

LA GESTIONE DELL'INTEGRAZIONE DEL FOTOVOLTAICO NELLE RETI

***Nuovi requisiti e prove in campo per
le protezioni di interfaccia, secondo
le norme CEI 0-21 e CEI 0-16***

Francesco Groppi

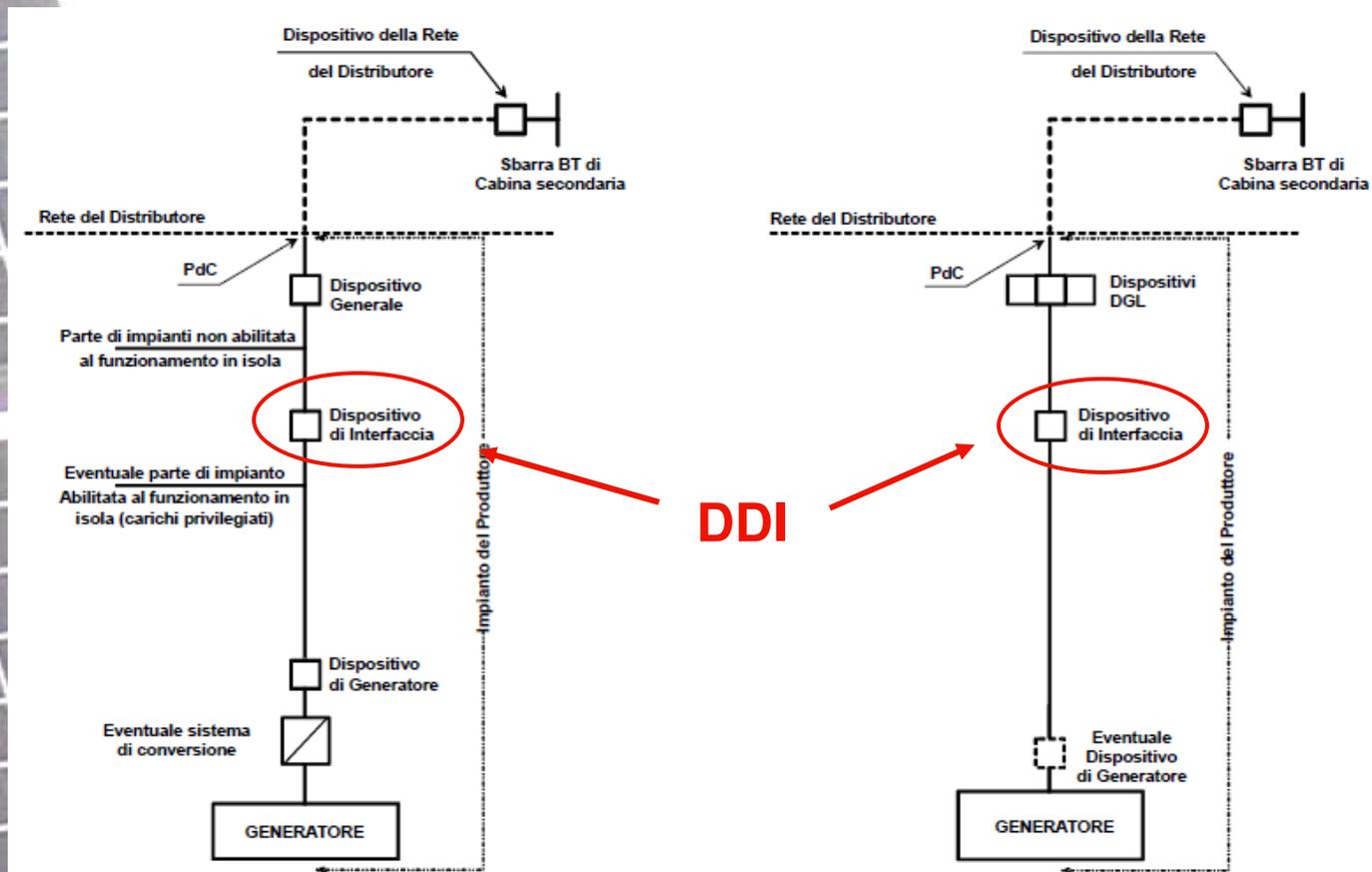
*Responsabile GDL2 del CT82 CEI
Convenor WG2 del TC82 CENELEC*



Norma CEI 0-21 – Impianti BT

SPI e DDI secondo la norma CEI 0-21:

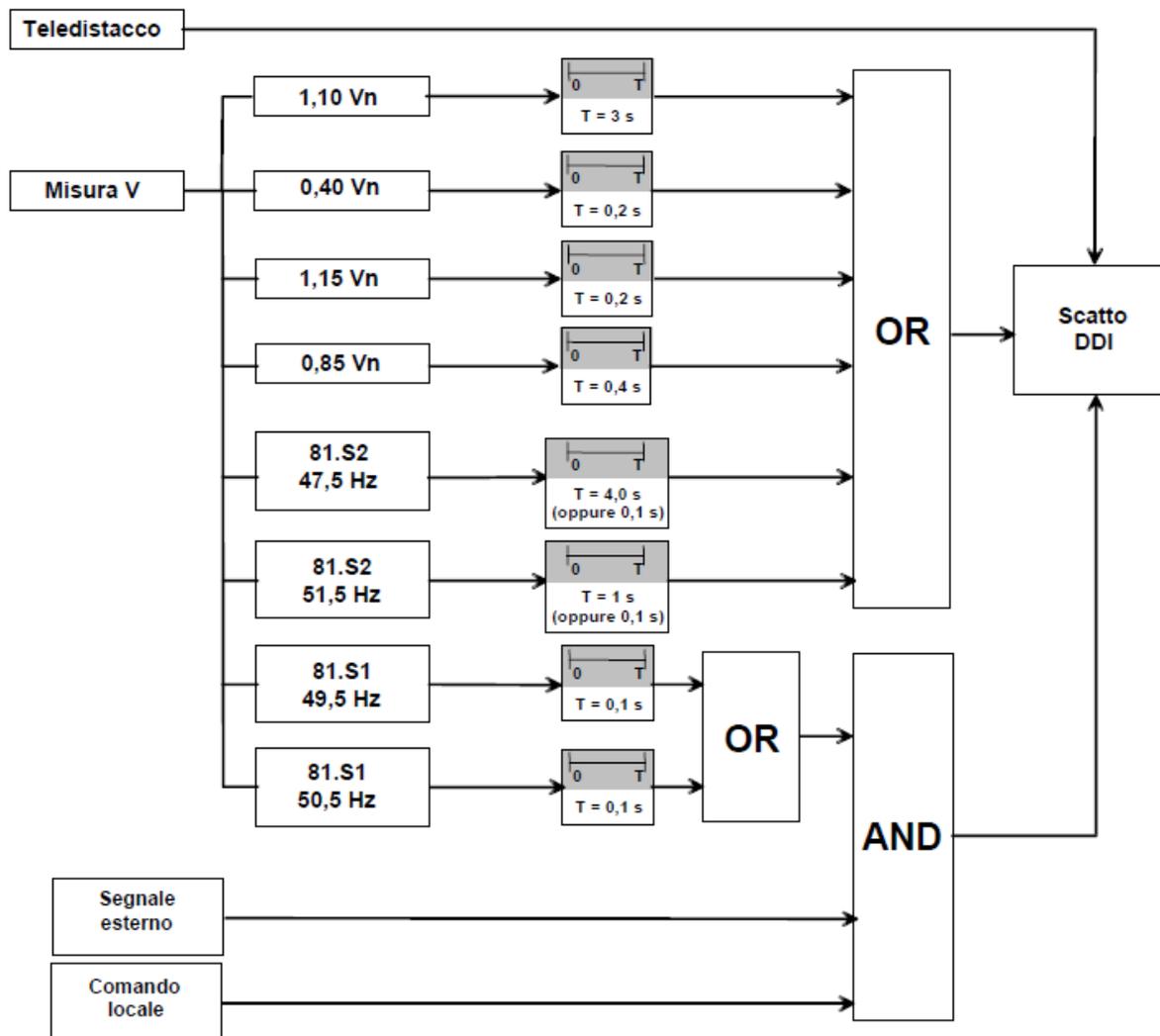
- La norma CEI 0-21 prevede 2 possibili schemi di connessione per gli utenti attivi



SPI e DDI secondo la norma CEI 0-21:

- **La norma CEI 0-21 si applica alla connessione di Utenti attivi alle reti:**
 - **BT monofase fino a 6÷10 kW**
 - **BT trifase fino a 100÷200 kW**
 - **MT se $P \leq 30$ kW e non supera il 30% della potenza disponibile per la connessione**
- **Si possono avere le seguenti configurazioni:**
 - **DDI unico comandato da una propria PI**
 - **Più DDI comandati da un'unica PI**
 - **Più DDI comandati da più PI in logica OR**
 - **Fino a 3 PI+DDI indipendenti se $P \leq 20$ kW**
- **Se $P > 20$ kW è necessario il ricalzo al DDI**

Logica del SPI (norma CEI 0-21):



Prove di tipo e prove in campo:

- **Il funzionamento del SPI deve essere verificato mediante:**
 - **Prove di tipo**, da eseguire su un esemplare identico a quelli che saranno messi in commercio
 - **Prove di verifica in campo**, che comprendono le prove di prima installazione e le prove periodiche
- **Il Produttore si impegna a mantenere efficiente il SPI, verificandone la funzionalità e rispondenza a quanto richiesto dal Distributore mediante un controllo preliminare alla connessione e controlli successivi con periodicità ≤ 3 anni**

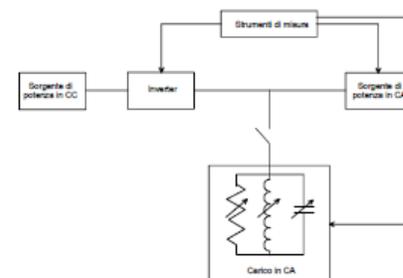
Prove di SPI integrati e non integrati:

**PROVE
DI TIPO**

SPI
integrato



Simulatore
di rete BT



SPI non
integrato



Cassetta prova
relè (H.1.1)



**PROVE IN
CAMPO**

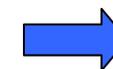
SPI
integrato



Funzione
Autotest



SPI non
integrato



Cassetta prova
relè (H.1.2)



Prove in campo per SPI:

- Si tratta di un sottoinsieme delle prove di tipo
- Permettono di verificare le tarature e i tempi di intervento specificati nella norma CEI 0-21 (con possibili variazioni da parte del Distributore)

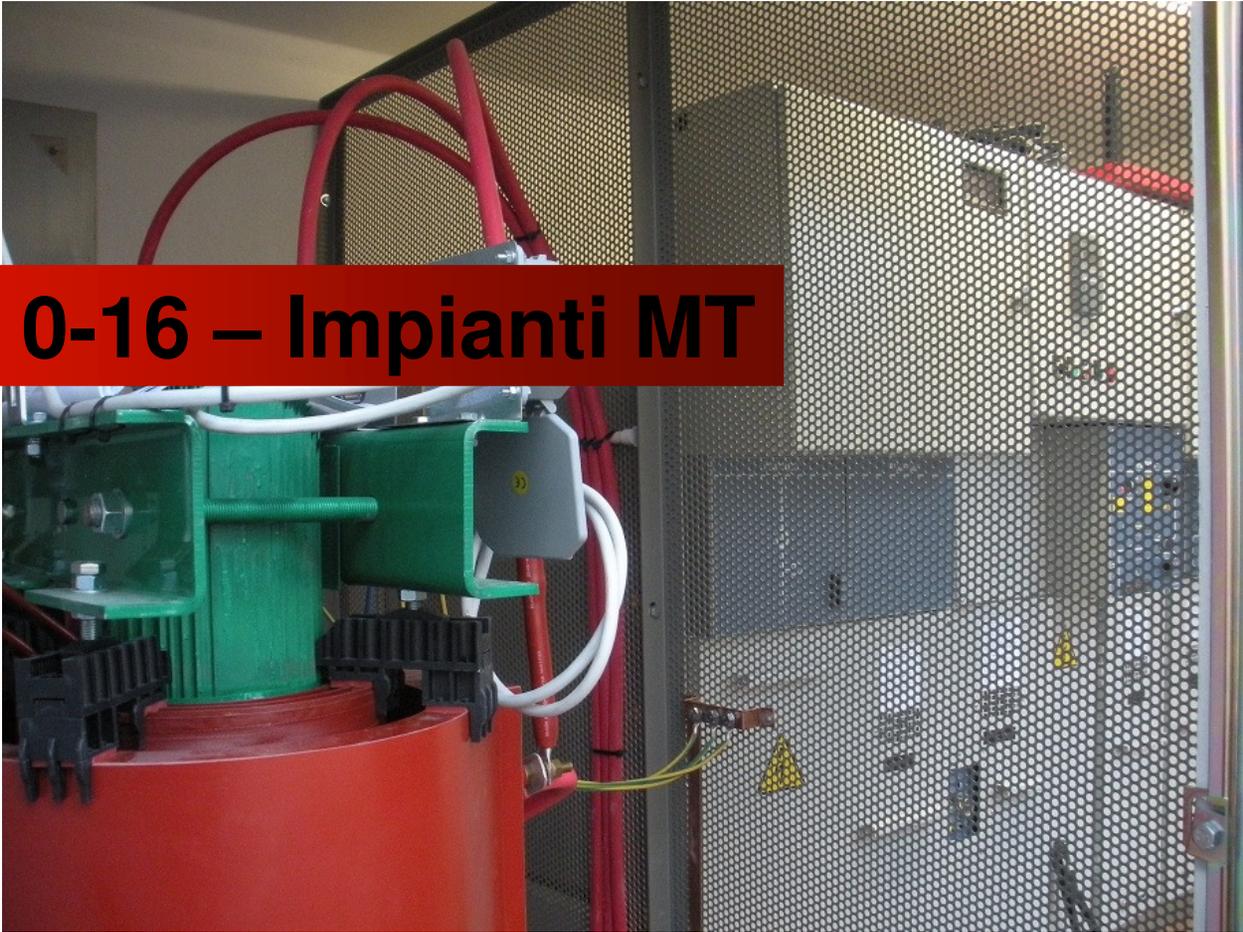
Protezione	Soglia di intervento	Tempo di intervento (tempo intercorrente tra l'istante di inizio della condizione anomala rilevata dalla protezione e l'emissione del comando di scatto)
Massima tensione (59.S1, misura a media mobile su 10 min, in accordo a CEI EN 61000-4-30)	1,10 Vn	≤3 s
Massima tensione (59.S2)	1,15 Vn	0,2 s
Minima tensione (27.S1) ^(*)	0,85 Vn	0,4 s
Minima tensione (27.S2) ^(**)	0,4 Vn	0,2 s
Massima frequenza (81>.S1) ^(*) ∅	50,5 Hz	0,1 s
Minima frequenza (81<.S1) ^(*) ∅	49,5 Hz	0,1 s
Massima frequenza (81>.S2) ∅	51,5 Hz	0,1 s oppure 1 s §
Minima frequenza (81<.S2) ∅	47,5 Hz	0,1 s oppure 4 s §

Prove in campo per SPI:

- **Funzioni di massima tensione e frequenza A.4.3.1 (59.S1, 59.S2, 81.S1>, 81.S2>)**
 - **Misura della precisione della soglia di intervento**
 - **Misura del tempo di intervento**
- **Funzioni di minima tensione e frequenza A.4.3.2 (27.S1, 27.S2, 81.S1<, 81.S2<)**
 - **Misura della precisione della soglia di intervento**
 - **Misura del tempo di intervento**
- **Segnale di telescatto A.4.3.3.2**
- **Segnale di comunicazione A.4.3.3.3**

Prove in campo per SPI:

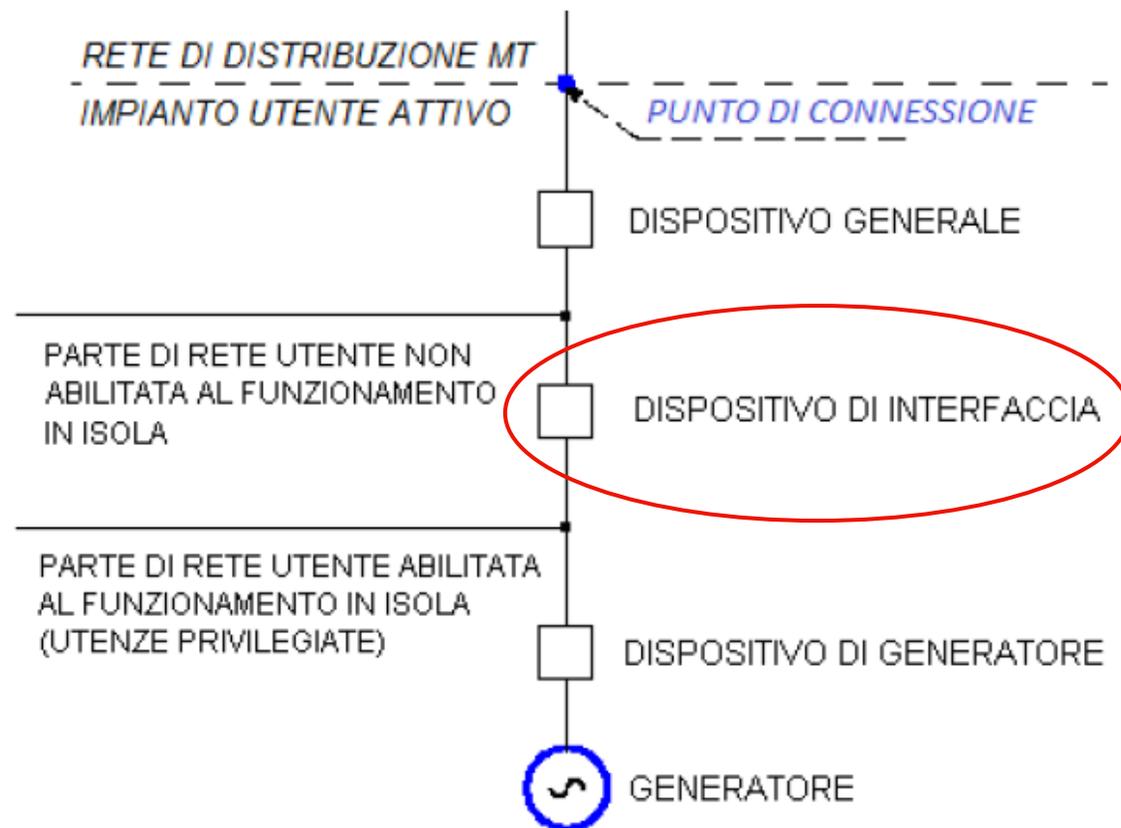
- **I tempi di intervento devono essere riportati in opportuni file prodotti dalla cassetta prova relè (o dall'inverter) e non modificabili dall'Utente**
- **Nel caso di SPI integrato può essere tenuto valido il messaggio sul display dell'inverter**
- **Nel caso di SPI non integrato, le prove in campo devono inoltre riguardare:**
 - **La continuità dei circuiti tra PI e DDI**
 - **La continuità dei circuiti tra PI e ingressi voltmetrici**



Norma CEI 0-16 – Impianti MT

SPI e DDI secondo la norma CEI 0-16:

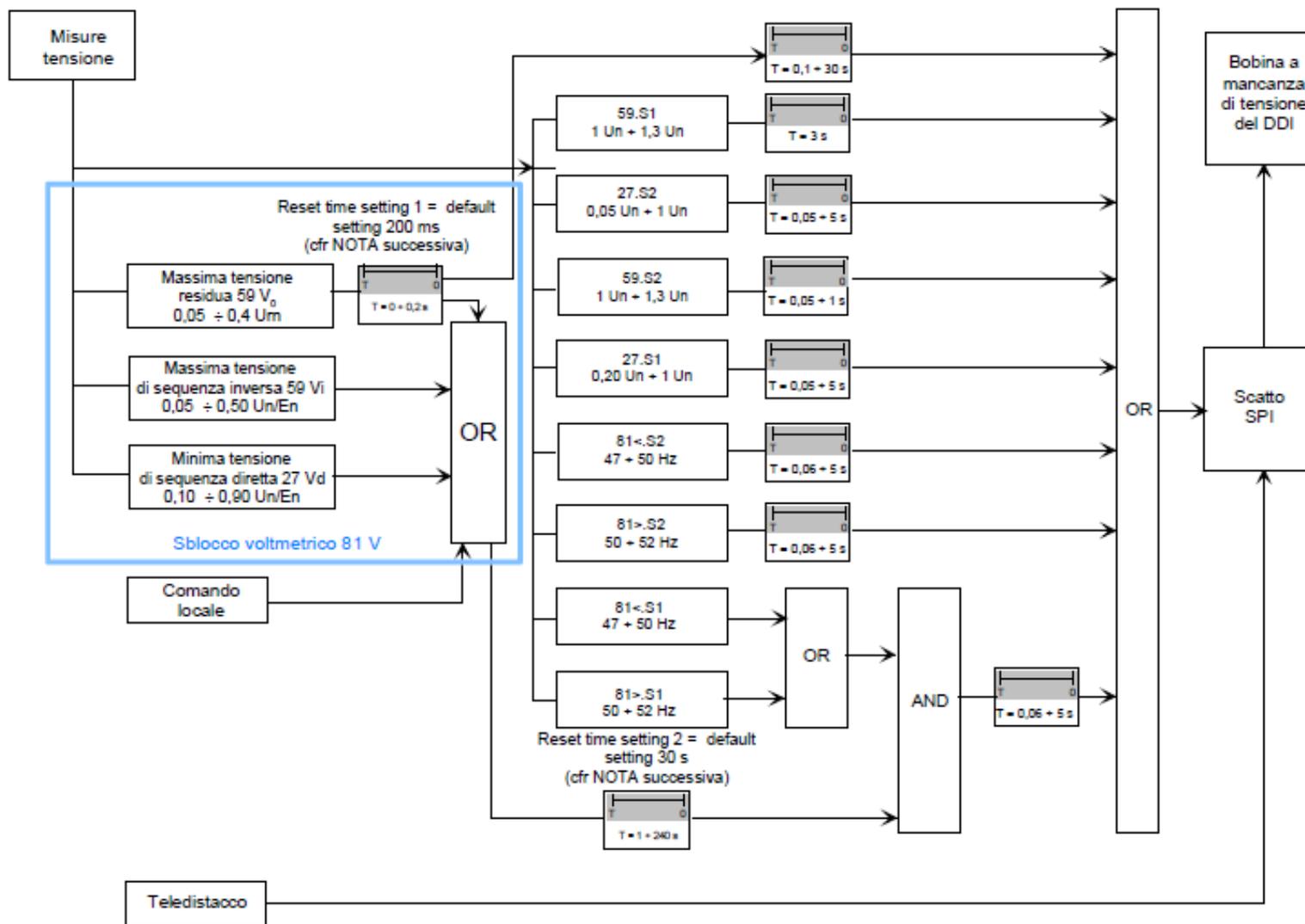
- **La norma CEI 0-16 riporta uno schema generale di connessione per gli Utenti attivi**



SPI e DDI secondo la norma CEI 0-16:

- **Il DDI può essere installato:**
 - A livello MT
 - A livello BT
- **Si possono avere le seguenti configurazioni:**
 - DDI unico comandato da una propria PI
 - Più DDI comandati da un'unica PI
 - Più DDI comandati da più PI in logica OR
- **Se $P > 400$ kW è necessario il ricalzo al DDI**

Logica del SPI (norma CEI 0-16):



Prove di tipo e prove in campo:

- **Le tipologie di prove da eseguire sul SPI sono:**
 - **Prove di tipo**, da eseguire su un esemplare identico a quelli che saranno messi in commercio
 - **Prove di verifica in campo**, che comprendono le prove di prima installazione e le prove di verifica successive
- **Le verifiche in campo successive e la loro periodicità devono essere espressamente richieste nell'eventuale Regolamento di Esercizio del Distributore**
- **La norma CEI 0-16 prevede 2 tipologie di SPI:**
 - **SPI non integrato** con PI e TV separati tra loro
 - **SPI integrato** in cui un'unica apparecchiatura svolge la funzione di PI e TV
- **I TV possono essere induttivi (TV-I) o non induttivi (TV-NI)**

Configurazioni tipiche per PI e TV:

- **Le tensioni concatenate possono essere misurate:**
 - Lato MT con 2 TV-I
 - Lato MT ricavate da 3 TV-NI
 - Lato BT direttamente sulle fasi o tramite TV
- **Da queste misure si ricava anche il valore della frequenza e si calcolano V_{dir} e V_{inv}**
- **La tensione residua può essere misurata:**
 - Lato MT con 3 TV-I fase-terra e secondari collegati a triangolo aperto
 - Lato MT con 3 TV-NI fase-terra
- **Nel caso di TV-NI è necessaria una sola terna di sensori**



Prove in campo per SPI:

- Si tratta di un sottoinsieme delle prove di tipo
- Permettono di verificare le tarature e i tempi di intervento specificati nella norma CEI 0-16 (con possibili variazioni da parte del Distributore)
- La delibera 562/2012/R/eel differenzia l'applicazione della norma a seconda della data di invio della richiesta di connessione:
 - Fino al 31/3/2013 vale l'Allegato A.70
 - Dal 1/4/2013 vale il paragrafo 8.8.8.2 *Regolazione del sistema di protezione di interfaccia*



Prove in campo per SPI - Regolazioni:

Protezione	Soglia di intervento	Tempo di intervento ⁽⁹⁶⁾	Tempo di apertura DDI ⁽⁹⁷⁾⁽⁹⁸⁾
Massima tensione (59.S1, basata su calcolo valore efficace secondo l'Allegato S.	1,10 Un	vedi paragrafo E.3.2	Variabile in funzione valore iniziale e finale di tensione, al massimo 603 s
Massima tensione (59.S2)	1,20 Un	0,60 s	0,27 s
Minima tensione (27.S1) ^{***}	0,85 Un	1,5 s	1,57 s
Minima tensione (27.S2) ^{**}	0,4 / 0,3 Un	0,20 s	0,27 s
Massima frequenza (81>.S1) \emptyset (soglia restrittiva)	50,2 Hz	0,15 s	0,22 s
Minima frequenza (81<.S1) \emptyset (soglia restrittiva)	49,8 Hz	0,15 s	0,22 s
Massima frequenza (81>.S2) \emptyset (soglia permissiva)	51,5 Hz	1,0 s	1,07 s
Minima frequenza (81<.S2) \emptyset (soglia permissiva)	47,5 Hz	4,0 s	4,07 s
Massima tensione residua (59V0)	5 % Un ⁽⁹⁹⁾	25 s	25,07 s
Massima tensione sequenza inversa (59 Vi)	15% Un/En ⁽⁹⁾		-
Minima tensione sequenza diretta (27 Vd)	70% Un/En ⁽⁹⁾		-

Prove in campo per SPI (E.5.2):

- **Verifica della continuità dei circuiti voltmetrici**
- **Verifica della funzionalità del circuito di sgancio**
- **Verifica della soglia 59.S1 (valore efficace su 10 min)**
 - **105% di V_n per 11 min → NON INTERVENTO**
 - **115% di V_n per 10 min → INTERVENTO**
- **Verifica della soglia e del tempo di intervento per 59.S2**
- **Verifica delle soglie e dei tempi di intervento per 27.S1 e 27.S2**
- **Verifica delle soglie e dei tempi di intervento per 81> (81.S2> e 81.S1> a consenso voltmetrico)**
- **Verifica delle soglie e dei tempi di intervento per 81< (81.S2< e 81.S1< a consenso voltmetrico)**

Prove in campo per SPI (E.5.2):

- **Verifica della soglia e del tempo di intervento per 59 Vo**
- **Verifica della soglia della funzione 59 Vinv**
- **Verifica della soglia della funzione 27 Vdir**
- **Verifica del consenso voltmetrico**
 - **Non intervento per 81.S1< in presenza di 27 Vdir**
 - **Intervento per 81.S1< in presenza di 27 Vdir**
 - **Non intervento per 81.S1< in presenza di 59 Vinv**
 - **Intervento per 81.S1< in presenza di 59 Vinv**
 - **Non intervento per 81.S1> in presenza di 59 Vo**
 - **Intervento per 81.S1> in presenza di 59 Vo**
- **Verifica del telescatto**

CONCLUSIONI

- **Negli ultimi tempi si è assistito ad una notevole e rapida evoluzione delle funzioni richieste ai Sistemi di Protezione di Interfaccia (SPI)**
- **Soprattutto per la connessione MT, la complessità delle funzioni richieste e la numerosità delle possibili configurazioni richiedono che le verifiche in campo siano effettuate da professionisti competenti e dotati della necessaria strumentazione**
- **La situazione è comunque in evoluzione, anche perché la norma CEI 0-16 è tuttora in fase di revisione**

Grazie per l'attenzione

