

Elementi chiave della rete di trasmissione

Sottostazioni e trasformatori



La rete di trasmissione svizzera

Con una lunghezza totale di oltre 6700 chilometri, 125 sottostazioni e 147 impianti di smistamento, la rete svizzera di trasmissione costituisce la colonna portante dell'approvvigionamento elettrico sicuro della Svizzera. Il compito di questa cosiddetta rete ad altissima tensione è di trasportare l'energia prodotta dalle centrali elettriche ad una tensione di 380 o 220 chilovolt (kV) alle reti di distribuzione regionali e locali, prima di raggiungere gli utenti finali.



6700 km

Linee ad altissima tensione



147

Impianti di smistamento



21

Trasformatori



12 000

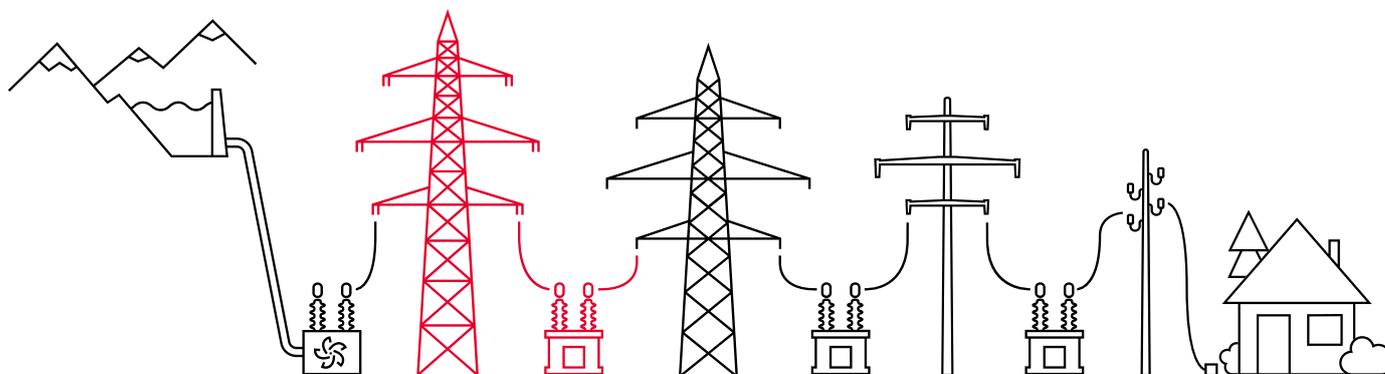
Ispezioni all'anno

Sottostazioni e impianti di smistamento

Le sottostazioni sono tra gli elementi più importanti della rete ad altissima tensione, in quanto rappresentano i punti nodali della rete elettrica. Le sottostazioni sono composte da trasformatori e impianti di smistamento. La rete ad altissima tensione di Swissgrid comprende 125 sottostazioni, 147 impianti di smistamento e 21 trasformatori. Quindi ogni sottostazione ha un impianto di smistamento, ma non tutte le sottostazioni possiedono un trasformatore.

Gli impianti di smistamento nelle sottostazioni collegano le linee ad altissima tensione tra loro. Gli operatori nei centri di controllo di Swissgrid ad Aarau e Prilly possono separare o collegare le linee per mezzo di manovre di smistamento. In questo modo si controllano i flussi di energia, si evitano i sovraccarichi e le linee possono essere disinserite per i lavori di revisione. Nelle sottostazioni sono installati anche sistemi di protezione. In caso di guasto (per esempio la caduta di un fulmine su una linea), questi sistemi disinseriscono in modo mirato le parti di rete interessate.

Alcuni degli impianti di smistamento di Swissgrid dispongono anche di un trasformatore. Questo componente riduce o aumenta la tensione, collegando la rete ad altissima tensione con le reti di distribuzione e gli impianti di produzione. La corrente elettrica passa attraverso numerose sottostazioni nel suo percorso dal produttore al consumatore. Gli impianti di smistamento sono quindi come intersezioni elettriche dove si incontrano diverse strade. La trasformazione in atto nel sistema energetico pone nuove sfide alla rete ad altissima tensione. Per questo motivo Swissgrid sta adattando le sue sottostazioni e i suoi impianti di smistamento alle future esigenze.



Prima che la corrente elettrica arrivi finalmente alla presa domestica, la tensione deve essere ridotta migliaia di volte (da 380 000 o 220 000 volt a 400 o 230 volt). Ciò avviene attraverso vari stadi o diversi livelli di rete. Dalle centrali elettriche e dall'estero, l'elettricità fluisce nella rete di trasmissione con tensioni rispettivamente di 380 kV e 220 kV. Questo stadio è chiamato livello di altissima tensione.

Sottostazioni e ambiente

Campi elettromagnetici

I campi elettrici e magnetici ci circondano sia a casa, che al lavoro e anche in natura. I nostri elettrodomestici, per esempio, hanno bisogno di elettricità che a sua volta genera campi elettrici e magnetici. Anche le linee aeree e gli strumenti operativi di una sottostazione sono circondati da campi elettrici e magnetici. Per questo motivo, le sottostazioni nel comprensorio di Swissgrid sono soggette a severe direttive e test che limitano l'intensità dei campi elettromagnetici.

Emissioni acustiche

Le scariche elettriche sulle superfici degli strumenti operativi di una sottostazione possono causare rumore. Di tanto in tanto, nelle vicinanze di tali impianti si può notare un lieve crepitio che può essere amplificato a seconda delle condizioni atmosferiche – per esempio, in caso di pioggia o neve. Tra gli esperti, questo fenomeno viene chiamato effetto corona. Per questo motivo, le sottostazioni di Swissgrid si attengono alle norme di legge sulle emissioni acustiche che regolano l'impatto sulle persone e sull'ambiente.

Conservazione del paesaggio, protezione delle acque, protezione dell'ambiente: la sottostazione di Mühleberg

Nel corso del rinnovamento della sottostazione di Mühleberg, grazie alla sostituzione dell'impianto di smistamento aereo con uno più piccolo isolato a gas è stato possibile rinaturalizzare un'area delle dimensioni di quattro campi da calcio, ossia convertirla in un habitat ecologicamente prezioso per piante e animali.

In questo modo sul terreno della sottostazione è stato possibile lasciare spazio per stagni, rami e cumuli di pietre come habitat per anfibi e rettili, che al di là dell'impianto assicura anche un importante collegamento con le zone umide nell'area circostante. Gli elementi edilizi preesistenti, come le fondazioni ricoperte, sono diventati una nuova casa per piccoli mammiferi, mentre i vecchi pozzi di cemento ora offrono un riparo per il letargo invernale e l'ex edificio del trasformatore accoglie i pipistrelli. Gli edifici di nuova costruzione hanno un aspetto sobrio e colori coordinati in modo da fondersi il più possibile non solo con la struttura esistente degli impianti, ma anche con il paesaggio circostante.



Sinergie tra la costruzione di impianti e l'ambiente: la storia di successo della sottostazione di Mühleberg

Interventi edilizi nelle sottostazioni

Sulla strada verso la transizione energetica, i requisiti della rete ad altissima tensione stanno cambiando. Oggi, la rete svizzera di trasmissione è una delle più sicure e stabili del mondo. Tuttavia esistono alcuni ostacoli strutturali. Per porvi rimedio e attrezzare la rete per le sfide future come la transizione energetica, Swissgrid mantiene e modernizza costantemente le sue infrastrutture, garantendo così un futuro energetico sostenibile per la Svizzera.

Permesso di costruzione

Come i progetti delle linee, anche le sottostazioni sono soggette alle procedure di approvazione dei piani della Confederazione. La licenza per un rinnovo, una sostituzione o l'installazione di un trasformatore viene concessa dall'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte (ESTI) o, in caso di procedura giudiziaria, dai tribunali. I tempi di approvazione per le sottostazioni sono di solito più brevi che per le linee, perché ci sono meno opposizioni.

Esercizio e manutenzione

Per garantire una rete nazionale sicura e rifornire la Svizzera di energia, Swissgrid esegue ogni anno più di 12 000 ispezioni dei suoi impianti. Come per le linee ad altissima tensione, anche per gli impianti di smistamento sono necessari interventi di manutenzione e ispezioni costanti.

I componenti degli impianti di smistamento isolati ad aria sono costantemente esposti alle intemperie. Pertanto, queste parti richiedono più pulizia e manutenzione rispetto agli impianti di smistamento isolati a gas.

Anche il trasformatore necessita di manutenzione: la qualità dell'olio isolante deve essere costantemente monitorata e va cambiato se necessario.



Verifica della pressione di una camera dell'impianto di smistamento 220 kV isolato a gas a Romanel

Tecnologie degli impianti di smistamento

La tecnica primaria della rete di trasmissione si riferisce fondamentalmente agli apparecchiature operativi come interruttori di potenza, trasformatori o generatori che sono esposti a correnti e tensioni elevate durante il funzionamento e trasportano l'energia. La tecnica secondaria, invece, consiste in elementi come quadri di comando e sistemi di comunicazione. Questi elementi devono essere isolati dalle parti dell'impianto ad altissima tensione. Negli impianti di smistamento della rete ad altissima tensione vengono utilizzati diversi mezzi isolanti: per esempio, gas come l'aria, l'esafluoruro di zolfo (SF_6) o miscele di gas.

Impianti di smistamento isolati ad aria

Gli impianti di smistamento in cui l'aria è usata come mezzo isolante tra le singole parti del sistema sono chiamati impianti di smistamento isolati ad aria (AIS – air insulated switchgear). A causa delle proprietà elettriche dell'aria – contrariamente all' SF_6 , per esempio – questi impianti richiedono parecchio spazio e sono quindi molto più grandi degli impianti di smistamento isolati a gas.

Impianti di smistamento isolati a gas

Gli impianti di smistamento isolati a gas (GIS – gas insulated switchgear) sono sistemi completamente blindati in cui il gas SF_6 viene usato, tra l'altro, come mezzo isolante. Il gas incolore e inodore è innocuo per gli esseri umani e gli animali, ma ha un alto potenziale di formazione dell'effetto serra. Rispetto all'aria, il gas possiede migliori proprietà isolanti. Ciò permette di ridurre la distanza tra i singoli elementi. Gli impianti risultano quindi più compatti di quelli isolati ad aria e meglio protetti dalle influenze esterne.

Andare sul sicuro: le ridondanze

La ridondanza ha un ruolo significativo nella rete ad altissima tensione. Per evitare il sovraccarico di un elemento di rete, Swissgrid applica la cosiddetta regola n-1. Secondo questa regola, se un elemento della rete si guasta da qualche parte, tutti gli altri elementi della rete ad altissima tensione devono avere ancora una capacità sufficiente per trasmettere l'energia supplementare. L'interconnessione flessibile delle linee nelle sottostazioni permette di controllare il flusso di energia elettrica. Questo contribuisce ad evitare di sovraccaricare singole sezioni della linea.

Potenza reattiva

Gli impianti di smistamento Swissgrid hanno un'altra importante funzione: stabilizzano il livello di tensione nella rete. Durante il trasporto della corrente alternata, i campi magnetici ed elettrici sono costantemente generati e dissipati: questa è una proprietà fisica dell'elettricità. A tale scopo occorre la cosiddetta potenza reattiva. La potenza reattiva e la corrente reattiva necessaria allo scopo servono per generare campi elettrostatici o elettromagnetici. Poiché questi campi si accumulano e si dissipano continuamente al ritmo della corrente alternata, l'energia oscilla in modo costante tra il produttore e il consumatore di elettricità. Questa energia non può essere sfruttata o convertita in un'altra forma di energia. Di conseguenza, questa potenza esercita un carico sulla rete di alimentazione elettrica, sulla quale la corrente reattiva deve essere trasportata in aggiunta alla corrente attiva.



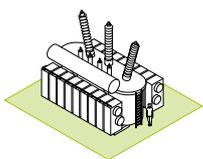
Esempio di un impianto di smistamento isolato a gas: grazie al design compatto, l'area occupata può essere ridotta di circa un terzo.

Struttura e tecnica degli impianti

Pur avendo diverse forme strutturali, tutti gli impianti di smistamento di Swissgrid sono costruiti secondo un principio analogo. Ogni strumento operativo all'interno di un impianto di smistamento svolge una funzione importante. A seconda del luogo di impiego e del ruolo, gli strumenti operativi possono differire per forma e dimensioni. Questi componenti assicurano che l'intero sistema possa funzionare in modo sicuro e affidabile.

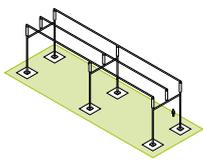
Singoli componenti

1 Trasformatore



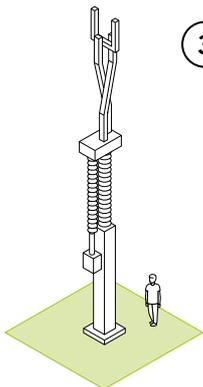
Il trasformatore rappresenta il cuore della rete. I trasformatori aumentano o riducono la tensione dell'energia elettrica o della corrente. Questo perché più alta è la tensione, minori sono le perdite lungo le linee elettriche. La rete ad altissima tensione ha una tensione elevata per trasportare l'energia su lunghe distanze con la minor perdita possibile. I 21 trasformatori di Swissgrid collegano la rete a 380 kV con la rete a 220 kV. Per rendere l'energia trasportata dalla rete ad altissima tensione utilizzabile dai consumatori finali, la tensione viene ridotta a 400 o 230 volt.

2 Sbarra di distribuzione



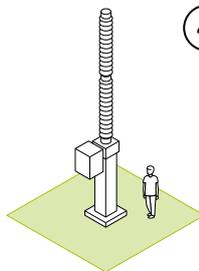
La sbarra di distribuzione è usata per collegare le linee ad altissima tensione che si incontrano in una sottostazione. Attraverso i cosiddetti campi di comando che controllano il flusso di potenza nella rete, l'energia delle diverse linee ad altissima tensione può essere distribuita attraverso le sbarre di distribuzione.

3 Sezionatore



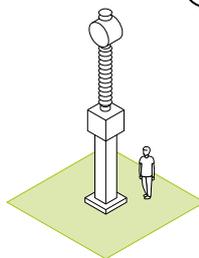
Il sezionatore separa visibilmente il circuito della linea aerea e l'impianto di smistamento. Con il sezionamento, l'elemento di rete viene privato della tensione, ma l'effettiva disinserzione è affidata all'interruttore di potenza.

4 Interruttore di potenza



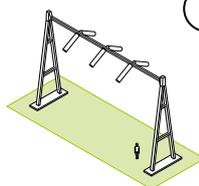
Gli interruttori di potenza permettono di inserire o disinserire elementi della rete elettrica. Questo significa che possono scollegare linee, trasformatori o centrali elettriche dalla rete e quindi togliere la tensione o collegarle alla rete. Gli interruttori di potenza e i sezionatori sono controllati dalle stazioni di comando della rete.

5 Trasformatore di misura

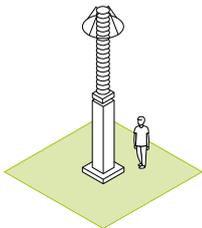


I trasformatori di misura fanno parte dell'attrezzatura di controllo dell'impianto di smistamento. Misurano la tensione e l'intensità della corrente. I valori misurati vengono trasmessi ai dispositivi di protezione e di controllo/comando installati a livello locale, nonché alle stazioni di comando della rete di Swissgrid ad Aarau e Prilly. Gli esperti in loco di Swissgrid rilevano la situazione attuale della rete, tra l'altro, sulla base di questi valori. In tal modo, se opportuno, si possono intraprendere le misure necessarie.

6 Portale di ammaraggio

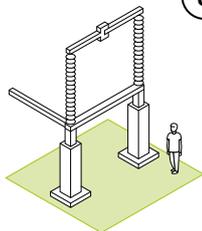


Il portale di ammaraggio è una struttura a traliccio alla quale sono fissate e messe in tensione i conduttori delle linee aeree, stabilizzandole. Questa costruzione sostiene il peso proprio dei conduttori e assorbe le forze esercitate su di esse dal vento e dal ghiaccio.



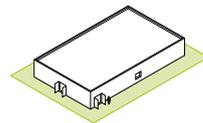
7 Scaricatore di sovratensioni

Lo scaricatore di sovratensioni protegge i componenti essenziali dell'impianto di smistamento da tensioni elettriche eccessive che possono verificarsi, per esempio, in caso di fulminazione diretta. In questo modo, protegge i componenti dell'impianto come i trasformatori dai danni senza interrompere l'alimentazione.



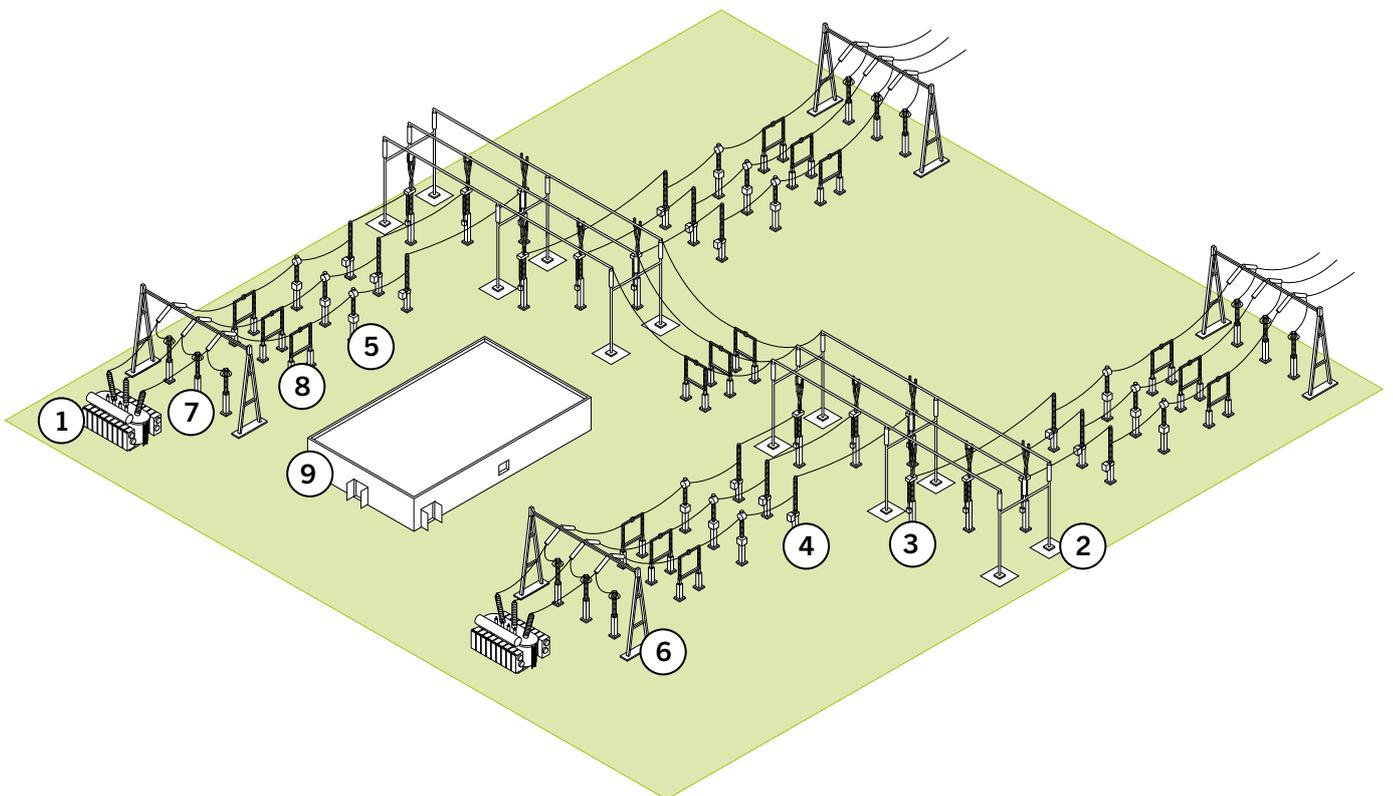
8 Sezionatore di terra

Il sezionatore di terra mette a terra una parte dell'impianto che è stata disinserita ed è quindi priva di tensione. Evita che si verifichino pericoli dovuti alla carica elettrica dei componenti disinseriti. In combinazione con i sezionatori di linea, ciò consente di creare un ambiente di lavoro sicuro nell'impianto di smistamento.



9 Edificio operativo / generatore di emergenza

Le tecnologie di protezione, comando/controllo e comunicazione sono alloggiati nell'edificio operativo. Qui convergono i valori di misurazione dell'intero impianto di smistamento, in modo che tutti gli elementi possano essere comandati e controllati con la massima rapidità. Questi dati vengono trasmessi anche alle stazioni di comando di Swissgrid ad Aarau e Prilly. Inoltre, l'edificio operativo dispone di una propria alimentazione elettrica, compresi gli impianti a batteria. Ciò aiuta a garantire un funzionamento senza problemi dell'impianto di smistamento in ogni momento.



Rappresentazione grafica di una sottostazione con trasformatore: le sottostazioni sono controllate dai centri di comando della rete di Aarau e Prilly. Tuttavia, se necessario, i responsabili dell'impianto possono assumere il controllo delle sottostazioni ed effettuare la disinserzione in loco.



Approfondite le vostre conoscenze online:
tecnologie nella costruzione delle linee

Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31, 5001 Aarau, Svizzera
T +41 58 580 21 11, info@swissgrid.ch, www.swissgrid.ch

swissgrid