

## 9.18 Protezione contro i fulmini e sovratensioni per impianti PV e centrali solari

### 9.18.1 Protezione contro i fulmini e sovratensioni per impianti fotovoltaici (PV)

In base alla durata garantita dei generatori PV di 20 anni, le loro posizioni esposte e l'elettronica sensitiva dell'inverter, è indispensabile una efficace protezione contro i fulmini e sovratensioni. Non soltanto proprietari di edifici si decidono per un impianto PV sul tetto di casa loro, ma anche società private investono sempre più frequentemente in impianti collettivi, che vengono realizzati su coperture di grandi dimensioni di edifici industriali o su aree libere inutilizzate.

Dovuto al bisogno di aree estese per il generatore PV e il luogo molto esposto, gli impianti PV durante i temporali sono sottoposti particolarmente al rischio dagli effetti delle scariche atmosferiche. Cause per le sovratensioni negli impianti PV sono le tensioni da accoppiamenti induttivi e capacitivi di seguito a scariche atmosferiche e commutazioni sulla rete elettrica collegata a monte. Sovratensioni nell'impianto PV, derivanti da fulminazioni, possono causare dei danneggiamenti ai pannelli PV e agli inverter. Questo può avere delle gravi conseguenze per l'esercizio dell'impianto. Da un lato ci sono da sostenere elevati costi per le riparazioni p.es. dell'inverter, dall'altra parte possono esserci delle sensibili riduzioni dell'utile per il gestore in seguito al fuori servizio dell'impianto.

#### Necessità della protezione contro i fulmini

Nella realizzazione di impianti PV bisogna generalmente distinguere se l'impianto viene montato su un edificio con o senza impianto di protezione contro i fulmini. Per edifici pubblici come p.es. luoghi di pubblico spettacolo, scuole, ospedali, già sotto l'aspetto sicurezza sono necessari dei sistemi di protezione contro i fulmini. Qui è da distinguere tra strutture, sulle quali possono manifestarsi facilmente delle fulminazioni o dove tali possono avere delle gravi conseguenze. Queste strutture bisognose di protezione sono da dotare con un efficace e durevole sistema di protezione contro i fulmini. Per edifici privati, senza uso pubblico, a volte viene rinunciato alle misure di protezione contro i fulmini. Questo avviene per delle scelte economiche ma anche per la mancata sensibilità verso questa tematica.

Se come luogo di installazione viene scelto un edificio senza impianto di protezione contro i fulmini

esterno, emerge la questione, se dopo la realizzazione del generatore solare sul tetto, non ci siano da prevedere delle misure di protezione contro i fulmini per l'intera struttura. Secondo le attuali coscienze scientifiche, l'installazione di pannelli fotovoltaici sul tetto di edifici, non aumenta in modo significativo il rischio di fulminazione, cosicché la richiesta per misure di protezione contro i fulmini non può essere derivata direttamente dalla presenza di un impianto PV. Il rischio per gli impianti elettrici dell'edificio può però essere più elevato in caso di fulminazione. Questo è motivato dal fatto, che dalla posa dei conduttori fotovoltaici all'interno dell'edificio, in condotti o passerelle esistenti, risultano enormi disturbi condotti e di campo causati dalle correnti da fulmine. È necessaria quindi una valutazione coerente del rischio contro i fulmini secondo CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e di rispettare nella progettazione l'esito risultante.

DEHN ITALIA offre per questa valutazione il software "DEHNsupport". La valutazione del rischio qui prestabilita, garantisce la realizzazione di un concetto di protezione contro i fulmini, che può essere seguito facilmente da tutti gli interessati, ottimizzato tecnicamente e economicamente, che significa di avere la protezione necessaria a costi possibilmente bassi.

Diverse compagnie assicurative europee si orientano già alla valutazione dei rischi secondo EN 62305-2 e indicano delle misure di protezione contro i fulmini dal punto di vista dell'economia assicurativa. Così vengono assegnati ad oggetti dei livelli di protezione in modo semplificato. In questo contesto sono indicati anche edifici con impianti a energia rinnovabile come p.es. edifici con un impianto PV (> 10 kW). Da qui risulta la realizzazione di un impianto di protezione contro i fulmini con livello di protezione III. Inoltre sono richieste anche delle misure di protezione contro le sovratensioni.

Un sistema di protezione contro i fulmini con livello di protezione III viene qui considerato idoneo per le esigenze di normali impianti fotovoltaici e termici solari: "impianti fotovoltaici e termici solari su edifici non devono compromettere le misure di protezione contro i fulmini esistenti. Impianti fotovoltaici e termici solari sono da proteggere dalle fulminazioni dirette con dispositivi di captazione isolati secondo 5.2 e 6.3 della CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3). Se non può essere evitato il collega-

mento diretto, devono essere osservati gli effetti dalle correnti da fulmine parziali, accoppiati all'interno della struttura.

### Protezione dalle sovratensioni degli inverter fotovoltaici anche con fulminazioni dirette

Nell'esecuzione di un impianto PV su un edificio con protezione contro i fulmini esterna, si dovrebbe principalmente fare attenzione di collocare i pannelli PV nell'area protetta da un dispositivo di captazione isolato. Inoltre bisogna rispettare la distanza di sicurezza tra la costruzione portante dei pannelli PV e il sistema di protezione contro i fulmini esterno, per evitare delle scariche pericolose incontrollate. Altrimenti possono essere introdotti nell'interno della struttura significanti correnti parziali da fulmine.

Spesso viene richiesto dal committente, che il tetto venga coperto completamente con pannelli PV, per realizzare un utile più alto possibile. In questi casi spesso non si può più rispettare la distanza di sicurezza e la struttura portante per il fotovoltaico è da integrare nella protezione contro i fulmini esterna. Secondo CEI EN 62305-3 (CEI EN 81-10/3) in questi casi sono da considerare anche le correnti accoppiate all'interno della struttura e deve essere garantita equipotenzialità antifulmine. Questo significa che adesso deve essere realizzata l'equipotenzialità antifulmine anche per le linee DC, interessate da correnti da fulmine. Secondo la CEI EN 62305-3 (CEI EN 81-10/3) le linee DC devono essere collegate a un dispositivo di protezione dalle sovratensioni (SPD) di Tipo 1. Finora non esistevano dei dispositivi di protezione dalle sovratensione Tipo 1 a base spinterometrica per l'applicazione sul lato corrente continua di impianti PV. Il problema consisteva nel fatto, che dopo l'innesco dello spinterometro, non era più possibile di estinguerlo a causa della corrente continua percorsa, e l'arco restava innescato.

Con lo scaricatore combinato DEHNlimit PV 1000 (Figura 9.18.1.1), la DEHN + SÖHNE è

riuscita a sviluppare uno scaricatore spinterometrico, che estingue anche le correnti continue. Il DEHNlimit PV 1000, è così lo scaricatore ideale per le applicazioni in impianti ad energia fotovoltaica. La tecnologia dello spinterometro autoestinguente incapsulato permette così una protezione sicura del generatore fotovoltaico e dell'inverter, anche in caso di correnti da fulmine. Questo scaricatore combinato può essere utilizzato per impianti PV con  $U_{OC\ STC}$  fino a 1000V. Il DEHNlimit PV 1000 ha una elevata capacità di scarica di 50 kA 10/350  $\mu$ s.

### Scaricatore fotovoltaico unipolare Tipo 2 con dispositivo di corto circuito integrato

La costruzione interna del limitatore di sovratensione Tipo 2, DEHNguard PV 500 SCP (Figura 9.18.1.2) stabilisce nuovi criteri in punto di sicurezza. In questo scaricatore è stato combinato il già affermato dispositivo di controllo e sezionamento Thermo-Dynamik-Control, a doppio effetto, con un ulteriore dispositivo di corto circuito. Questo metodo di monitoraggio dello scaricatore completamente nuovo, crea uno stato di esercizio sicuro, senza il rischio d'incendio in caso di sovraccarico dei dispositivi, ad esempio per un guasto all'isolamento nel circuito fotovoltaico.

Nel seguente esempio viene descritto in modo più dettagliato il funzionamento del dispositivo di corto circuito nel DEHNguard PV 500 SCP :



Figura 9.18.1.1 Scaricatore combinato Tipo 1, DEHNlimit PV, per la protezione di inverter fotovoltaici dalle sovratensioni anche in caso di fulminazioni dirette



Figura 9.18.1.2 Limitatore PV unipolare Tipo 2, DEHNguard PV 500 SCP, con dispositivo di corto circuito

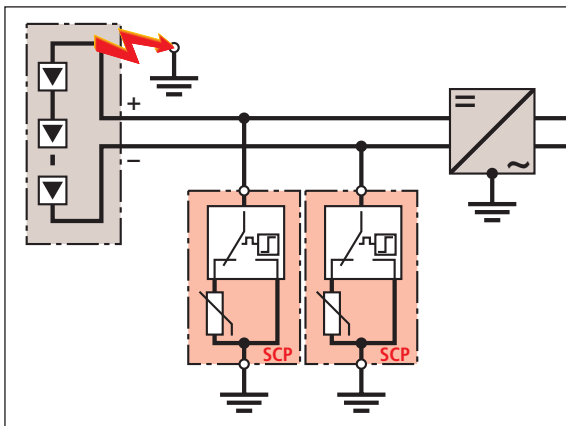


Figura 9.18.1.3 Guasto all'isolamento sul generatore PV

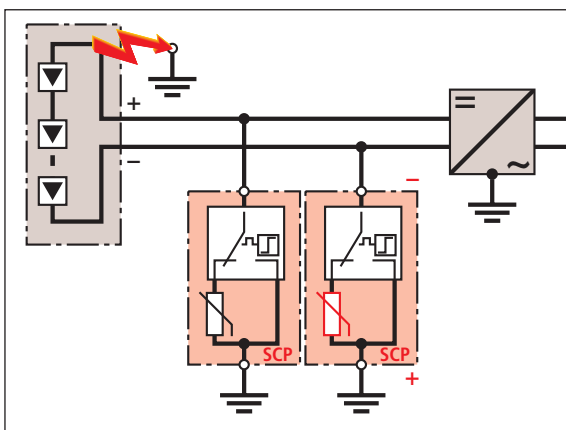


Figura 9.18.1.4 Sovraccarico del limitatore di sovratensione per causa di un guasto all'isolamento

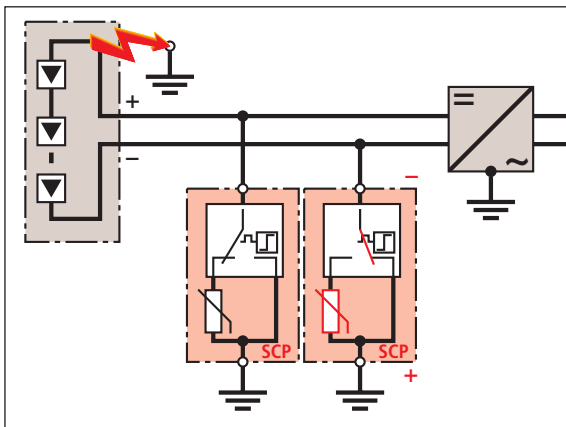


Figura 9.18.1.5 L'attivazione del dispositivo di sezionamento e di c.to. c.to del DEHNguard PV 500 SCP garantisce il funzionamento sicuro anche in caso di guasto nel generatore PV

1. **Figura 9.18.1.3:** Durante l'esercizio dell'impianto PV si manifesta un guasto all'isolamento nel generatore PV.

2. **Figura 9.18.1.4:** Questo causa il sovraccarico del limitatore di sovratensione per il superamento della tensione massima continuativa  $U_c$ .

3. **Figura 9.18.1.5:** Viene attivato il dispositivo combinato di sezionamento e di corto circuito del DEHNguard PV 500 SCP che è capace di condurre autonomamente la corrente di corto circuito fino a 80 A finché non venga ripristinato l'impianto PV. Così sarà stabilito uno stato di esercizio sicuro perfino in caso di guasto all'isolamento nel circuito del generatore PV, senza che si può manifestare alcun pericolo d'incendio per l'impianto.

### Esempi di applicazione

#### Edificio senza protezione contro i fulmini esterna

Nella **figura 9.18.1.6** è illustrato il concetto di protezione dalle sovratensioni per un impianto PV su un edificio senza protezione contro i fulmini esterna. Qui i possibili punti d'installazione per dispositivi di protezione da sovratensione possono essere:

- ⇒ Ingresso DC dell'inverter
- ⇒ Uscita AC dell'inverter
- ⇒ Alimentazione della rete in bassa tensione (BT)

Nell'alimentazione BT dell'edificio viene installato un dispositivo di protezione da sovratensioni, SPD di Tipo 2, DEHNguard. Questo limitatore di sovratensione del tipo DEHNguard M è fornibile come unità completa, precabata per ogni sistema in bassa tensione (TN-C, TN-S, TT) (**Tabella 9.18.1.1**). Se l'inverter PV non si trova distante oltre 5 m dal punto di installazione di questo DEHNguard (alimentazione BT), allora l'uscita AC dell'inverter è sufficientemente protetta. In caso di conduttori più lunghi sono da installare ulteriori dispositivi di protezione da sovratensioni SPD Tipo 2, prima dell'uscita AC dell'inverter (**Tabella 9.18.1.1**).

Ogni linea di stringa in ingresso, tra positivo e negativo è da collegare a terra con un dispositivo di protezione da sovratensione tipo DEHNguard PV 500 SCP. Con questo circuito di protezione dalle sovratensioni possono essere protetti in modo sicu-

ro, impianti PV con una tensione del generatore fino a 1000 V DC.

La tensione d'esercizio dei dispositivi di protezione da sovratensioni è da scegliere in modo che sia superiore al 10 % della tensione a vuoto del generatore presunta in una fredda giornata invernale con massima radiazione solare.

### Edificio con protezione contro i fulmini esterna e rispetto della distanza di sicurezza

L'efficienza regolare del sistema di protezione contro i fulmini deve essere dimostrato con i protocolli di collaudo o tramite una verifica periodica. Se in fase di controllo del sistema di protezione contro i fulmini, vengono verificati dei difetti alla protezione contro i fulmini esterna (p.es. forte corrosione, connessioni allentate o aperti), il costruttore dell'impianto PV ha il dovere di comunicare questi difetti per iscritto al proprietario dell'edificio.

La costruzione dell'impianto PV sulla copertura del tetto, deve essere eseguita in considerazione della protezione contro i fulmini esterna esistente. L'impianto PV è quindi da installare nel volume protetto della protezione contro i fulmini esterna, per essere protetto da fulminazione diretta. Idonei dispositivi di captazione, come aste di captazione, possono impedire fulminazioni dirette sui pannelli PV. Le aste di captazione necessarie eventualmente aggiuntive da installare, sono da posizionare in modo da impedire una fulminazione diretta del pannello PV, senza ombreggiare i pannelli. Deve essere osservato che tra i componenti PV e parti metalliche come impianto di protezione contro i fulmini, grondaie, lucernari, collettori solari oppure antenne deve essere rispettata la distanza di sicurezza  $s$

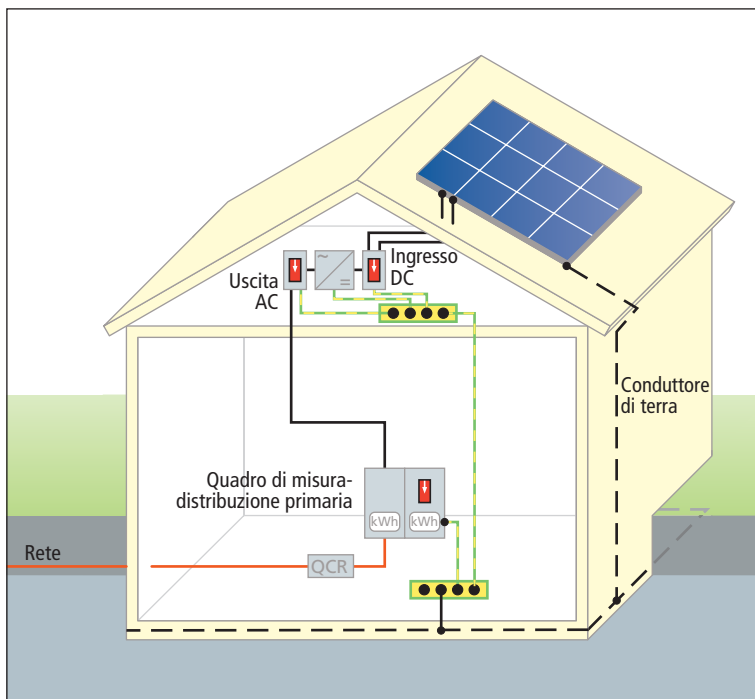


Figura 9.18.1.6 Concetto di protezione dalle sovratensioni per un impianto PV su un edificio senza protezione contro i fulmini esterna

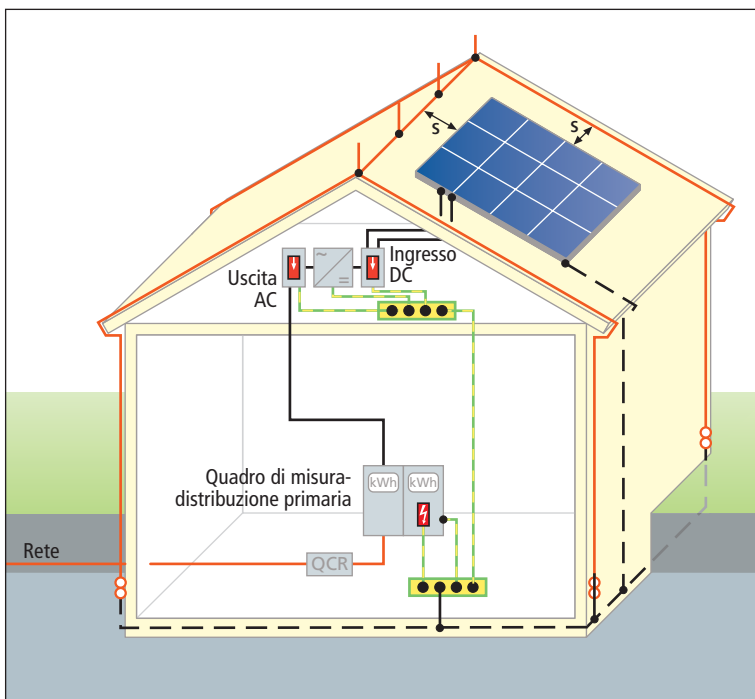


Figura 9.18.1.7 Concetto di protezione dalle sovratensioni per un impianto PV su un edificio con protezione contro i fulmini esterna e rispetto della distanza di sicurezza  $s$

secondo CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3). La distanza di sicurezza deve essere calcolata conforme a CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3). L'impianto PV illustrato in **figura 9.18.1.7** si trova nel volume protetto della protezione contro i fulmini esterna.

Il concetto di protezione contro le sovratensioni per un impianto PV su un edificio con protezione contro i fulmini esterna e un'adeguata distanza di sicurezza tra i pannelli PV e la protezione contro i

fulmini esterna, viene illustrato in figura 9.18.1.7.

Parte fondamentale di un sistema di protezione contro i fulmini è l'equipotenzialità antifulmine per tutti i sistemi conduttori esterni, entranti all'interno dell'edificio. La richiesta dell'equipotenzialità antifulmine viene soddisfatta dal collegamento diretto di tutte le parti metalliche e il collegamento indiretto, tramite scaricatori di corrente da ful-

Figura 9.18.1.6	Protezione per...	Dispositivi di protezione	Art.
<b>Alimentazione BT</b>			
	Sistema TN-C	DEHNguard M, DG M TNC 275 DEHNguard M, DG M TNC 275 FM	952 300 952 305
	Sistema TN-S	DEHNguard M, DG M TNS 275 DEHNguard M, DG M TNS 275 FM	952 400 952 405
	Sistema TT	DEHNguard M, DG M TT 275 DEHNguard M, DG M TT 275 FM	952 310 952 315
<b>Uscita AC dell'inverter/corrente alternata, installazione dell'inverter nel sottotetto</b>			
	Sistema TN	DEHNguard M, DG M TN 275 DEHNguard M, DG M TN 275 FM	952 200 952 205
	Sistema TT	DEHNguard M, DG M TT 2P 275 DEHNguard M, DG M TT 2P 275 FM	952 110 952 115
<b>Ingresso DC dell'invertitore</b>			
	2 x (rispettivamente tra positivo e negativo verso terra)	DEHNguard, DG PV 500 SCP DEHNguard, DG PV 500 SCP FM	950 500 950 505

Tabelle 9.18.1.1 Scelta dei dispositivi di protezione da sovratensione per impianti PV su edifici senza protezione contro i fulmini esterna

Figura 9.18.1.7	Protezione per...	Dispositivi di protezione	Art.
<b>Alimentazione BT</b>			
	Sistema TN-C	DEHNventil M, DV M TNC 255	951 300
	Sistema TN-S	DEHNventil M, DV M TT 255	951 310
	Sistema TT		
<b>Uscita AC dell'inverter/corrente alternata, installazione dell'inverter nel sottotetto</b>			
	Sistema TN	DEHNguard M, DG M TN 275 DEHNguard M, DG M TN 275 FM	952 200 952 205
	Sistema TT	DEHNguard M, DG M TT 2P 275 DEHNguard M, DG M TT 2P 275 FM	952 110 952 115
<b>Ingresso DC dell'inverter</b>			
	2 x (rispettivamente tra positivo e negativo verso terra)	DEHNguard, DG PV 500 SCP DEHNguard, DG PV 500 SCP FM	950 500 950 505

Tabella 9.18.1.2 Scelta dei dispositivi di protezione da sovratensione per impianti PV su edifici con protezione contro i fulmini esterna e con rispetto della distanza di sicurezza s



mine, di tutti i sistemi in tensione. I collegamenti equipotenziali antifulmine dovrebbero essere effettuati il più vicino possibile al punto di ingresso nella struttura dei sistemi e linee, per evitare l'infiltrazione di correnti parziali da fulmine. L'alimentazione in bassa tensione dell'edificio viene protetta da uno scaricatore combinato multipolare DEHNventil con tecnologia spinterometrica. E' predisposto per il montaggio su guida e può essere montato nel quadro di misura. Il tipo di dispositivo di protezione viene scelto in base alla rete di fornitura esistente (Tabella 9.18.1.2).

Lo scaricatore combinato unico scaricatore di corrente da fulmine e di sovratensione in un unico dispositivo, è senza bobina di disaccoppiamento e viene fornito come unità completa pronta per il cablaggio in ogni sistema in bassa tensione (TN-C, TN-S, TT). Per apparecchi finali con lunghezza di collegamento < 5 m al DEHNventil, esiste una protezione sufficiente senza dispositivi di protezione supplementari. Per collegamenti più lunghi sono da installare ulteriori dispositivi di protezione SPD Tipo 2 o 3. Se l'uscita AC dell'inverter non si trova distante più di 5 m dal punto di

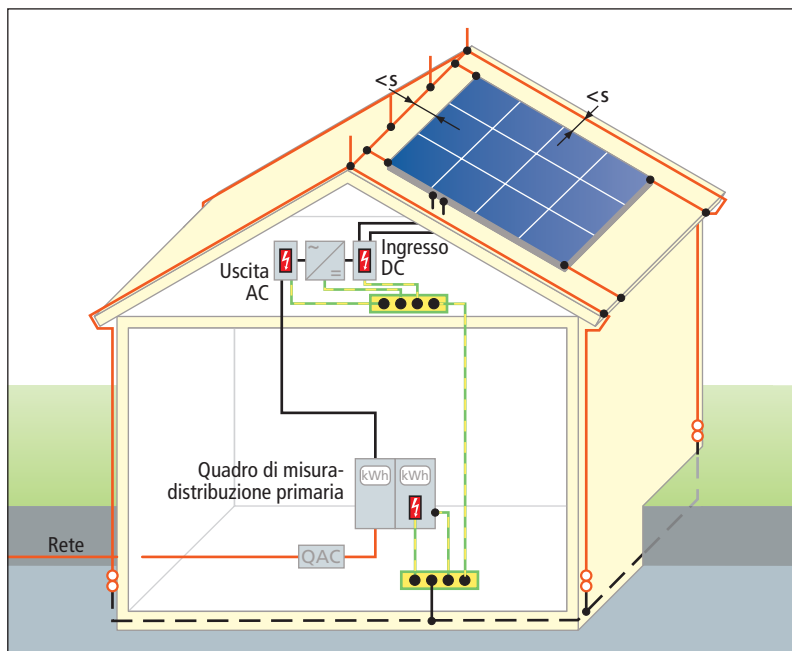


Figura 9.18.1.8 Concetto di protezione dalle sovratensioni per un impianto PV su un edificio con protezione contro i fulmini esterna senza rispetto della distanza di sicurezza s

installazione del DEHNventil, allora sul lato AC non occorrono ulteriori dispositivi di protezione. Ogni cavo di stringa entrante è da collegare ad un dispositivo di protezione da sovratensioni del tipo DEHNguard PV 500 SCP tra positivo e negativo verso terra, all'ingresso DC dell'inverter.

Figura 9.18.1.8	Protezione per...	Dispositivi di protezione	Art.
<b>Alimentazione BT</b>			
	Sistema TN-C	DEHNventil M, DV M TNC 255	951 300
	Sistema TN-S	DEHNventil M, DV M TT 255	951 310
	Sistema TT		
<b>Uscita AC dell'inverter/ corrente alternata, installazione dell'inverter nel sottotetto</b>			
	Sistema TN	DEHNventil M, DV M TN 255	951 200
		DEHNventil M, DV M TN 255 FM	951 205
	Sistema TT monofase	DEHNventil M, DV M TT 2P 255	951 110
	Sistema TT monofase	DEHNventil M, DV M TT 2P 255 FM	951 115
<b>Ingresso DC dell'inverter</b>			
	Per ogni cavo di stringa	DEHNlimit, DLM PV 1000	900 330

Tabella 9.18.1.3 Scelta dei dispositivi di protezione da sovratensione per impianti PV su edifici con protezione contro i fulmini esterna senza rispetto della distanza di sicurezza s

### **Edificio con protezione contro i fulmini esterna senza rispetto della distanza di sicurezza**

Per ottenere dei redditi possibilmente alti, spesso viene occupato l'intero tetto da pannelli PV. Per motivi tecnici e pratici, spesso non è più possibile di rispettare la distanza di sicurezza. In questi punti, deve essere effettuato un collegamento diretto tra LPS esterno e i componenti metallici dell'impianto PV. Secondo CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) in questi casi sono però da osservare gli effetti delle correnti accoppiate nei conduttori DC all'interno della struttura e deve essere garantita l'equipotenzialità antifulmine. Significa che allora deve essere effettuata l'equipotenzialità antifulmine anche per quelle condutture DC che sono attraversate da correnti da fulmine (**Figura 9.18.1.8**).

Secondo CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) le condutture DC devono essere collegate a un dispositivo di protezione SPD Tipo 1. Viene utilizzato lo scaricatore combinato DEHNlimit PV 1000, che in questo caso viene inserito in parallelo al collegamento di stringa. Lo scaricatore combinato di Tipo 1 DEHNlimit PV 1000 è stato sviluppato appositamente per l'impiego in sistemi fotovoltaici per la produzione di energia elettrica. La tecnologia dello spinterometro autoestingente incapsulato permette una protezione sicura del generatore PV e dell'inverter, anche con correnti da fulmine diretti.

Per l'allacciamento alla rete in bassa tensione deve anche essere effettuata l'equipotenzialità antifulmine, dove viene utilizzato il DEHNventil modular, un dispositivo di protezione dalle sovratensioni con tecnologia spinterometrica (**Tabella 9.18.1.3**). Se l'inverter PV si trova in prossimità dell'allacciamento in bassa tensione, a distanza non superiore ai 5 m, allora è protetta pure l'uscita AC dell'inverter.

Misure di protezione dalle sovratensioni, agiscono soltanto localmente, così anche la protezione per l'inverter PV. Se l'inverter PV è installato nel sottotetto, allora la protezione dalle sovratensioni dell'inverter deve essere garantita tramite ulteriori dispositivi di protezione dalle sovratensioni, che in questo caso avviene pure con dispositivi di protezione dalle sovratensioni Tipo 1, DEHNventil modular. Motivo per l'applicazione di questo dispositivo di protezione è il fatto, che anche il conduttore di protezione e il collegamento AC sono attraversati da correnti parziali da fulmine

che devono essere controllati da questo dispositivo di protezione dalle sovratensioni.

#### **Annotazione**

La protezione dalle sovratensioni di pannelli fotovoltaici a silicio amorfo, in alcuni casi, deve essere considerata separatamente.

### **9.18.2 Protezione contro i fulmini e sovratensioni per centrali solari**

In un tipo di impianto, così complesso, come una centrale solare, è necessario di valutare il rischio dei danni da fulminazione in conformità alla CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) e di rispettare le conclusioni risultanti nella progettazione. La protezione di una centrale solare ha lo scopo di proteggere sia l'edificio operativo, che il campo dei pannelli contro i danni da incendio (fulminazione diretta) e i sistemi elettrici ed elettronici (inverter, sistema di supervisione, conduttura principale del generatore) contro l'effetto dell'impulso elettromagnetico del fulmine (LEMP).

#### **Dispositivo di captazione e calate**

Per la protezione del campo dei pannelli PV, i pannelli devono essere posizionati entro il volume protetto da un dispositivo di captazione isolato. Per impianti superiori ai 10 kW è consigliato solitamente almeno un livello di protezione III. Con il sistema della sfera rotolante rispetto al livello di protezione, viene determinato il numero e l'altezza delle aste di captazione. Inoltre si deve osservare che sia rispettata la distanza di sicurezza secondo CEI EN 62305-3 tra i supporti per i pannelli e le aste di captazione. Parallelamente anche l'edificio operativo viene dotato di un sistema di protezione contro i fulmini esterno con analogo livello di protezione. Il collegamento delle calate all'impianto di terra avviene tramite apposite bandiere di connessione. A causa del pericolo di corrosione il punto di uscita dal terreno o calcestruzzo delle bandiere di collegamento, dev'essere realizzato resistente alla corrosione (acciaio inossidabile AISI 316) oppure protetto con adeguate misure, nel caso dell'utilizzo di acciaio zincato (p.es. nastro anticorrosione, tubo autorestringente).

## Impianto di terra

L'impianto di terra (Figura 9.18.2.1) viene eseguito come dispersore ad anello (dispersore orizzontale) con maglie di 20 m x 20 m. I supporti metallici sui quali vengono montati i pannelli PV, sono da collegare ogni 10 m all'impianto di terra. L'impianto di terra dell'edificio operativo è eseguito come dispersore di fondazione secondo CEI EN 62305-3. L'impianto di terra dell'impianto PV e quello dell'edificio operativo, sono da collegare tra di loro con almeno un conduttore (30 mm x 3,5 mm bandella in acciaio inossidabile AISI 316 oppure acciaio zincato). Il collegamento dei singoli impianti di terra, riduce la resistenza di terra totale. Tramite la magliatura degli impianti di terra viene creata una "superficie equipotenziale", che riduce sensibilmente la sollecitazione da tensioni delle condutture elettriche in seguito alla fulminazione tra stringa e edificio operativo. I dispersori orizzontali sono interrati ad una profondità di almeno 0,5 m e le maglie sono interconnesse con dei morsetti a

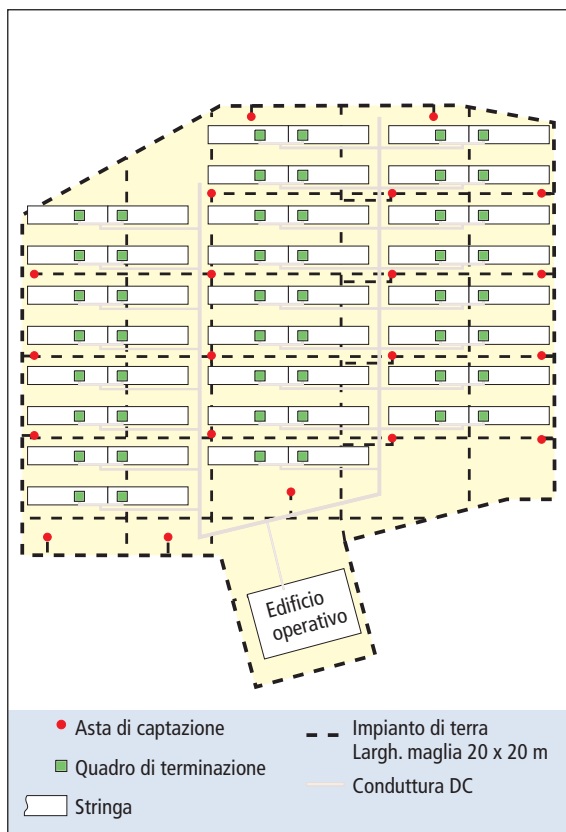


Figura 9.18.2.1 Mappa di un impianto PV di grandi dimensioni posto in campo

croce. I punti di collegamento interrati sono da avvolgere con un nastro anticorrosione. Questo vale anche per la posa interrata della bandella AISI 316.

## Equipotenzialità antifulmine

Tutti i sistemi conduttori entranti dall'esterno all'interno del edificio operativo, devono essere integrati principalmente nell'equipotenzialità antifulmine. La richiesta dell'equipotenzializzazione viene soddisfatta tramite il collegamento diretto di tutte le masse metalliche e il collegamento indiretto tramite scaricatori di corrente da fulmine di tutti i sistemi sotto tensione. Il collegamento equipotenziale antifulmine dovrebbe essere eseguito il più vicino possibile all'entrata nella struttura, per evitare la penetrazione di correnti parziali da fulmine nell'edificio. In questo caso (Figura 9.18.2.2) l'allacciamento alla rete in bassa tensione nell'edificio operativo, viene protetto tramite uno scaricatore combinato, multipolare DEHNventil (Tabella 9.18.2.1).

Inoltre devono essere protette con uno scaricatore di corrente da fulmine spinterometrico, le linee DC entranti nell'invertiter PV e nell'edificio operativo. Per questo uso è adatto lo scaricatore combinato DEHNlimit PV 1000.

## Misure di protezione contro le sovratensioni nel campo di pannelli PV

Per ridurre la sollecitazione dell'isolamento all'interno dei pannelli solari nel caso di una fulminazione sul dispositivo di captazione isolato, nella cassetta di terminazione il più vicino possibile al generatore solare, vengono installati dei dispositivi di protezione da sovratensioni con controllo termico. Per generatori con tensioni fino a 1000 V DC viene inserito tra polo positivo e negativo verso terra un limitatore di sovratensione tipo DEH-Nguard PV 500 SCP. In questo caso sono sufficienti i dispositivi di protezione da sovratensioni Tipo 2, perchè i moduli fotovoltaici si trovano nel volume protetto del sistema di protezione contro i fulmini esterno.

Nella pratica si è affermato l'uso di dispositivi di protezione da sovratensioni con contatti puliti per la segnalazione dello stato di esercizio del dispositivo di sezionamento termico. Si possono così allungare gli intervalli tra i controlli periodici dei dispositivi di protezione da sovratensioni. I dispositivi di protezione da sovratensioni nelle cassette di terminazione dei generatori fotovoltaici funziona-

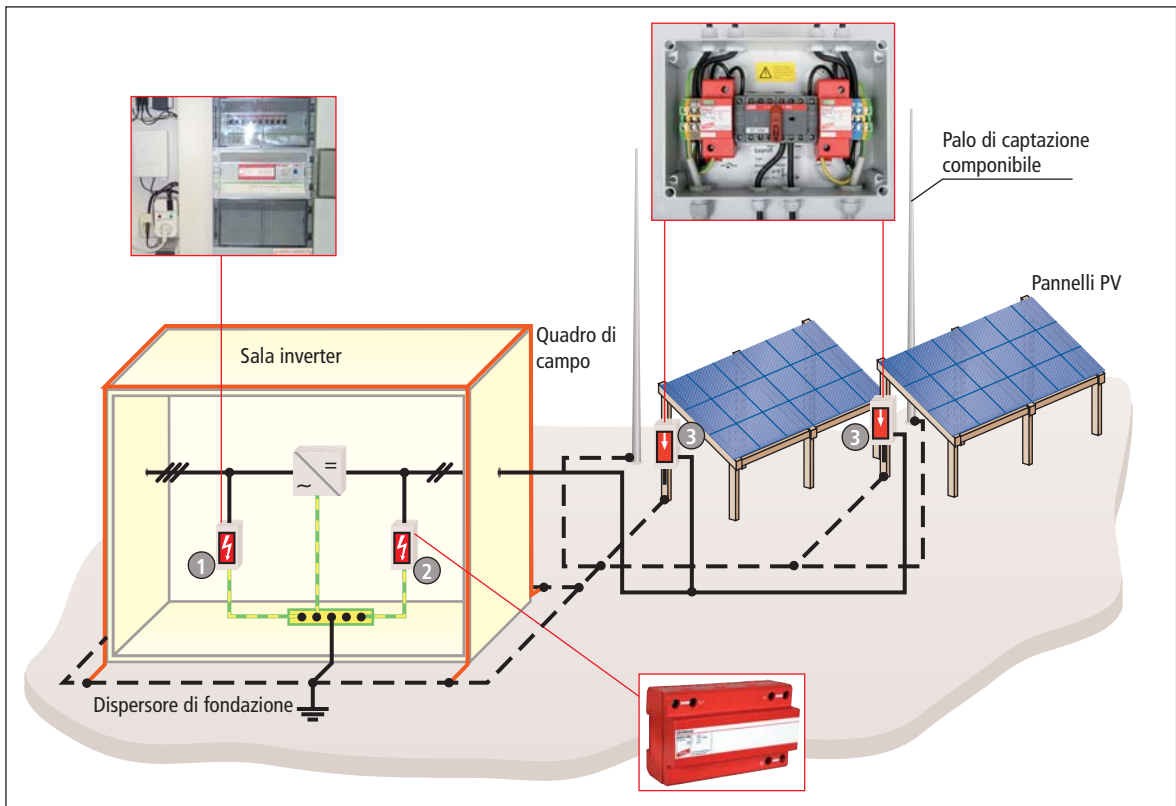


Figura 9.18.2.2 Schema di principio della protezione dalle sovratensioni per una centrale fotovoltaica

N° in figura 9.18.2.2	Protezione per ...	Dispositivi di protezione	Art.
①	Sistema TN-C Sistema TN-S Sistema TT	DEHNventil, DV M TNC 255 DEHNventil, DV M TNS 255 DEHNventil, DV M TT 255	951 300 951 400 951 310
②	Ingresso DC dell'inverter	DEHNlimit, DLM PV 1000	900 330
③	Quadro di campo	DEHNguard DG PV 500 SCP DEHNguard DG PV 500 SCP FM	950 500 950 505

Tabella 9.18.2.1 Scelta dei dispositivi di protezione per centrali fotovoltaiche

no da protezione locale per i moduli fotovoltaici e garantiscono che non si effettuano delle scariche pericolose nei pannelli PV, a causa di disturbi condotti o di campo.

#### Annotazione

La protezione dalle sovratensioni di pannelli fotovoltaici a silicio amorfo, in alcuni casi deve essere considerata separatamente.

#### Misure di protezione dalle sovratensioni per sistemi informatici

Nell'edificio operativo è collocato un sistema di supervisione a distanza, che serve per un facile e veloce controllo del funzionamento dell'impianto fotovoltaico. Disturbi all'impianto PV possono essere così rilevati e ripristinati in modo precoce dall'operatore. Il sistema di controllo a distanza permette la continua disponibilità dei dati sulla

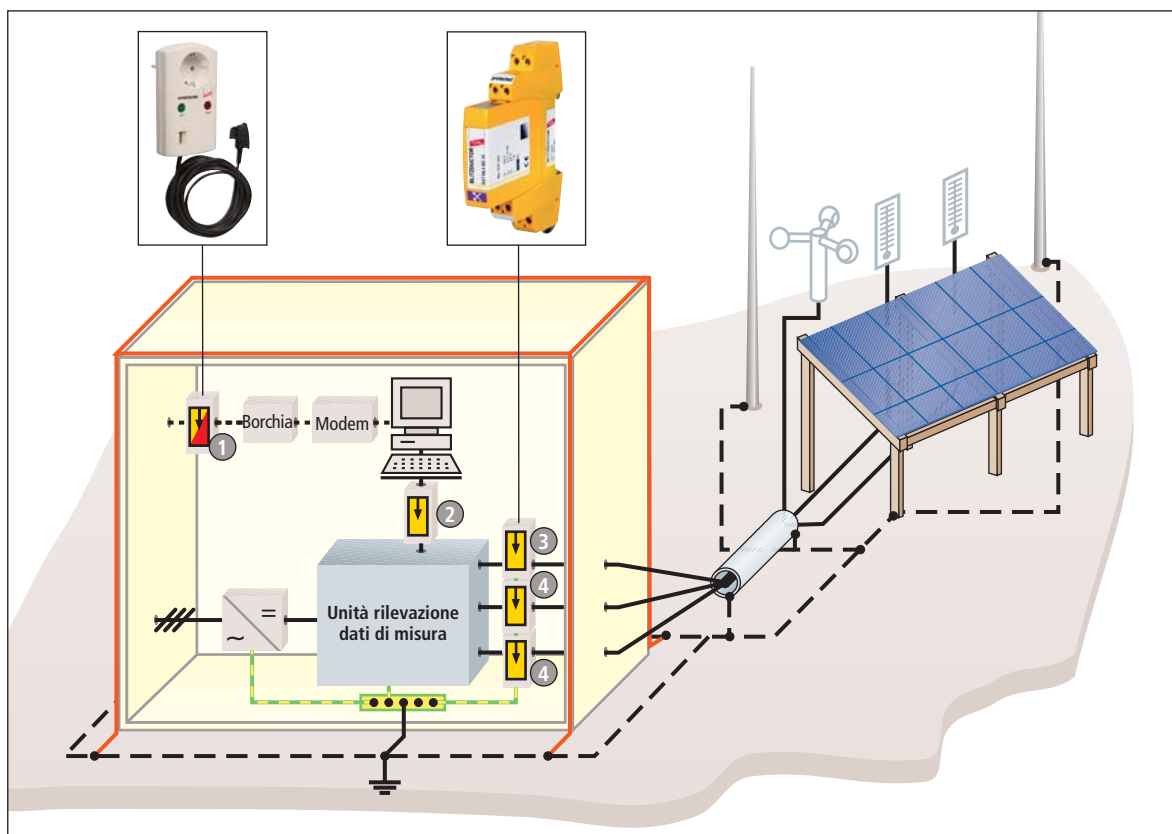


Figura 9.18.2.3 Concetto di protezione per rilievo ed elaborazioni dati

N° in figura 9.18.2.3	Protezione per ...	Dispositivi di protezione	Art.
①	Alimentazione e ingresso dati dei NTBA	NT PRO	909 958
②	Impianti e apparecchi della tecnica CMR con trasmissione a 4 fili, p.es. sistema bus RS 485	BLITZDUCTOR VT, BVT RS 485 5	918 401
③	Anemometro, p.es. trasmissione analogica dei valori di misura 4 - 20 mA	BLITZDUCTOR XT, BXT ML4 BE 24 + Basisteil BXT BAS	920 324 920 300
④	Sensore temperatura ambiente e temperatura pannelli	BLITZDUCTOR XT, BXT ML4 BE 5 + Basisteil BXT BAS	920 320 920 300

Tabella 9.18.2.2 Dispositivi di protezione da sovratensione per rilievo ed elaborazione dati

produzione del generatore solare, per ottimizzare la redditività dell'impianto PV. Come viene illustrato nella **figura 9.18.2.3** tramite sensori esterni sul impianto PV, vengono effettuate le misure della velocità del vento, temperatura del modulo e temperatura ambiente. Questi valori misurati possono essere letti direttamente dall'unità di rilievo. L'unità di rilievo dati è provvista di interfacce come

RS 232 o RS 485 per il collegamento a un PC e/o modem per lettura e controllo remoto. Così il personale di servizio è in grado di verificare, via diagnosi a distanza, la causa del disturbo e di seguito rimuoverla in modo mirato. Il modem in figura 9.18.2.3 è collegato all'apparecchio di terminazione reta (NT) di un accesso base ISDN. I sensori per la misura della velocità del vento e la temperatura

dei moduli sono montati, analogamente ai Pannelli PV, nel volume protetto dalle scariche dirette. Sulle linee di misura non si manifestano quindi delle correnti da fulmine, però comunque delle sovratensioni transienti, condotte, che si instaurano per effetto di induzione con fulminazioni sul sistema di captazione isolato. Per garantire una trasmissione continua e senza disturbi dei dati di misura all'unità di misura in qualsiasi momento, le linee dei sensori entranti all'interno dell'edificio devono essere collegati a dei dispositivi di protezione da sovratensioni (**Tabella 9.18.2.2**). Nella scelta dei

dispositivi di protezione da sovratensione bisogna fare attenzione, che non ci siano delle influenze sui valori di misura. Deve essere garantito anche l'inoltro dei dati di misura tramite modem ISDN sulla rete di telecomunicazione fissa, per poter effettuare il continuo controllo e l'ottimizzazione della produttività dell'impianto. Per questo viene protetta l'interfaccia  $U_{k0}$  prima della borchia, al quale è connesso il modem ISDN, con un adattatore di protezione da sovratensione. Con questo adattatore è inoltre garantita anche la protezione dell'alimentazione 230 V della borchia.