

ANIE
AUTOMAZIONE



Evoluzione dei sistemi di automazione di stazione per l'integrazione degli impianti alimentati da fonte rinnovabile

M. Petrini, G. Bruno, L. Campisano, L. Ortolano, E. Casale
Terna Rete Italia, Direzioni Ingegneria e Dispacciamento

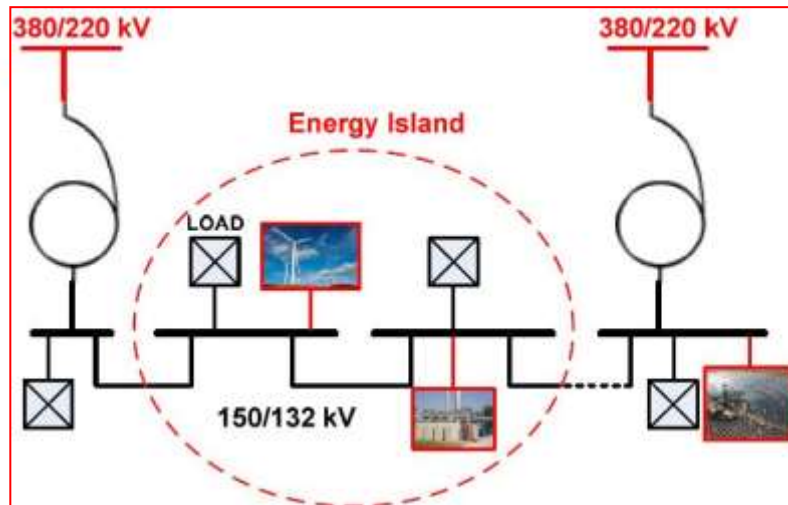
A. Berizzi, C. Bovo, M. Merlo, V. Ilea
B. Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

S. Soprani, D. Marinello, F. Zanellini
Divisione Energy Management, Siemens SpA



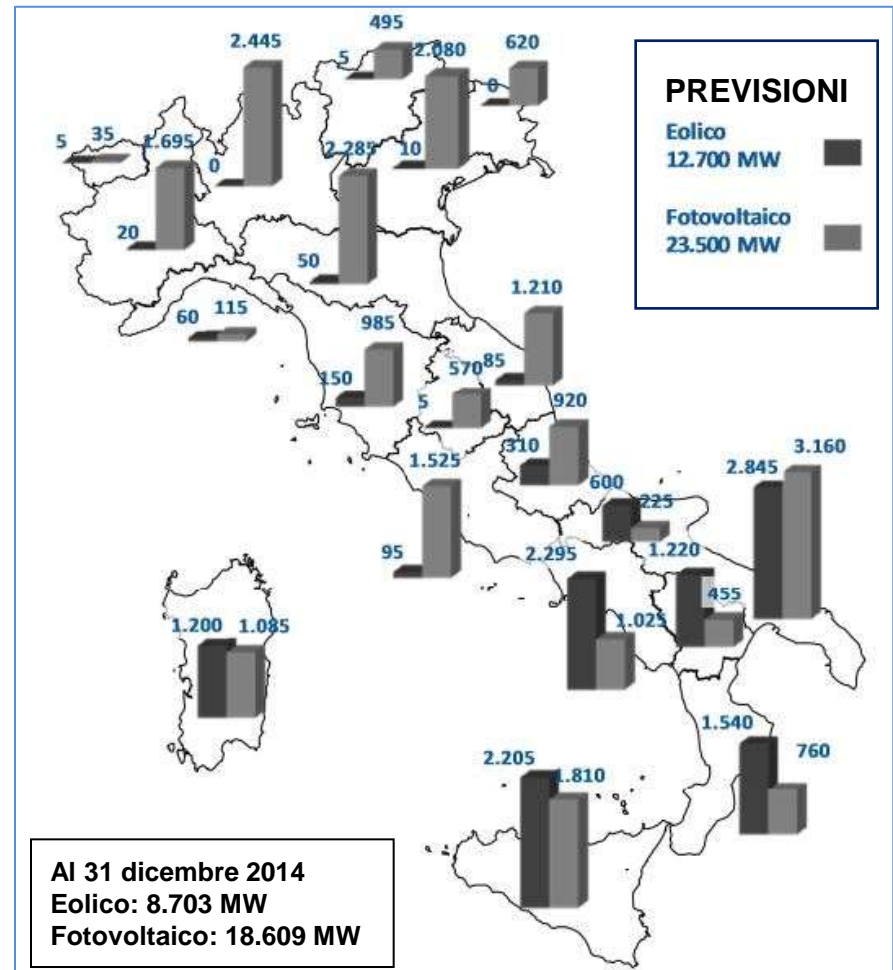
SIEMENS

Il sistema elettrico italiano e le FER/GD



- La rete di subtrasmissione a 150/132 kV è diventata molto di più di un semplice insieme di isole di carico
- La crescente penetrazione di impianti FER (rilevanti + GD connessa su rete di distribuzione) richiede una nuova gestione del sistema elettrico → DALLA CONNESSIONE ALL'INTEGRAZIONE DELLE FER NEL SISTEMA ELETTRICO

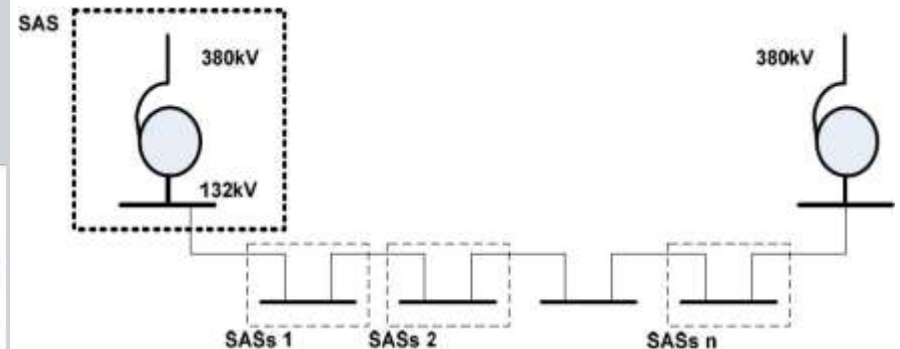
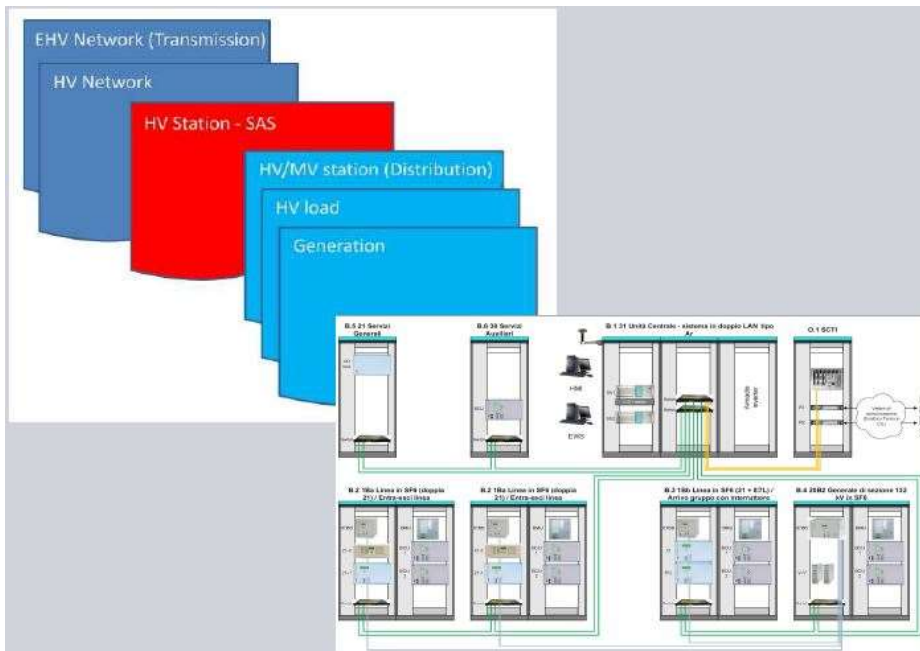
Forte penetrazione delle fonti rinnovabili



Piano di sviluppo Terna 2015 Previsioni a breve-medio termine

Il progetto ISOLDE: Principali obiettivi

- Gestione avanzata delle risorse rinnovabili distribuite: il progetto **ISOLDE Di Energia (ISOLDE)** sviluppato da Terna, Polimi e Siemens
- Possibilità di coordinare alcune funzioni di dispacciamento sfruttando gli impianti connessi sulla rete di subtrasmissione e le risorse di generazione distribuita
- Incremento dell'integrazione della produzione da fonti rinnovabili per il miglioramento della qualità e dell'affidabilità della fornitura di energia
- Le nuove funzioni di controllo possono essere realizzate attraverso un modulo di automazione installato in stazione



Requisiti Codice di Rete

I servizi di rete e le fonti rinnovabili: gli impianti connessi in AT (1)

Allegato A68 al CdR: Impianti di produzione fotovoltaica

Servizi di rete in condizioni di rete normali:

- Controllo della produzione
- Teledistacco (nel funzionamento in modalità lenta per la risoluzione delle congestioni)
- Regolazione della potenza reattiva

Servizi di rete in condizioni di emergenza (presenza di perturbazioni di rete) :

- Insensibilità agli abbassamenti di tensione
- Regolazione della potenza attiva
- Teledistacco (utilizzato in modalità rapida come sistema di difesa)

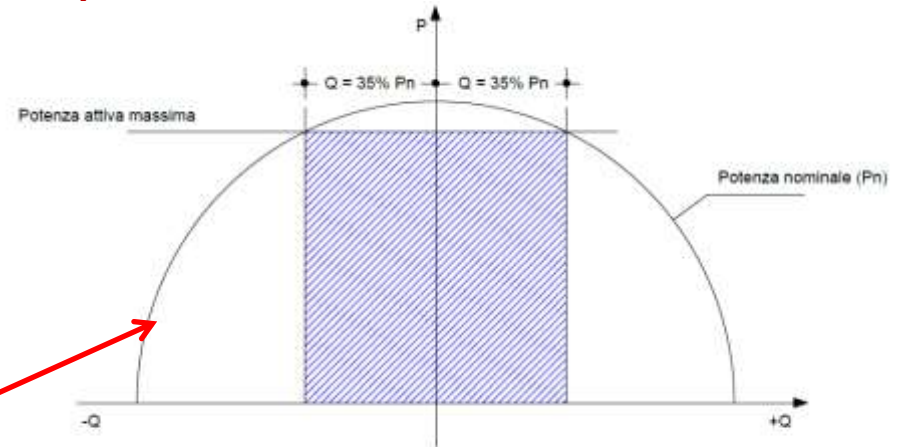


figura 3 – Caratteristica di prestazione dell'inverter

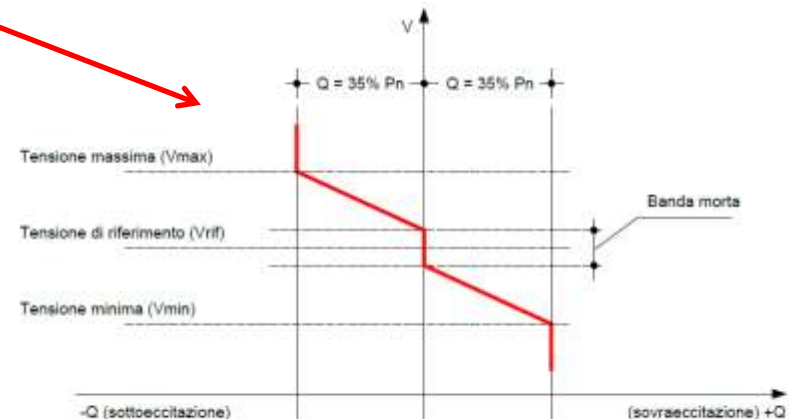


figura 4 – Curva caratteristica $Q=f(V)$

Requisiti Codice di Rete

I servizi di rete e le fonti rinnovabili: gli impianti connessi in AT (2)

Allegato A17 al CdR: “Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche”

Prestazioni e relativi requisiti dei sistemi di regolazione e controllo delle centrali eoliche richieste:

- Riduzione della potenza immessa in rete o distacco di generazione: il Gestore potrà richiedere ai centri di telecomando dal Titolare la variazione della potenza immessa in rete. A tal fine, il Gestore prescriverà l'installazione di apparati in grado di ricevere per via telematica gli ordini di dispacciamento. La centrale deve essere dotata di un sistema in grado di attuare il distacco parziale degli aerogeneratori in misura compresa fra lo 0 e il 100% della potenza efficiente.
- Insensibilità agli abbassamenti della tensione
- Regolazione della potenza attiva: la centrale eolica deve essere in grado di non ridurre la potenza immessa nel caso di sottofrequenza e di ridurla tempestivamente e automaticamente in caso di sovralfrequenza. A tali fini è prescritto che le centrali eoliche siano dotate di un sistema di Regolazione automatica della potenza immessa in rete, che impone, nei casi di sovralfrequenza, una reazione in statismo, di norma regolato a 2,4 %
- Regolazione della potenza reattiva: ogni aerogeneratore deve poter regolare il **fattore di potenza tra 0.95 in anticipo e 0.95 in ritardo**, misurato ai morsetti del generatore. Il fattore di potenza può essere mantenuto fisso ad un valore scelto in accordo tra il Gestore e il Titolare. Di norma è richiesto di garantire, sul punto di connessione della centrale con la rete, il fattore di potenza pari a 1
- Inserimento graduale della potenza immessa in rete

Requisiti Normativi

I servizi di rete e le fonti rinnovabili: gli impianti connessi in MT/BT

Norme di connessione CEI 0-16 e 0-21

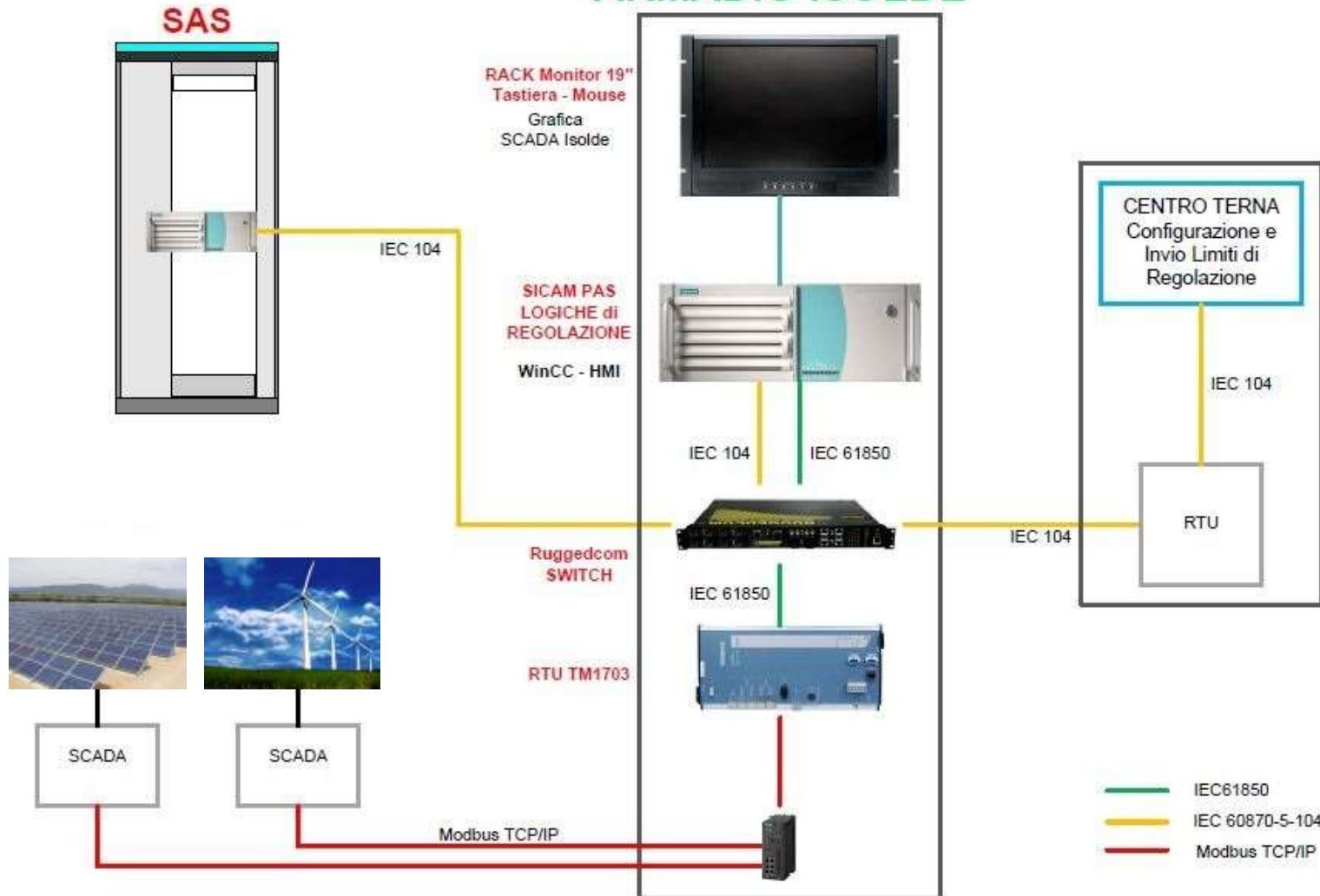
Tabella CEI 0-16		Generatori rotanti				Generatori Statici
		Sincroni Convenzionali	Asincroni Convenzionali	Eolici Full Converter	Eolici Doubly Fed Induction Generator	
1	Insensibilità alle variazioni di tensione (par. 8.8.6.1)	NO	NO	SI	SI	SI
2	Partecipazione al controllo della tensione (par. 8.8.6.2)	SI	NO	SI	SI	SI
3	Regolazione della potenza attiva (par. 8.8.6.3 ^(*))	SI (per $P \geq 1$ MW)	SI (per $P \geq 1$ MW)	SI	SI	SI
4	Sostegno alla tensione durante un cortocircuito (par. 8.8.6.4 ^(**))	NO	NO	SI	SI	SI
5	Partecipazione ai piani di difesa (par. 8.8.6.5)	NO	NO	SI	SI	SI

(*) Con riferimento alle sole prescrizioni ad oggi obbligatorie (limitazione della potenza attiva per i valori di tensione prossimi al 110% di U_n e limitazione della potenza attiva per i transitori di sovralfrequenza originatisi sulla rete).

(**) Prescrizione allo studio.

PROGETTO ISOLDE: Architettura

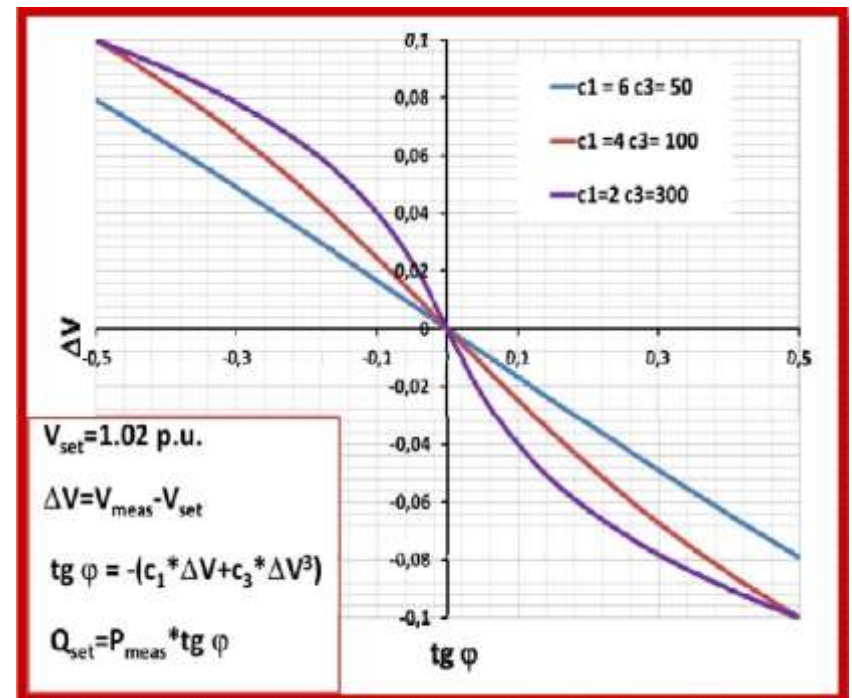
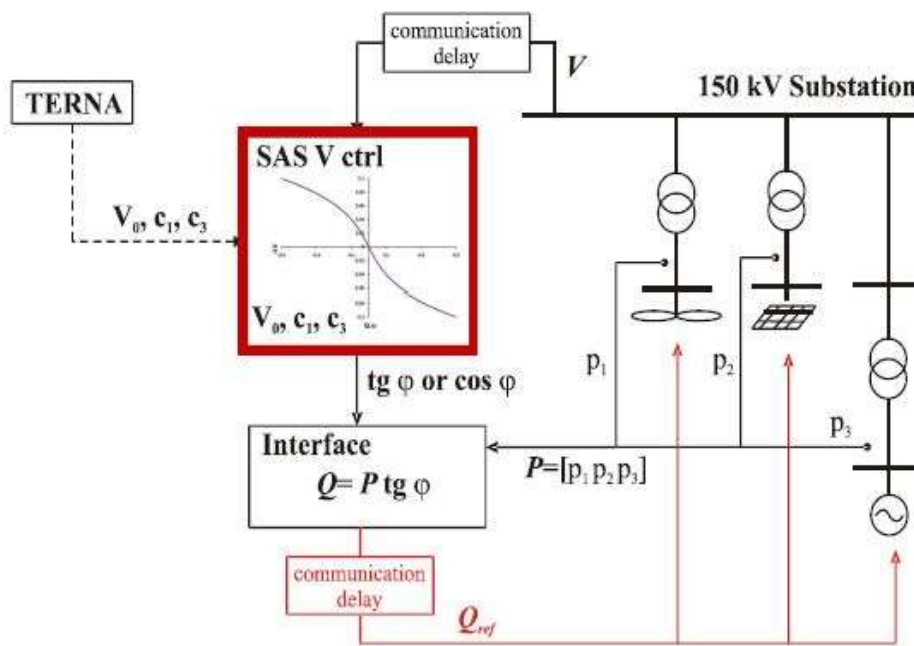
ARMADIO ISOLDE



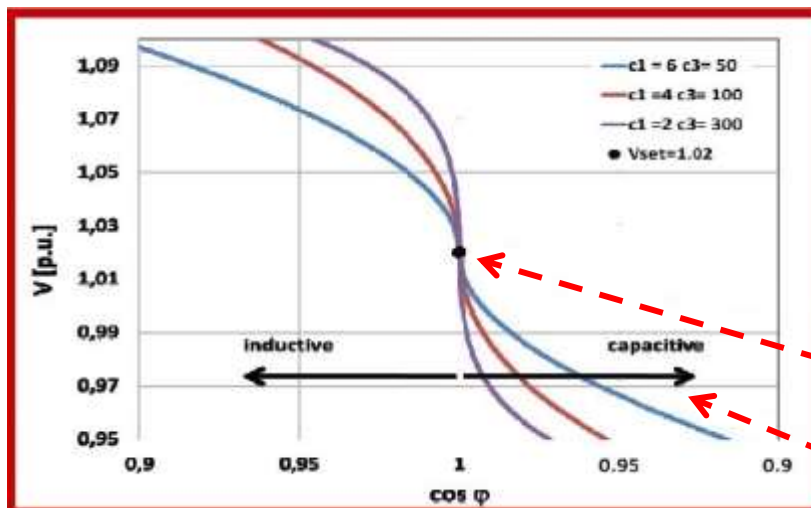
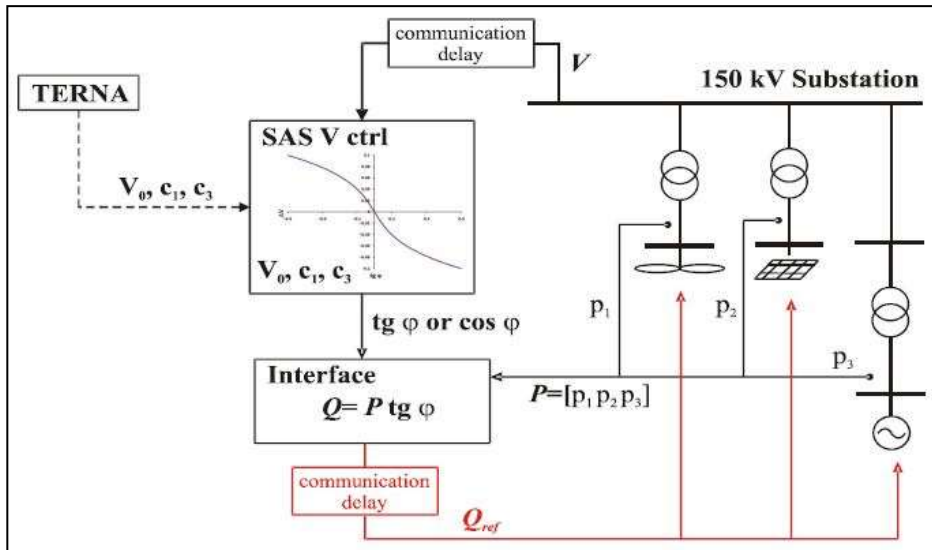
PROGETTO ISOLDE: regolazione di tensione

Ogni apparato ISOLDE coordina le sorgenti reattive direttamente connesse alla propria sbarra attraverso la legge di controllo:

$$\text{Cos}\varphi/\text{Tan}\varphi / Q/q = f(\Delta V)$$



PROGETTO ISOLDE: caratteristiche del sistema



Leggi di controllo

SAS differenti possono essere coordinati/regolati, da TERNA, variando i parametri delle equazioni di controllo

La caratteristica del regolatore SAS è definita in modo da variare lo scambio di potenza reattiva di tutte le centrali asservite alla sbarra (o alle singole sbarre per esercizio a sbarre separate) in funzione della differenza tra la misura della tensione di sbarra e il riferimento ottimo inviato da remoto (o setpoint di regolazione locale)

È possibile agire su:

- Valore ottimo dell'equazione di controllo
- Sensibilità della regolazione

PROGETTO ISOLDE: HMI (parametri generali di stazione)



ISOLDE					Sistema	Authority	Locale
Home	Regolazione	Diagnostica	Eventi	Allarmi	Trend	Login	Supervisore
							29/05/2015 14:45:10

SELETTORE
ABILITAZIONE-DISABILITAZIONE
REGOLAZIONE

START

STOP

SELETTORE
REGOLAZIONE IN
AUTOMATICO-MANUALE

AUTOMATICO

MANUALE

SETPOINT DI
REGOLAZIONE IN USCITA
COMANDO MANUALE

TGPHI Manuale

COSPHI Manuale

Q Manuale

PARAMETRI DELLA
CURVA DI REGOLAZIONE

Selezione Livello di Tensione <input style="width: 50px;" type="text" value="132,000"/> <input type="button" value="Invio"/>	<input type="button" value="150kV"/> <input type="button" value="132kV"/>	Livello di Tensione <input style="width: 50px;" type="text" value="132"/> kV	
Selezione Manuale	Selezione Preimpostata		
Selezione Costante C1 <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/> <input type="button" value="Invio"/>	<input type="button" value="LENTA (2 - 200)"/> <input type="button" value="MEDIA (4 - 100)"/> <input type="button" value="VELOCE (6 - 50)"/>	Costante C1 <input style="width: 50px;" type="text" value="2"/>	
Selezione Costante C3 <input style="width: 50px;" type="text" value="300"/> <input type="button" value="Invio"/>		Costante C3 <input style="width: 50px;" type="text" value="300"/>	
Selezione Tensione Ottima <input style="width: 50px;" type="text" value="1.02"/> <input type="button" value="Invio"/>	<input type="button" value="1.02 pu"/>	V Ottima <input style="width: 50px;" type="text" value="1.02"/> p.u.	

SETPOINT DI
REGOLAZIONE IN USCITA

TGPHI

COSPHI

Q

PROGETTO ISOLDE: HMI (parametri specifici di impianto)

MISURE SBARRA A E SBARRA B		VALORI DI CAPABILITY IMPIANTO 1		VALORI DI CAPABILITY IMPIANTO 2	
Tensione Sbarra A	0,00 kV	N° Inverter Totale	999,99	N° Inverter Totale	999,99
Potenza Attiva Sbarra A	0,00 MW	N° Inverter Attivi	999,99	N° Inverter Attivi	999,99
Tensione Sbarra B	0,00 kV	Q rated di ogni Inverter	999,99	Q rated di ogni Inverter	999,99
Potenza Attiva Sbarra B	0,00 MW	Limite Positivo Teorico	999,99	Limite Positivo Teorico	999,99
		Limite Negativo Teorico	999,99	Limite Negativo Teorico	999,99
		Limite Positivo Reale	999,99	Limite Positivo Reale	999,99
		Limite Negativo Reale	999,99	Limite Negativo Reale	999,99

INFORMAZIONI E ANOMALIE		VALORI DI CAPABILITY SBARRA A		VALORI DI CAPABILITY SBARRA B	
impianto 1 connesso su SBARRA A	●	Limite Positivo Teorico	999,99	Limite Positivo Teorico	999,99
impianto 1 connesso su SBARRA B	●	Limite Negativo Teorico	999,99	Limite Negativo Teorico	999,99
impianto 2 connesso su SBARRA A	●	Limite Positivo Reale	999,99	Limite Positivo Reale	999,99
impianto 2 connesso su SBARRA B	●	Limite Negativo Reale	999,99	Limite Negativo Reale	999,99
Parallelo Sbarra Attivo	●				
Anomalia SAS	●				
Anomalia SCCTI	●				
Anomalia Parchi	●				

PROGETTO ISOLDE: una soluzione flessibile

Flessibilità verso SAS/SCCT Terna:

- ✓ Interfacciamento verso SPCC di stazione elettromeccanici
- ✓ Interfacciamento verso SAS digitali di tutte le generazioni
- ✓ Possibilità di parametrizzazione dello scambio dati con SCCT Terna

Flessibilità verso parchi produttore:

- ✓ Possibilità di gestire più parchi afferenti alla stessa stazione di connessione
- ✓ Possibilità di inserire capability parametrica per ogni parco
- ✓ Interfacciamento in modalità
 - cablata
 - Via protocollo MODBUS TCP/IP, IEC 60870-5-101/104, **IEC61850**
- ✓ Invio comandi regolazione tensione
 - $\cos\varphi$
 - $\tan\varphi$
 - Potenza reattiva (valore fisico o percentuale)

Facilità di installazioni su SE Terna e interfacciamento con parchi produttore ESISTENTI

PROGETTO ISOLDE: sviluppi futuri (1)

DCO AEEGSI 354/2013

*Nel settore elettrico, il rapido sviluppo degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili, tra cui fotovoltaici ed eolici, richiede necessariamente un'altrettanto rapida evoluzione regolatoria affinché **tali impianti possano essere integrati nel sistema elettrico e possano fornire un apporto crescente e sostenibile nel tempo.** [...]*

Appare chiaro che non si può più trascurare, ai fini della gestione del sistema elettrico, la generazione connessa sul sistema di distribuzione

Allegato A al DCO AEEGSI 557/2013 (documento TERNA)

[...]

d) *Necessità di estendere le risorse di dispacciamento in condizioni di ridurre, a seguito di un opportuno ordine di dispacciamento, la propria produzione, in modo da contribuire a garantire i necessari margini di riserva a scendere.*

Al fine di soddisfare tali esigenze è necessario perseguire:

[...]

- *Per il raggiungimento dell'obiettivo d), estendere l'abilitazione della partecipazione a MSD a unità ad oggi non abilitate.*

PROGETTO ISOLDE: sviluppi futuri (2)

Interazione tra TSO e GD per il tramite del DSO

Paragrafo 6 Allegato A70 al CdR

Ai fini del controllo del SEN, che presuppone la fedele conoscenza della GD in MT e BT sia in fase predittiva che in tempo reale, risultano necessari al Gestore, per ogni cabina primaria, sia dati previsionali sia telemisure in tempo reale della potenza attiva e reattiva, differenziata per aggregato:

- carico
- generazione differenziata per fonte
- totale di cabina

Le predette informazioni dovranno essere rese disponibili dall'Impresa di Distribuzione al Gestore. Le telemisure saranno rese disponibili ai sistemi SCADA del Gestore con le caratteristiche definite dallo stesso.

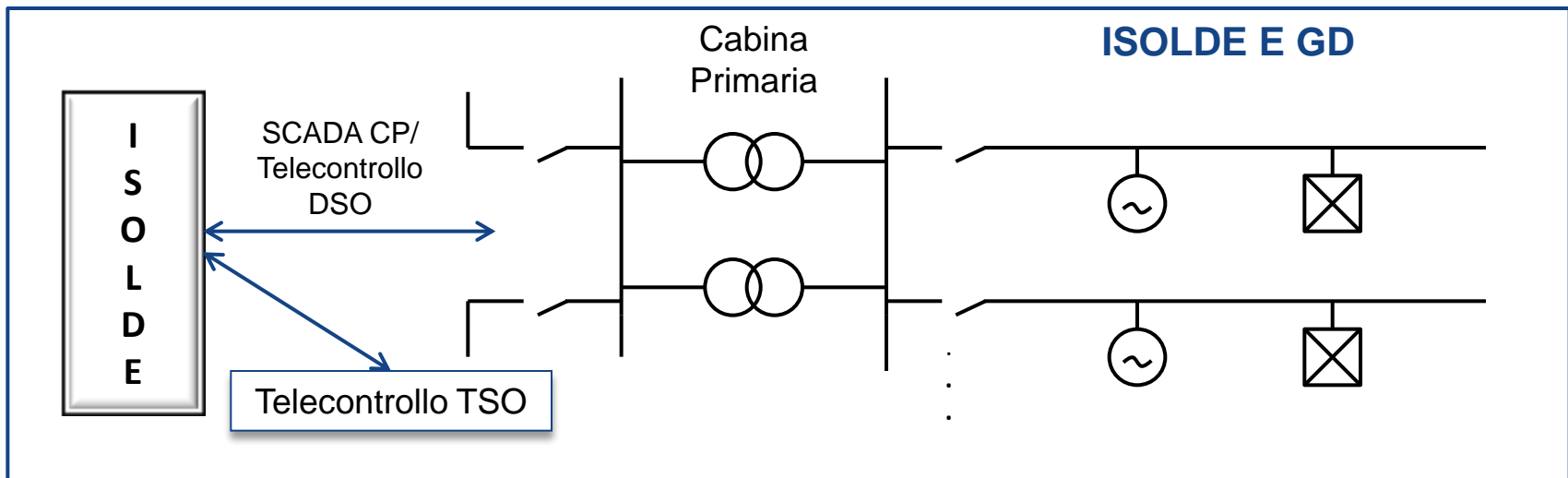
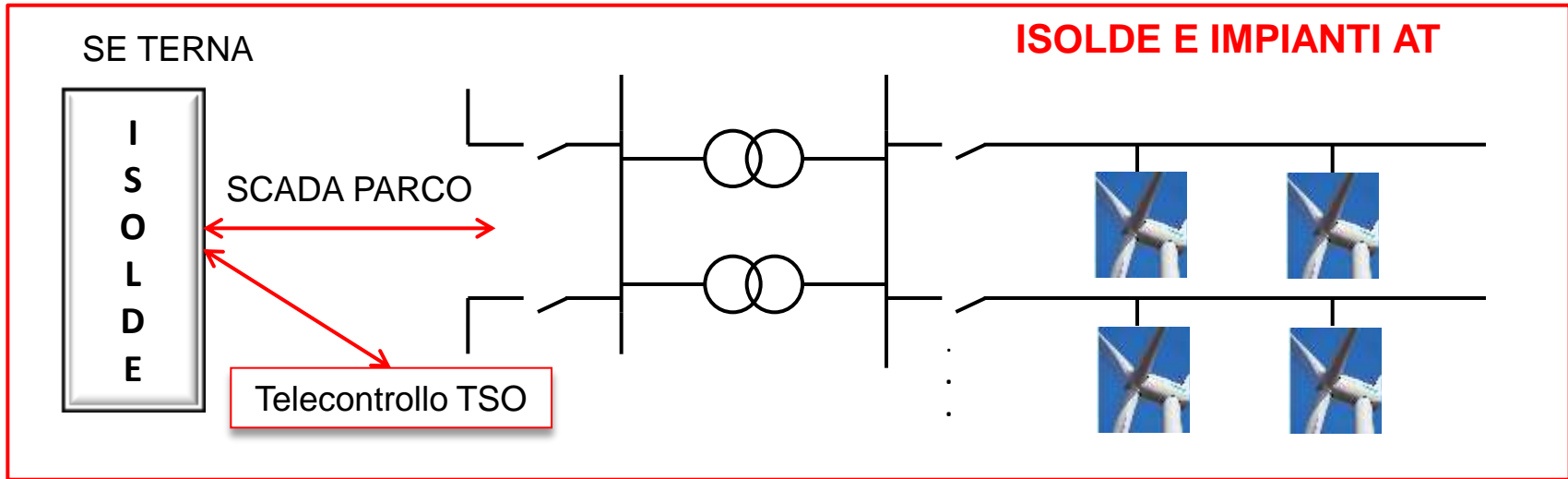


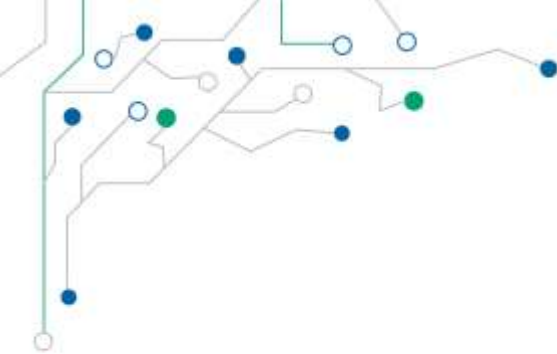
Possibile evoluzione

Integrazione nel dispacciamento di N impianti virtuali (es. aggregati per fonte) connessi alla stessa CP

PROGETTO ISOLDE: sviluppi futuri (3)

Funzionalità ISOLDE per impianti AT e GD





Grazie per l'attenzione!

Domande?