelo delle stringhe devono essere protette da idonei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti oppure devono essere dimensionate per la totale corrente massima dell'impianto Array che potrebbe circolare in caso di guasto in una stringa. Questa corrente totale è calcolata come segue:

corrente di stringa \cdot (numero delle stringhe - 1)

$$I_{A\ SC\ STC} = 1,25 \cdot I_{M\ SC\ STC} \cdot (n - 1)$$

Legenda

$I_{M\ SC\ STC}$	corrente di corto circuito del modulo (= corrente di stringa) in condizioni STC
n	numero delle stringhe

7.12.4.4.3 Protezione contro le sovratensioni atmosferiche

1. Per ottenere un'ottima protezione dell'impianto e rendere minimo il pericolo d'incendio, si raccomanda di inserire scaricatori di sovratensione nei punti terminali delle condutture DC e AC, per proteggere le condutture stesse e l'inverter. Gli scaricatori di sovratensione sul lato DC devono essere disposti il più vicino possibile all'ingresso del cavo nell'edificio.
2. L'installazione di ulteriori scaricatori di sovratensione dipende dal grado di protezione

che si vuole ottenere.

7.12.5.1.2 Condizioni d'esercizio e influssi esterni

- .2 La tensione di dimensionamento dei mezzi di servizio deve corrispondere almeno alla tensione massima del generatore FV. (tensione del sistema dei moduli, tensione DC in entrata all'inverter)
- .3 La tensione massima del generatore FV si calcola come segue:

$$U_{G,max} = U_{G,0} \cdot n \cdot k_T$$

Legenda

$U_{G,0}$	tensione a vuoto di un modulo, secondo i dati forniti dal costruttore (con STC)
n	numero dei moduli per stringa
k_T	fattore correttivo per le basse temperature

Fattori correttivi k_T

1.15	per l'intero altopiano svizzero ≤ 800 m.s.m.
1.20	per tutto il territorio > 800 fino a ≤ 1500 m.s.m.
1.25	per tutto il territorio ≥ 1500 m.s.m.

Nota:

questi fattori per moduli con coefficienti particolari di temperatura potrebbero essere adattati, purché ci sia una corrispondente giustificazione.

La massima tensione del generatore FV così determinata, vale anche per impianti con il punto mediano collegato a terra.

- .4 tutti i mezzi di servizio devono esser conformi alle particolari esigenze determinate dalle influenze esterne. In modo speciale, si deve fare attenzione alle seguenti influenze:
- incendio  4.2.2.7
 - radiazione UV
 - umidità, presenza d'acqua, formazione d'acqua di condensazione
 - sollecitazioni meccaniche.

Per quanto riguarda la resistenza meccanica delle strutture di sostegno dei moduli, delle fondazioni e simili contro gli effetti del vento, dell'acqua, della neve, del freddo, del calore e del fuoco, si devono rispettare le norme  [SIA 260, 261 e 261/1](#).

7.12.5.1.4 Marcatura

- .1 Si deve definire un concetto impiantistico, che dia informazioni sul sistema e sul concetto della sicurezza.
- .2 I mezzi di servizio negli impianti, se le tensioni di funzionamento sono per es. 50 V AC / 120 V DC, devono essere contrassegnati con simboli indicatori (segno grafico: la freccia tipo fulmine). Nei punti di connessione dei quadri di distribuzione, dei quadri fusibili e dell'inverter, si devono applicare targhe contenenti i seguenti dati:
- tensione di servizio e tensione massima del generatore FV
 - corrente di servizio dell'impianto
 - inverter con o senza separazione galvanica.
- .3 Documentazione tecnica
1. esigenze relative agli schemi ecc.  5.1.4.5.
 2. inoltre si deve fare attenzione alle istruzioni date dal costruttore riguardanti il montaggio, il funzionamento e simili.

7.12.5.1.5 Come evitare influssi reciproci negativi

- .1 Protezione contro il surriscaldamento

I moduli devono essere messi in opera in modo da evitare che una concentrazione di calore o una focalizzazione della luce solare nei moduli, possano causare bruciature o incendio delle strutture vicine. Nella loro messa in opera si devono rispettare le istruzioni date

dal costruttore. [NIBT 4.2.2.1.7](#)

.2 Influenza della corrente continua

Si deve escludere un effetto della corrente continua che potrebbe influenzare o bloccare sul lato corrente alternata dell'inverter i componenti installati in base al concetto della sicurezza, come dispositivi protettivi a corrente di guasto (RCDs) ecc. o altri organi sensibili di protezione e di comando. Si può ottenere questa sicurezza mediante le seguenti «misure»:

- trasformatori di separazione
- condensatori
- sul lato AC una sorveglianza della tensione continua che attiva l'interruzione istantanea dei circuiti di alimentazione dell'inverter (l'apertura dei circuiti deve permettere una sicura separazione DC). L'interruttore AC deve essere dimensionato anche in previsione di un eventuale carico di corrente DC.

7.12.5.2.1 Aspetti generali e tipi di linee

.1 Nei luoghi o nelle zone con pericolo di esplosione non si possono posare condutture principali in corrente continua, condutture di stringhe FV e condutture per Array FV. [NIBT 4.8.2.2.6](#)

Nota:

in queste condutture il carico ammissibile di corrente deve essere dimensionato per la corrente massima che si può verificare. Il calcolo di questa corrente è per es. per il cavo principale DC il seguente:

$$I_{G\ SC\ STC} = I_{M\ SC\ STC} \cdot n$$

n = numero totale delle stringhe inserite in parallelo.

.2 Conduttura principale FV in corrente continua

La conduttura principale in corrente continua deve essere posata fissa ed il materiale usato per l'isolamento deve soddisfare le esigenze più rigorose (materiali isolanti esenti da alogenuri) e si devono escludere gli isolanti in PVC perché non idonei. Non si devono prevedere altre misure di protezione contro il corto circuito, fin tanto che l'eventuale corrente di corto circuito non superi o superi di poco la corrente di funzionamento ordinario.

Le condutture, il cui tracciato si sviluppa su parti combustibili di edificio, devono essere infilate in tubi o canali incombustibili BKZ 6q, BKZ6 o difficilmente combustibili BKZ 5 oppure esse devono essere realizzate con cavi dotati di guaina metallica o di un conduttore concentrico (nessun isolamento in PVC).

.3 Conduttura di stringa FV

L'esigenze relative alla posa delle condutture all'interno di un edificio corrispondono a quelle richieste per la conduttura principale FV in corrente continua. Per la posa in zona tetto ed all'esterno dell'edificio valgono le esigenze che concernono il materiale isolante.

7.12.5.2.6 Collegamenti elettrici

Per evitare il surriscaldamento causato da un'alta resistenza ohmica (DC) di passaggio, si possono installare solo quelle connessioni e quei morsetti che hanno caratteristiche specifiche per questa applicazione (per es. morsetti a molla adatti per le applicazioni in DC).

7.12.5.3.7 Dispositivi adibiti alla separazione e alla manovra

.2 Apparecchi di sezionamento

1. negli impianti con corrente massima ≤ 10 A e potenza massima $\leq 2,0$ kW in servizio ordinario sul lato DC, al posto di un sezionatore sul lato DC si può impiegare un collegamento ad innesto purché adatto a questo scopo. Questi collegamenti ad innesto devono essere idonei all'impiego in DC e si devono proteggere le parti in tensione (contatti) contro il contatto casuale. In ogni collegamento ad innesto non si devono sorpassare i 10 A o 2,0 kW ed in ogni inverter 6,0 kW. I collegamenti ad innesto devono essere disposti in modo tale da permettere un facile accesso.

7.12.5.4 Messa a terra e conduttore di terra

.1 Conduttore del collegamento equipotenziale di protezione

1. La sezione del collegamento equipotenziale di protezione deve essere ≥ 10 mm².
[NIBT 5.4.4.1](#)
2. si può fare a meno di un collegamento all'impianto esterno di protezione contro i fulmini, se il generatore FV è disposto nell'area protetta dell'impianto stesso (determinata dal-

l'angolo di protezione / col metodo della sfera rotolante).

.2 Collegamento equipotenziale di protezione e protezione contro i fulmini

1. Per la produzione di impianti per la protezione contro i fulmini vale la norma  [SEV 4022](#) «Blitzschutzanlagen». In sostanza l'installazione di un impianto fotovoltaico non fa sì che un edificio abbia l'obbligo di proteggersi contro i fulmini.
2. Per quanto concerne gli edifici che presentano un impianto di protezione contro i fulmini esterno, secondo la pratica industriale le parti dell'impianto che non conducono corrente (ad esempio, strutture di sostegno, telai) devono essere incluse nell'impianto di protezione contro i fulmini esterno.
Se l'edificio non presenta impianti di protezione contro i fulmini esterni, le parti metalliche dell'impianto, che secondo la pratica industriale non conducono corrente (ad esempio, strutture di sostegno, telai) devono essere incluse nel collegamento equipotenziale di protezione ( 4.1.3.1.2) .
Se l'impianto (tutto il lato CC) soddisfa i requisiti della classe di protezione II e l'ondulatore è dotato di una separazione semplice (separazione galvanica) ad esempio mediante trasformatore, si può fare a meno del collegamento equipotenziale di protezione.

Nota:

Se si utilizzano ondulatori privi di separazione galvanica, sui telai metallici dei moduli fotovoltaici si possono generare elevate correnti di contatto non consentite, provocate dalla capacità dei moduli.

3. I conduttori «naturali» si considerano collegati in assetto elettricamente conduttivo quando mediante piegatura o inserimento si raggiunga la superficie di contatto di 100 cm². La sovrapposizione di profili o tubi deve misurare almeno 5 cm.
4. Il conduttore del collegamento equipotenziale di protezione deve avere una sezione minima di 10 mm² ( 5.4.7). Se nella linea principale occorre prevedere una corrente parziale di fulmine, l'ideale sarebbe dotare la linea principale equipotenziale fotovoltaica di un conduttore di terra concentrico (schermatura a prova di corrente di fulmine quale, ad esempio, XKT o GKT).
5. In ambienti o zone a rischio di incendio, tra gli impianti di protezione contro i fulmini e le installazioni o le parti di edifici collegate che conducono elettricamente, nei punti di avvicinamento deve essere mantenuta una distanza minima (avvicinamento) conforme a  4.8.2.2.7.

Nota:

Queste distanze devono essere rispettate per le linee verticali (ad esempio per la linea di collegamento con i moduli fotovoltaici). Per proteggere il materiale elettrico è ragionevole mantenere in ogni caso le distanze minime (avvicinamento).

.3 Sorveglianza dell'isolamento verso terra

1. Si raccomanda una sorveglianza dell'isolamento verso terra, negli impianti FV che contengono moduli non corrispondenti alla classe di protezione II e nei quali nessun conduttore attivo è collegato alla terra.

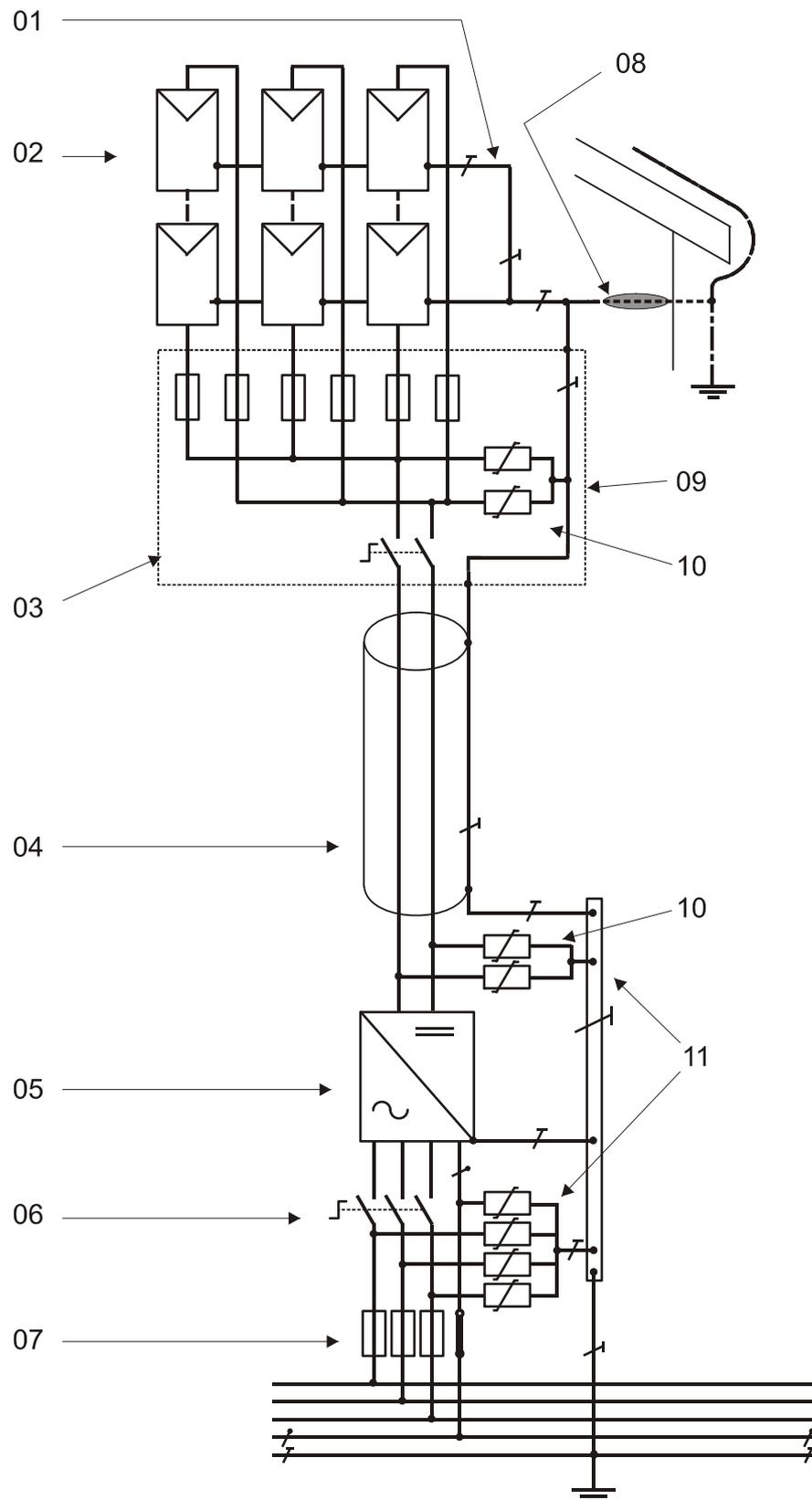
Fig. 7.12.5.4.2.1 Variante A - Impianto FV con collegamento equipotenziale e protezione contro i fulmini

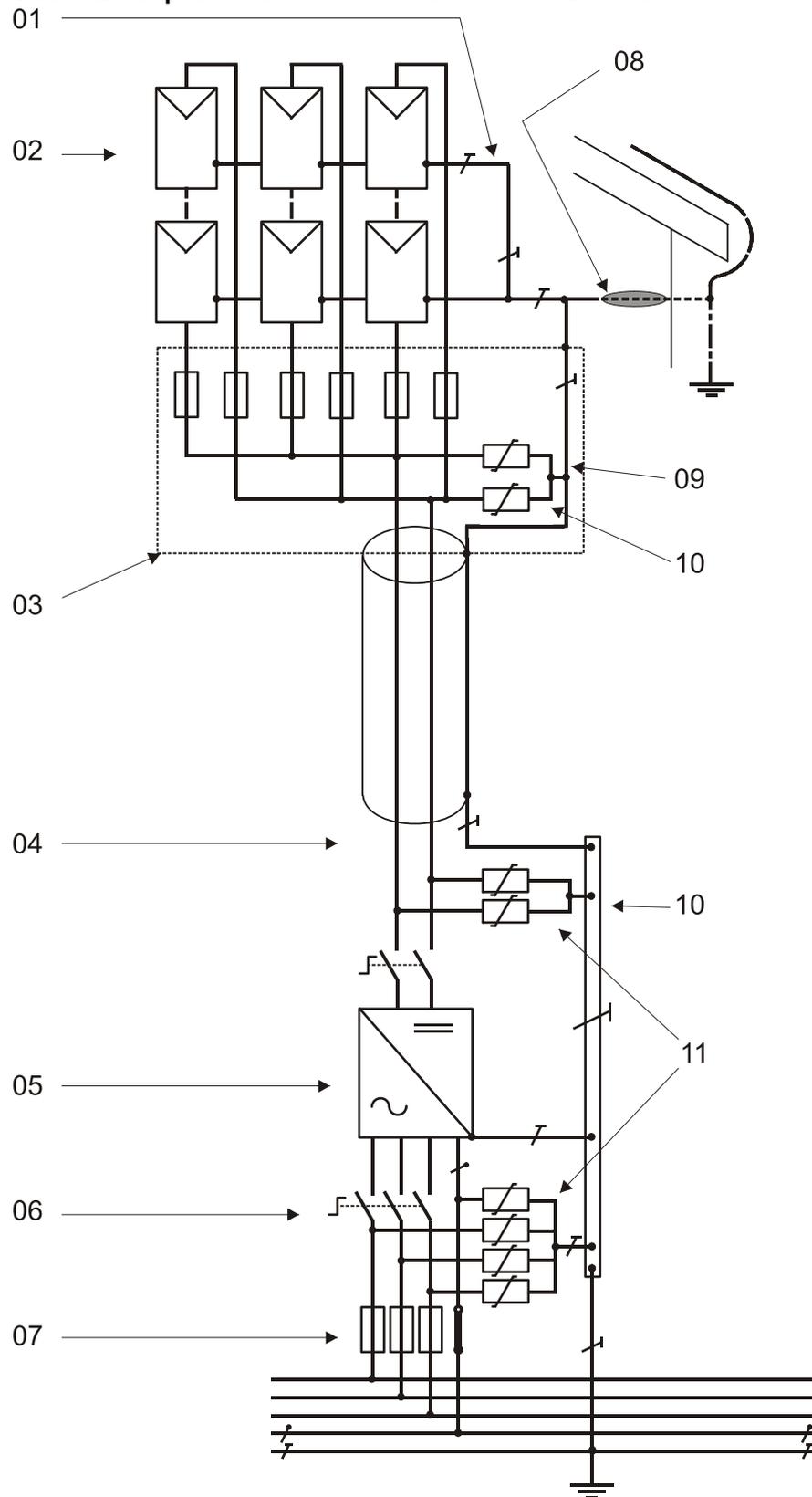
Fig. 7.12.5.4.2.2 Variante B - Impianto FV come A con interruttore DC sull'inverter

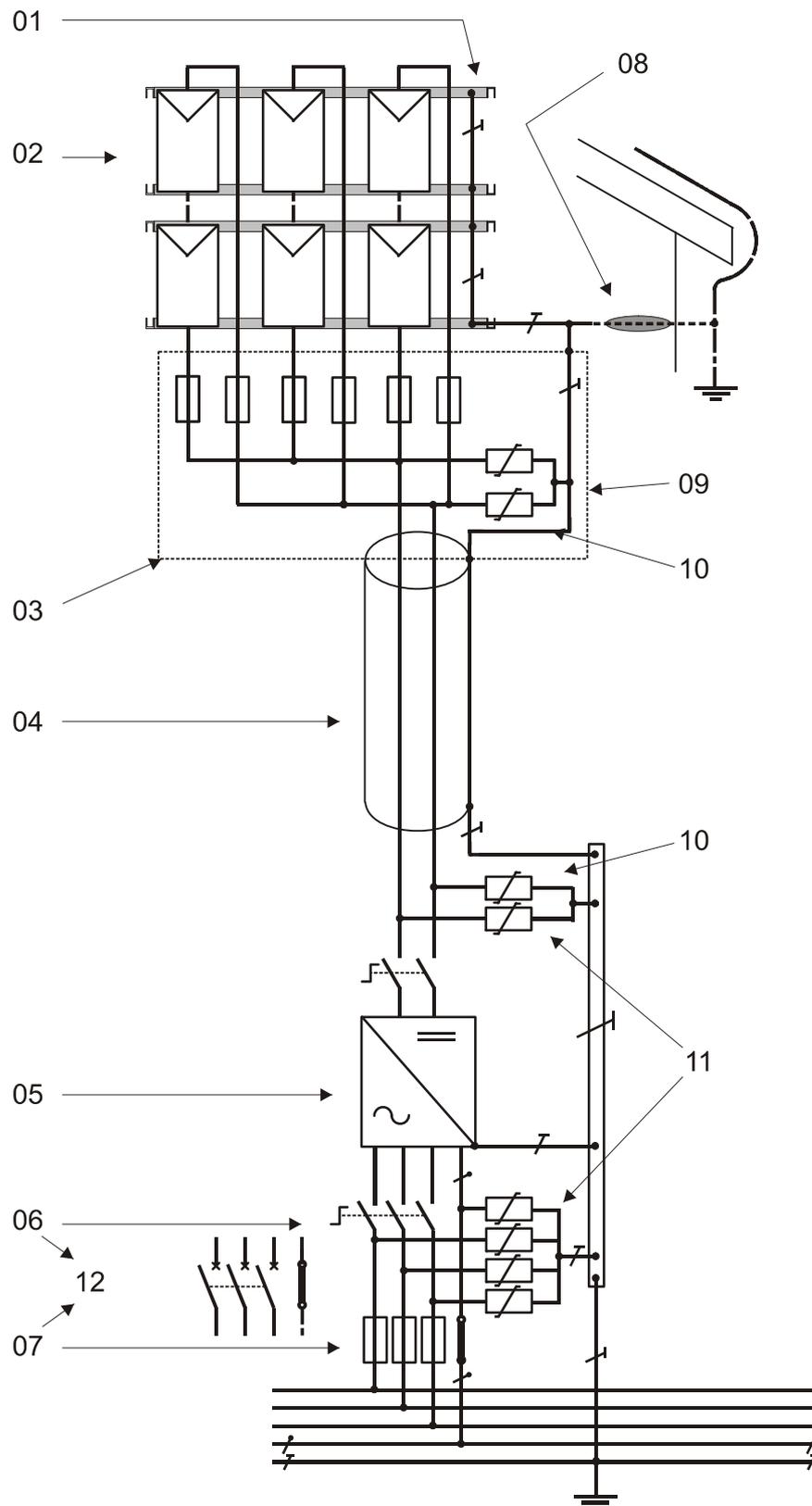
Fig. 7.12.5.4.2.3 Variante C - Impianto FV come B con collegamenti equipotenziali sui supporti di montaggio al posto dei telai dei moduli

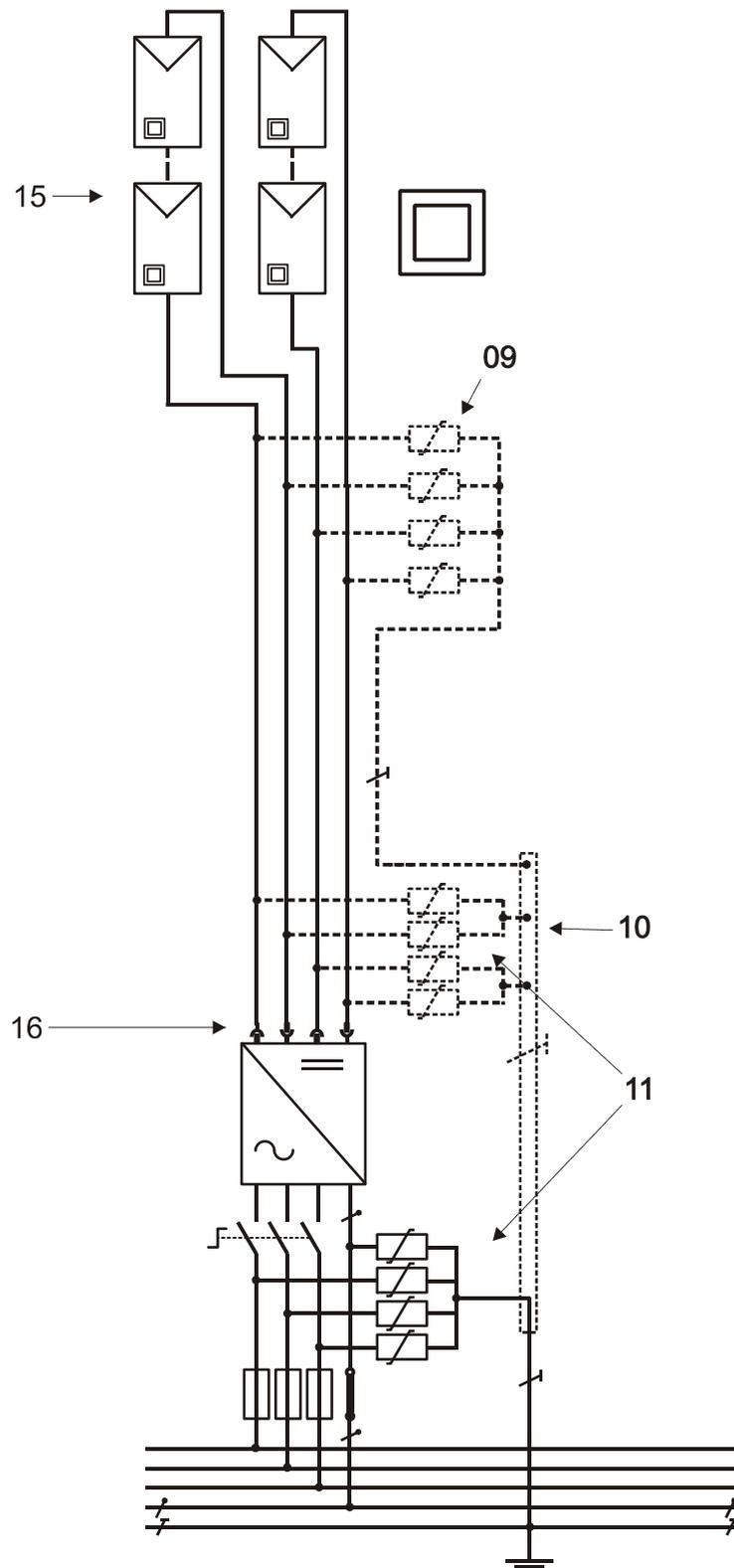
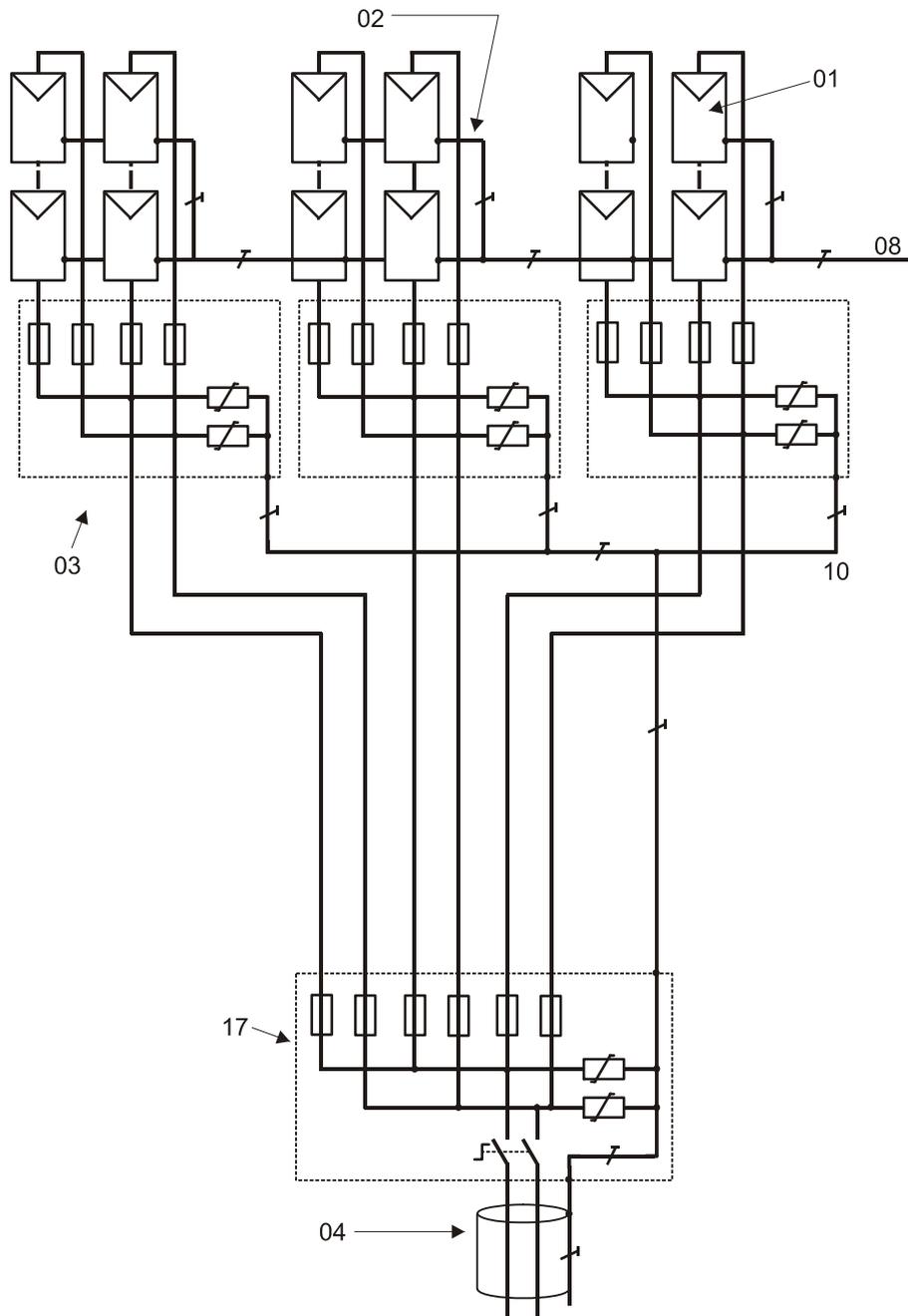
Fig. 7.12.5.4.2.5 Variante E - Impianto FV in classe di protezione II \square con connessioni ad innesto sul punto di sezionamento

Fig. 7.12.5.4.2.6 Variante F - Impianto FV come A con scatola supplementare di morsetti del generatore

Legenda

01	struttura di montaggio con il collegamento equipotenziale di protezione
02	moduli solari
03	Morsettiera di array PV con dispositivi di protezione da sovracorrente, contattore separatore lato DC e protezione da sovracorrente
04	cavo DC con conduttore del collegamento equipotenziale di protezione
05	inverter
06	Contattore separatore lato AC
07	Dispositivo di protezione contro le sovracorrente AC
08	allacciamento all'impianto esterno di protezione contro i fulmini a meno che l'impianto FV non sia compreso nell'area protetta dell'impianto stesso (angolo di protezione)
09	protezione contro la sovratensione, se richiesto
10	Le condutture di allacciamento agli scaricatori di sovratensione devono essere le più corte possibili e con bassa impedenza!
11	Protezione contro la sovratensione, se richiesto
12	o interruttore automatico
13	gli elementi di protezione contro la sovratensione sul tetto sono collocati opportunamente nella stessa cassetta
14	interruttore sotto carico o interruttore automatico
15	moduli solari con cavo DC
16	possibile, se ci sono idonee connessioni ad innesto per DC ≤ 10 A e ≤ 2 kW (protetti da ambo le parti contro il contatto casuale)
17	quadro di morsetti del generatore FV con dispositivi d'interruzione della sovracorrente, sezionatore DC sotto carico e protezione contro la sovratensione, se richiesto
18	Contattore separatore lato DC