

Legami tra progettazione IEM e progettazione PE

Per le reti di metanodotti le attività di progettazione IEM e di progettazione PE presentano necessariamente interazioni in quanto, pur avendo finalità differenti, si applicano al medesimo impianto. Questo documento ha lo scopo di esplicitare alcuni concetti relativi ai legami tra progettazione IEM e progettazione PE.

1 Scopo ed elementi chiave della progettazione IEM

La progettazione IEM¹ di una tubazione è effettuata allo scopo di eliminare i seguenti effetti (indesiderati, pericolosi e/o dannosi) della IEM:

- a) pericolo per le persone che, a vario titolo, possono venire in contatto con la tubazione;
- b) danno (permanente) alla tubazione (sotto forma di perforazione del rivestimento) o ad apparecchiature elettriche o elettroniche connesse alla tubazione (apparecchiature PE o altre apparecchiature) (sotto forma di perforazione dell'isolamento tra l'apparecchiatura e terra o dell'isolamento tra differenti elementi dell'apparecchiatura o di rottura per effetto elettrico di parte dell'apparecchiatura);
- c) malfunzionamento di apparecchiature elettriche o elettroniche connesse alla tubazione (apparecchiature PE o altre apparecchiature);
- d) danni da corrosione in corrente alternata alla tubazione.

Gli effetti a) e b) devono essere eliminati sia a fronte della IEM generata da ciascuna delle linee inducenti singolarmente in condizione di guasto sia a fronte della IEM generata da tutte le linee inducenti operanti congiuntamente in condizione di funzionamento normale. Le condizioni di guasto sono caratterizzate da durate dell'ordine dei decimi di secondo e da probabilità di accadimento dell'ordine di qualche unità su 100 km di linea elettrica su anno. Le condizioni di funzionamento normale sono sostanzialmente permanenti per le linee elettriche e quasi permanenti per le linee ferroviarie elettrificate in corrente alternata.

Gli effetti c) e d) devono essere eliminati a fronte della IEM generata da tutte le linee inducenti operanti congiuntamente in condizione di funzionamento normale.

La configurazione minima di struttura indotta a cui deve essere applicata la progettazione IEM (isola IEM) è costituita da tutte le parti di una o più tubazioni tra loro elettricamente interconnesse: il confine che delimita la struttura indotta è dato da un giunto isolante non provvisto di scaricatore longitudinale². Ulteriori considerazioni circa questo aspetto sono espresse al cap. 3.

La progettazione IEM concerne la corrente alternata.

¹ Invitiamo a leggere il documento "Studio di IEM", disponibile sul sito www.intelma.it

² Si veda l'appendice "Giunti isolanti" a questo documento

Gli ordini di grandezza delle tensioni alternate in gioco sono di migliaia di Volt per le tensioni indotte in condizione di guasto, che si manifestano per tempi dell'ordine di decimi di secondo, e di decine di Volt per le tensioni indotte in condizioni di funzionamento normale, che si manifestano permanentemente o per tempi lunghi, dell'ordine di ore al giorno.

L'eliminazione degli effetti di IEM precedentemente citati si ottiene applicando provvedimenti di mitigazione: in alcuni casi questi provvedimenti possono comportare la modifica della configurazione elettrica della struttura indotta oggetto della progettazione IEM. Al termine della progettazione IEM si giunge a definire una configurazione elettrica permanente ed una configurazione elettrica temporanea, che possono essere coincidenti, che garantiscono l'eliminazione degli effetti di IEM.

2 Scopo ed elementi chiave della progettazione PE

Facciamo qui riferimento alla cosiddetta "protezione catodica a corrente impressa" perché è quella attuata sulle tubazioni di nostro interesse.³

La progettazione PE di una tubazione è effettuata allo scopo di prevenire la corrosione della tubazione in corrente continua.

La progettazione PE concerne la corrente continua.

L'ordine di grandezza delle tensioni continue in gioco è di qualche Volt.

L'impianto elettrico che realizza la PE deve funzionare permanentemente: ovviamente a fronte di una configurazione elettrica in corrente continua dell'impianto da proteggere che permane invariata nel tempo.

La progettazione PE è applicata ad una o più "isole PE" che il progettista PE decide di costituire al fine di rendere il regime elettrico attinente la PE di ciascuna isola indipendente dal regime elettrico delle altre.

La progettazione viene attuata attraverso i seguenti quattro passi principali:

- a) delimitare la zona di tubazione, o di tubazioni interconnesse, da proteggere, mediante il posizionamento di giunti isolanti⁴: questo passo definisce i confini delle isole PE;
- b) definire in ciascuna isola la localizzazione di un alimentatore e del relativo dispersore anodico;
- c) definire in ciascuna isola un opportuno valore di resistenza del dispersore anodico;
- d) definire in ciascuna isola un opportuno valore di corrente continua erogata dall'alimentatore.

3 Elementi di connessione tra progettazione IEM e progettazione PE

Le problematiche IEM e le problematiche PE sono indipendenti. La problematica IEM deve essere gestita anche per una tubazione per la quale non si utilizza alcun sistema di PE: codesta

³ Non viene qui considerata la protezione catodica ad anodi galvanici.

⁴ Si veda l'appendice "Giunti isolanti" a questo documento

considerazione serve esclusivamente ad inquadrare correttamente la relazione logica tra le due progettazioni ma non ha alcun risvolto operativo.

Le considerazioni che seguono, applicabili alle strutture per le quali sia la progettazione IEM che la progettazione PE devono essere effettuate, sono invece di nostro interesse perché presentano risvolti operativi.

La considerazione di base è che, a valle delle progettazioni PE ed IEM, la configurazione elettrica, permanente, in corrente continua, della tubazione (cioè la configurazione elettrica di interesse per la progettazione PE) deve essere congruente con le configurazioni elettriche, permanente e temporanea, in corrente alternata (cioè le configurazioni elettriche di interesse per la progettazione IEM).

Il modo più logico per raggiungere tale obiettivo ci sembra possa articolarsi nei seguenti passi, che abbiamo verificato funzionare egregiamente quando abbiamo svolto progettazioni IEM interfacciandoci direttamente con il proprietario delle tubazioni che eseguiva in proprio la progettazione PE.

A) Il progettista PE definisce inizialmente la configurazione elettrica permanente alla quale intende applicare la sua progettazione e altri elementi connessi, ovvero definisce le isole PE. In dettaglio: definisce la posizione dei giunti isolanti, quali di questi giunti isolanti sono provvisti di scaricatori longitudinali e quale sia la tensione di innesco di codesti scaricatori, la presenza di messe a terra permanenti della tubazione, in corrente continua e in corrente alternata, la loro ubicazione ed il relativo valore di resistenza di terra, la presenza di messe a terra tramite scaricatori della tubazione, la loro ubicazione, i relativi valori di resistenza di terra e i relativi valori di tensioni di innesco.

B) I suddetti elementi contribuiscono, insieme agli altri dati elettrici della tubazione, a definire la configurazione elettrica iniziale, in corrente alternata, della tubazione, alla quale si applica la progettazione IEM, ovvero a definire le isole IEM. E' fondamentale notare che quando sono presenti scaricatori longitudinali a protezione di giunti isolanti, un'isola IEM può non coincidere con un'isola PE ma essere ben più ampia di quest'ultima, potendo comprendere anche i tratti di tubazione che sono posti a valle dei giunti isolanti protetti con scaricatori longitudinali. Ciò è tanto più vero quanto più è bassa la tensione di innesco dello scaricatore, perché aumenta la probabilità che le tensioni in gioco nei fenomeni di IEM causino l'innesco dello scaricatore. E' altrettanto fondamentale notare che solo il calcolo dei risultati di IEM, effettuato considerando sia la parte a monte sia la parte a valle dei giunti isolanti con scaricatore, può mostrare se lo scaricatore non innesca (e dunque il confine dell'isola PE coincide con il confine dell'isola IEM) oppure mostrare se lo scaricatore innesca (e dunque il giunto isolante con scaricatore = confine dell'isola PE si comporta come corto circuito per la IEM, ovvero come non confine per l'isola IEM). In altri termini, il progettista IEM si trova ad operare su isole IEM di cui non conosce a priori la configurazione, se non quella con estensione massima, che giunge fino ai giunti isolanti senza scaricatori: solo a calcoli avvenuti conosce la configurazione delle effettive isole IEM. Occorre infine notare che queste isole IEM possono presentare una configurazione variabile, nel senso che possono essere differenti per ciascun impianto inducente.

C) Il progettista IEM esegue la progettazione IEM sulla configurazione elettrica iniziale definita come indicato al punto B.

In generale il progettista IEM cerca prioritariamente di utilizzare dispositivi di mitigazione che non modificano la configurazione elettrica permanente in corrente continua delle isole PE. Pertanto per mitigare situazioni di superamento dei limiti in condizioni di guasto utilizza messe a terra della tubazione mediante scaricatori mentre per mitigare situazioni di superamento dei limiti nella condizione di funzionamento normale utilizza celle di polarizzazione. In codesti casi la configurazione elettrica permanente in corrente continua delle isole PE non viene modificata, pertanto la progettazione PE non necessita di modifiche. Solo quando i provvedimenti di mitigazione sopra indicati si rivelano inadeguati è necessario utilizzare giunti isolanti. In codesto caso la configurazione elettrica permanente in corrente continua delle isole PE viene modificata, pertanto la progettazione PE necessita di modifiche.

APPENDICE

GIUNTI ISOLANTI

Presentiamo qui alcune considerazioni legate ai soli aspetti elettrici dei giunti, prescindendo dalle modalità fisiche, meccaniche, chimiche, ecc. con le quali un giunto isolante è realizzato.

Un giunto isolante ha lo scopo di non trasferire potenziale elettrico tra i due capi del giunto il che significa mantenere separati e indipendenti i potenziali che si manifestano ai due capi del giunto. Visto in altro modo, lo scopo di un giunto isolante è quello di definire i confini delle zone (le parti di tubazioni) tra loro elettricamente connesse, cioè i confini delle isole elettricamente indipendenti.

Un giunto isolante è realizzato con tecnologie tali per cui il giunto resta integro quando la differenza di potenziale ai capi del giunto è inferiore ad un certo valore ma può degradarsi irreversibilmente quando la tensione tra i due capi è superiore (per esempio a causa di una scarica elettrica nell'isolante).

Per tale motivo, talvolta, ad un giunto isolante progettato per resistere fino alla tensione V_{is} è abbinato uno scaricatore longitudinale (ovvero connesso ai due capi del giunto), progettato per innescare alla tensione V_{in} , con V_{in} adeguatamente inferiore a V_{is} . In tale evenienza, a livello logico ed a livello operativo, non esistono più due elementi indipendenti, il giunto isolante e lo scaricatore, ma un unico elemento, il giunto isolante provvisto di scaricatore: questo unico elemento si comporta come giunto isolante per tensioni inferiori a V_{in} e si comporta come corto circuito per tensioni superiori a V_{in} .

Pertanto usualmente un progettista che utilizza giunti isolanti ha due alternative:

- a) utilizzare giunti isolanti in grado di resistere alla massima tensione in gioco nella struttura su cui il progettista sta operando;
 - b) utilizzare giunti isolanti provvisti di scaricatori longitudinali, con scelta della tensione di isolamento del giunto, V_{is} , e della tensione di innesco dello scaricatore, V_{in} , adeguate alle tensioni in gioco nella struttura su cui il progettista sta operando.
- Dovrebbe essere evidente, ma preferiamo sottolinearlo, che il progettista, per effettuare oculatamente la scelta di cui sopra deve conoscere quale sia la massima tensione che può

manifestarsi sulla struttura, a fronte di qualsivoglia fenomeno elettrico o elettromagnetico che può interessare la struttura.

A livello di linguaggio, al fine di evitare ambiguità e fraintendimenti, riteniamo molto opportuno utilizzare la dizione "giunto isolante" esclusivamente quando è presente unicamente il giunto isolante senza alcuno scaricatore longitudinale posto in parallelo ad esso, e la dizione "giunto isolante con scaricatore" quando è presente il giunto isolante con uno scaricatore in parallelo ad esso.

versione 1 - gennaio 2019