



XIII GIORNATA DELLA RICERCA ANIE
LE TECNOLOGIE ANIE PER LA SOSTENIBILITÀ

Il Progetto Smart Grid A.S.SE.M. incentivato ai sensi della Delibera ARG/elt 39/10 dell'Autorità

Eugenio Mascagni
SIEL SpA

Davide Falabretti
Politecnico di Milano – Dip. di Energia

Mercoledì
10 dicembre 2014

Palazzo delle Stelline
Sala Toscanini (1° piano)
Corso Magenta 61, Milano





Il progetto pilota Smart Grid A.S.S.E.M.

Il progetto pilota A.S.S.E.M. mira alla sperimentazione in campo di soluzioni innovative per la gestione delle reti attive (Smart Grid).

Scambi CP Colotto (San Severino Marche, MC)
Settembre 2013



Impianto	Tens.	Potenza [kW]	Fonte
UA 1	MT	860	Idro
UA 2	MT	330	Idro
UA 3	MT	2309	FV
UA 4	MT	1700	FV
UA 5	MT	900	FV
UA 6	MT	900	FV
UA 7	MT	900	FV
UA 8	MT	900	FV
UA 9	MT	850	FV
UA 10	MT	850	FV
UA 11	BT	99	FV

Potenza totale: 10,6 MW

È uno degli 8 progetti ammessi al trattamento incentivante ai sensi della Del. AEEGSI ARG/elt 39/10.

D. Falabretti, E. Mascagni, Milano, 10/12/2014





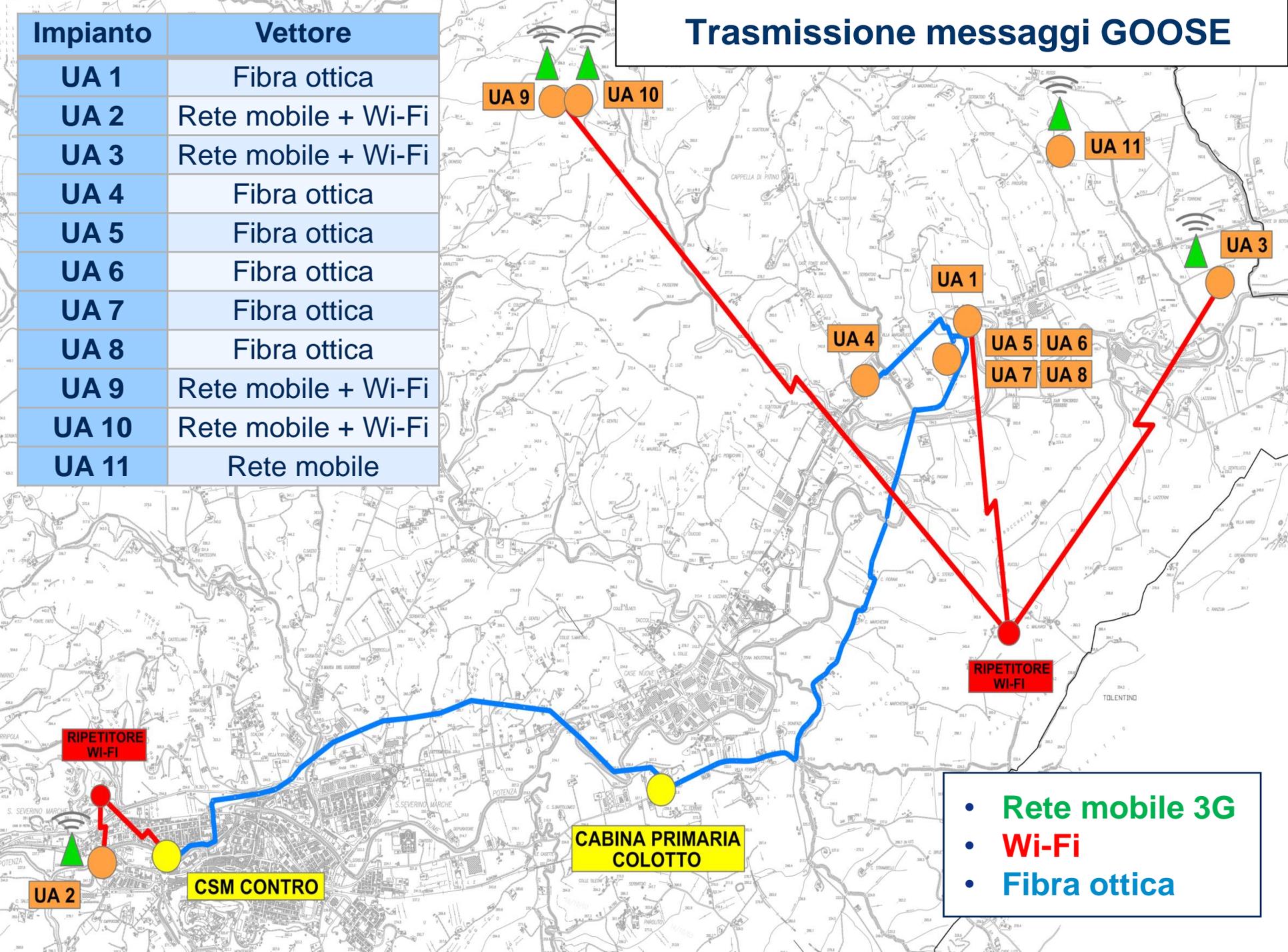
Finalità del Progetto Smart Grid

- incremento dell'**affidabilità del SPI della GD** mediante telescatto con logica fail-safe;
- gestione dei guasti con **selettività logica** tra CP e Centro Satellite;
- **telecomando degli IMS** lungo linea;
- **regolazione della tensione** con logica centralizzata;
- **monitoraggio innovativo buchi di tensione** Del. ARG/elt 198/11;
- **limitazione/modulazione** in emergenza della potenza attiva;
- **monitoraggio delle iniezioni della GD** da parte del DSO/TSO.



Trasmissione messaggi GOOSE

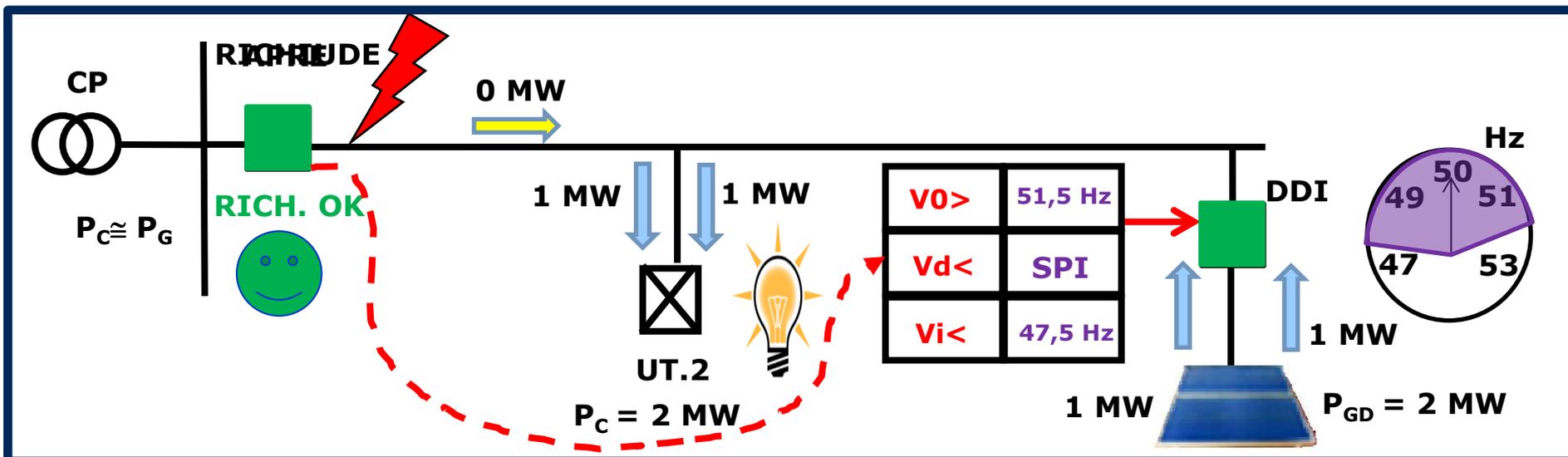
Impianto	Vettore
UA 1	Fibra ottica
UA 2	Rete mobile + Wi-Fi
UA 3	Rete mobile + Wi-Fi
UA 4	Fibra ottica
UA 5	Fibra ottica
UA 6	Fibra ottica
UA 7	Fibra ottica
UA 8	Fibra ottica
UA 9	Rete mobile + Wi-Fi
UA 10	Rete mobile + Wi-Fi
UA 11	Rete mobile



- Rete mobile 3G
- Wi-Fi
- Fibra ottica

Gestione SPI con telescatto IEC 61850

Nel Progetto è implementata una logica di intervento del SPI basata su soglie restrittive/missive, gestita con lo scambio di segnali IEC 61850 (telescatto/keep-alive) tra DSO e Utente.



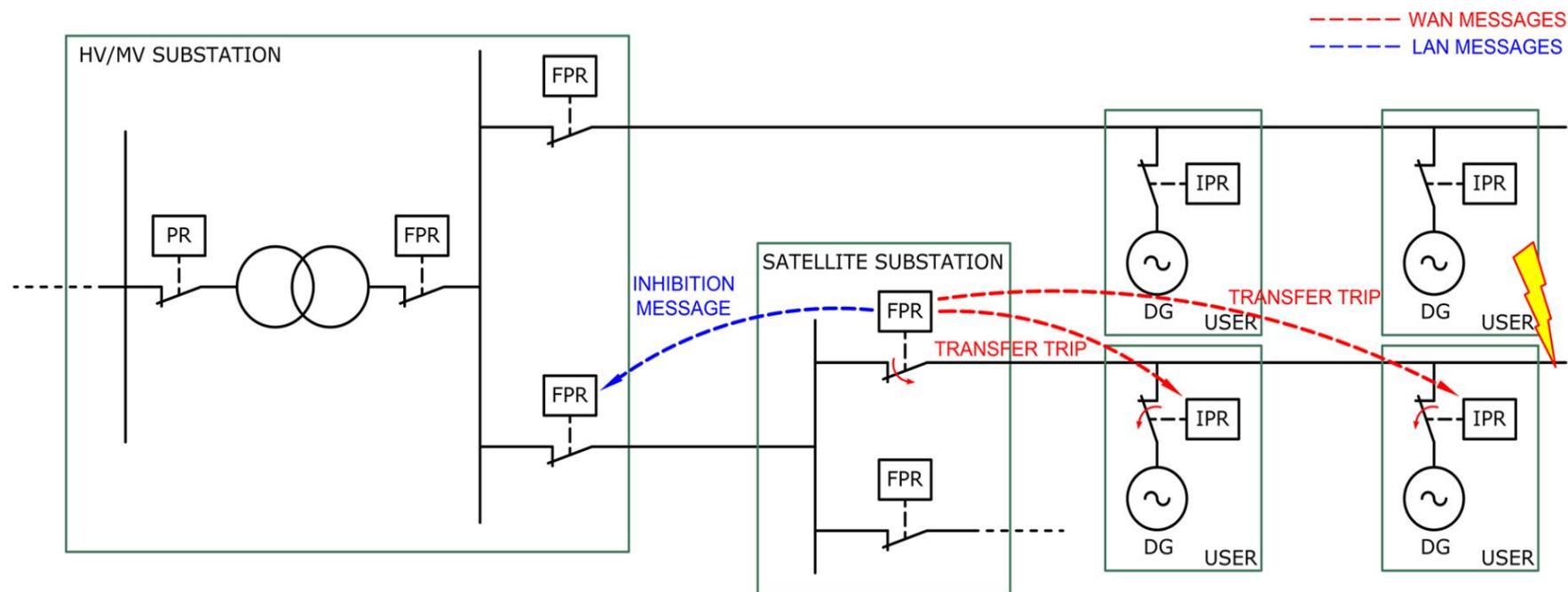
Rispetto alla soluzione con sblocco voltmetrico:

- distacco dell'Utente più affidabile (non più basato su soglie di intervento locali);
- separazione della GD assicurata anche su apertura intenzionale dell'interruttore di linea MT;

si evita il distacco accidentale della GD in presenza di guasti su feeder adiacenti e di perturbazioni di frequenza.

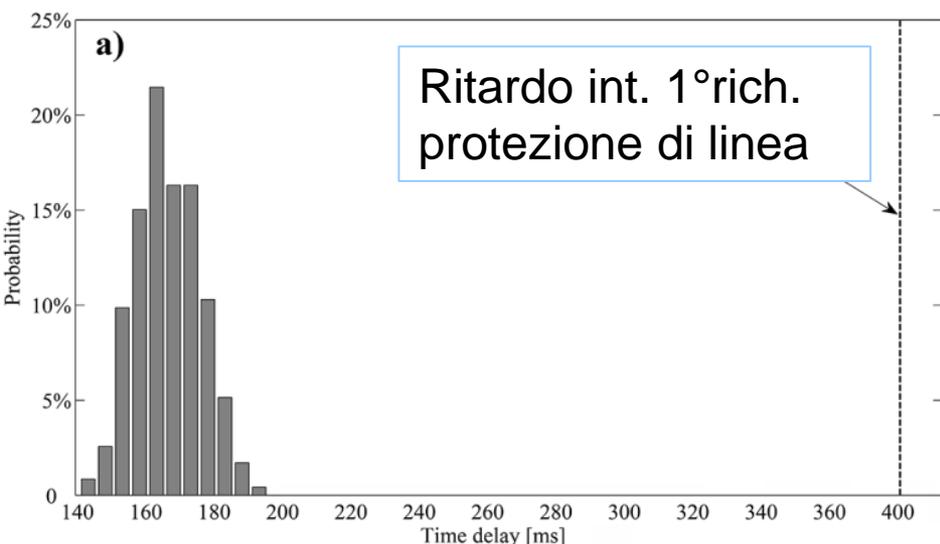
In presenza di guasto a valle del Centro Satellite:

- le protezioni MT nel Centro Satellite inviano un messaggio di inibizione (selettività logica) alle protezioni a monte (Cabina Primaria);
- dopo l'eventuale ritardo intenzionale impostato, la protezione nel Centro Satellite apre ed invia il messaggio di telestacco alla GD a valle.

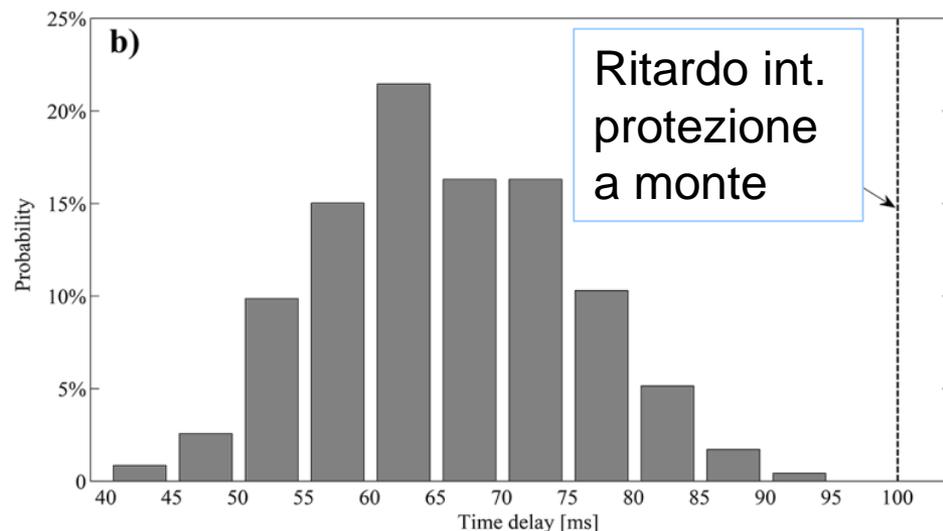


Entrambe le funzionalità sono assolve mediante messaggi IEC 61850 GOOSE.

Tempo stimato per l'apertura del SPI della GD



Tempo di attivazione della selettività logica



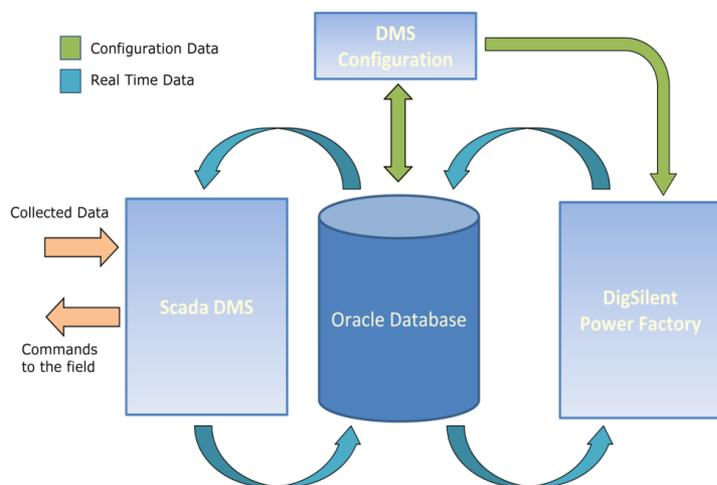
Oltre al tempo richiesto per la trasmissione dei messaggi GOOSE, bisogna considerare anche gli ulteriori ritardi introdotti dai relè e il tempo necessario per attuare le azioni in campo (ad es., per l'apertura del DDI dell'Utente).

Maggiori dettagli in: M. Delfanti, D. Falabretti, M. Fiori, M. Merlo, «Smart Grid on field application in the Italian framework: The A.S.SE.M. project», Electric Power System Research, in press.

Regolazione centralizzata della tensione

Le **iniezioni di potenza reattiva delle unità di GD** sono controllate in tempo reale, al fine di regolare i profili di tensione lungo le linee della rete.

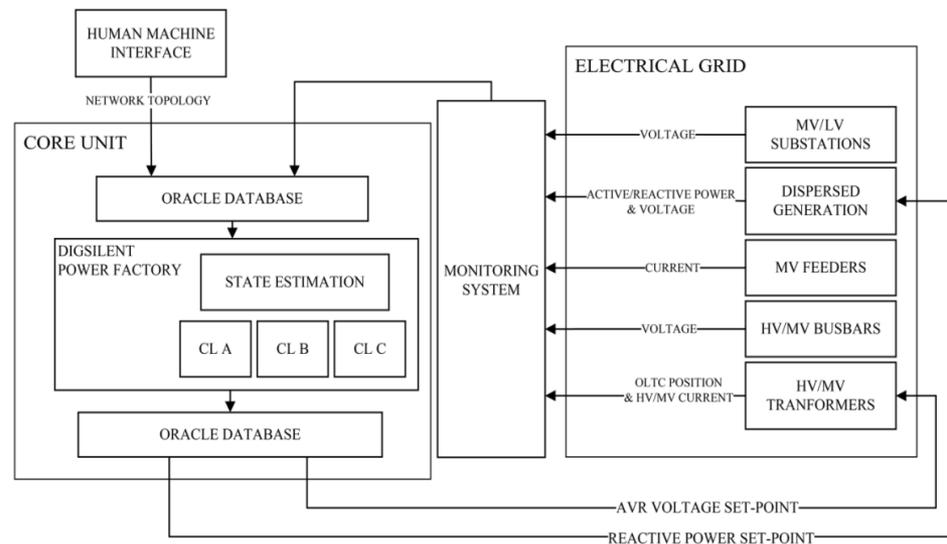
L'algoritmo agisce anche sul **VSC dei trasformatori AT/MT**, per coordinarne il funzionamento con la GD.



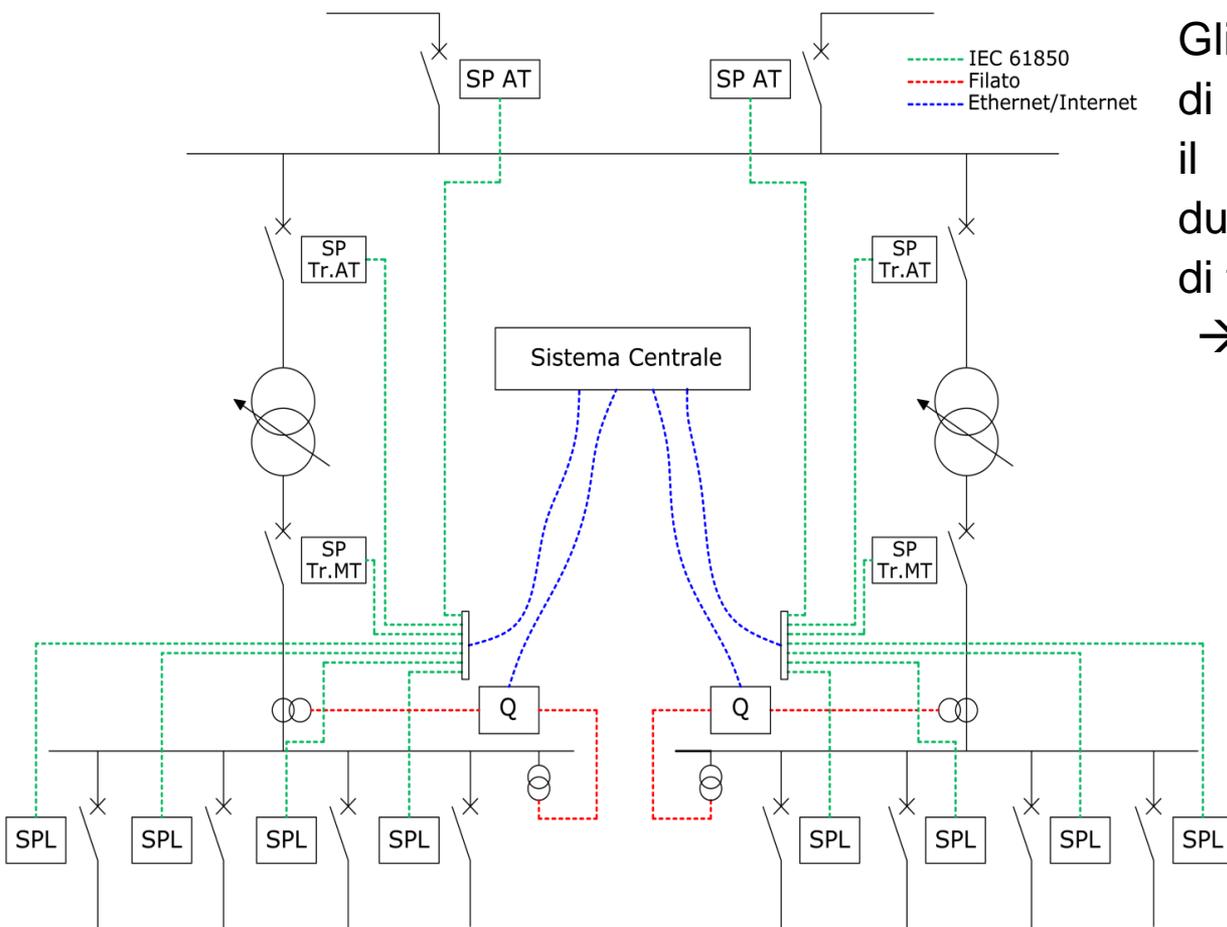
Azioni di controllo cicliche (temporizzate), basate sulle seguenti fasi:

1. acquisizione delle misure;
2. stima dello stato del sistema;
3. calcolo setpoint ottimo;
4. invio dei comandi al campo.

Obiettivo: mantenere le tensioni minime e massime sulla rete MT entro l'intervallo consentito (es. 0,96-1,09 p.u.) e ridurre il numero di manovre del VSC.



Il Progetto è stata integrato con la sperimentazione di una architettura innovativa per il **monitoraggio e il riconoscimento dell'origine dei buchi di tensione MT**.



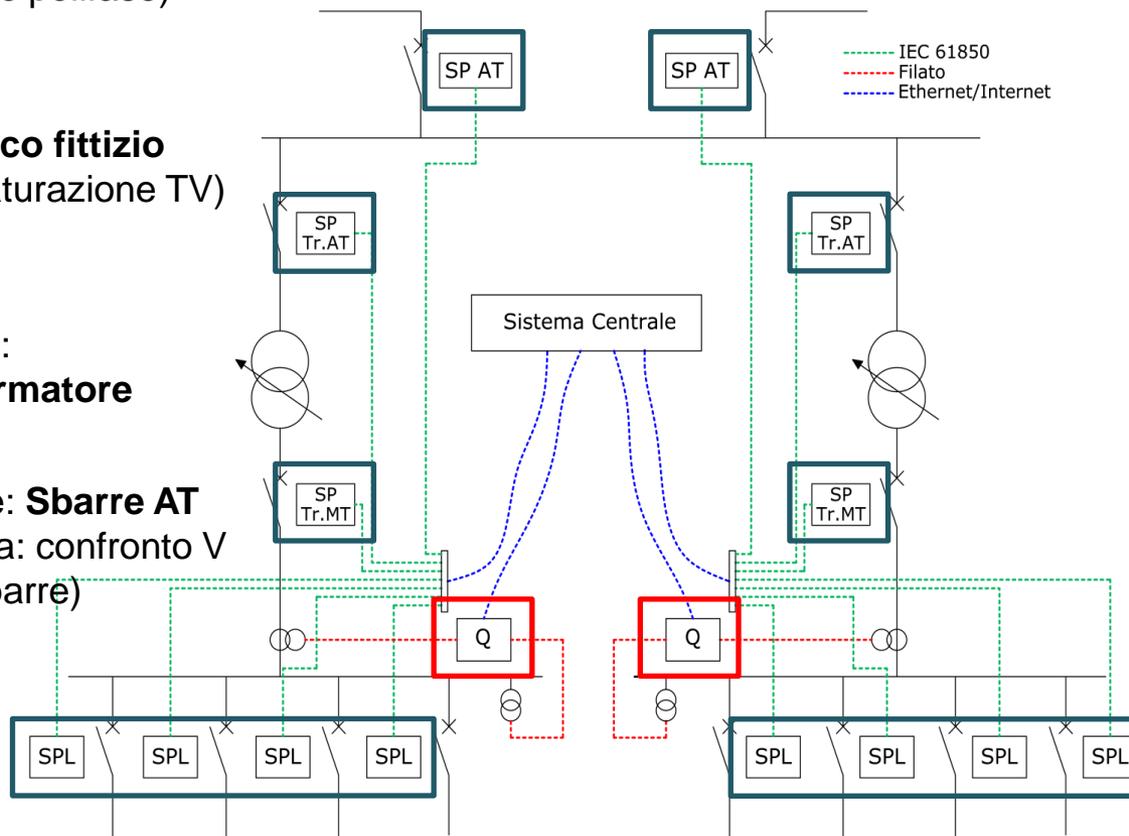
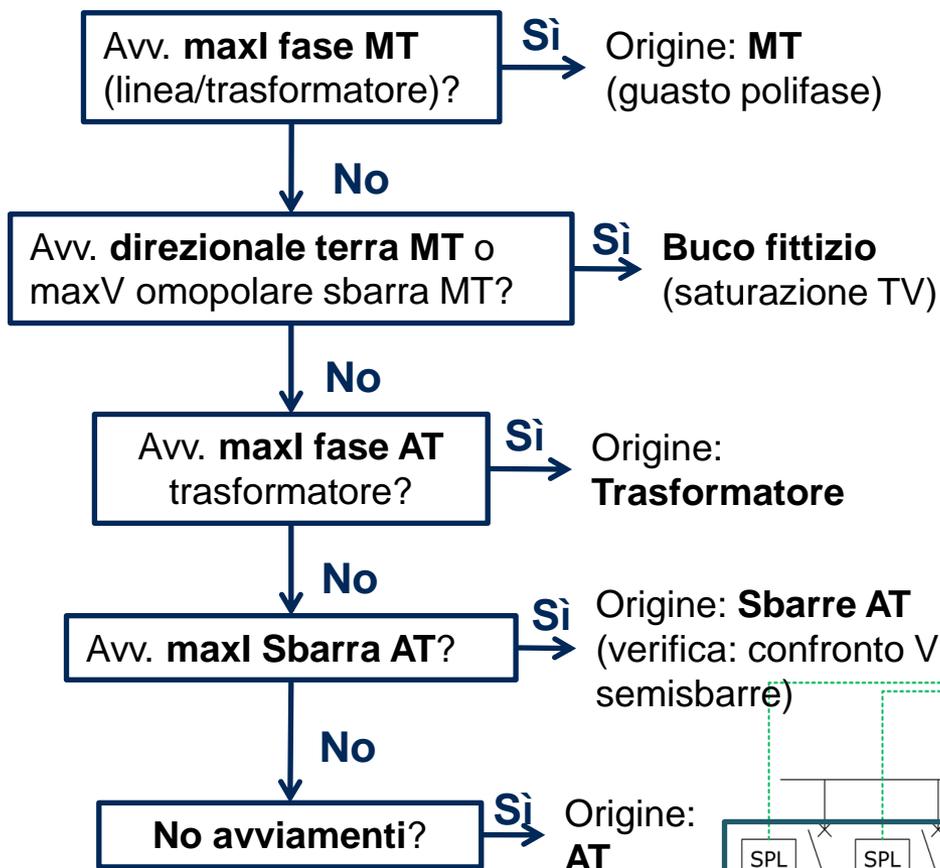
Gli **avviamenti delle protezioni** di CP sono acquisiti per verificare il passaggio di sovracorrenti durante il manifestarsi di un buco di tensione.

→ **IEC 61850**

Protezioni monitorate:

- maxI di fase e direzionali di terra linee MT;
- maxI di fase MT trasformatore;
- maxV omopolare sbarra MT;
- maxI di fase AT trasformatore;
- maxI di fase montante AT (predisposizione).

Alla registrazione di un buco di tensione:





Ruolo dell'Utente Attivo nell'architettura Smart Grid

La presenza di generatori/utenti attivi lungo le linee MT è potenzialmente in grado di innalzare la tensione nel punto di connessione oltre i limiti consentiti

- Per rispettare tale limiti è necessario che le GD siano distaccate dalla rete o
- In alternativa è compito del Distributore concordare con gli Utenti Attivi connessi alla rete MT i modi per contribuire alla limitazione della tensione tramite assorbimento o erogazione di potenza reattiva





Requisiti inverter progetto Smart Grid

Agli Utenti Attivi si richiede di (CEI 0-16: 2012-12)

- regolare la **potenza reattiva** immessa in rete, ai fini del controllo della tensione
- regolare la **potenza attiva** prodotta, in condizioni di variazione della frequenza e della tensione (riduzione per piani di difesa)
- insensibilità alle variazioni di tensione (non nel progetto A.S.SE.M.)





Funzionalità di supporto rete dell'inverter Siel

Gli inverter FV Siel implementano tutte le funzionalità richieste dalla normativa di connessione in rete BT CEI 0-21 e in rete MT/AT CEI 0-16 relativamente a

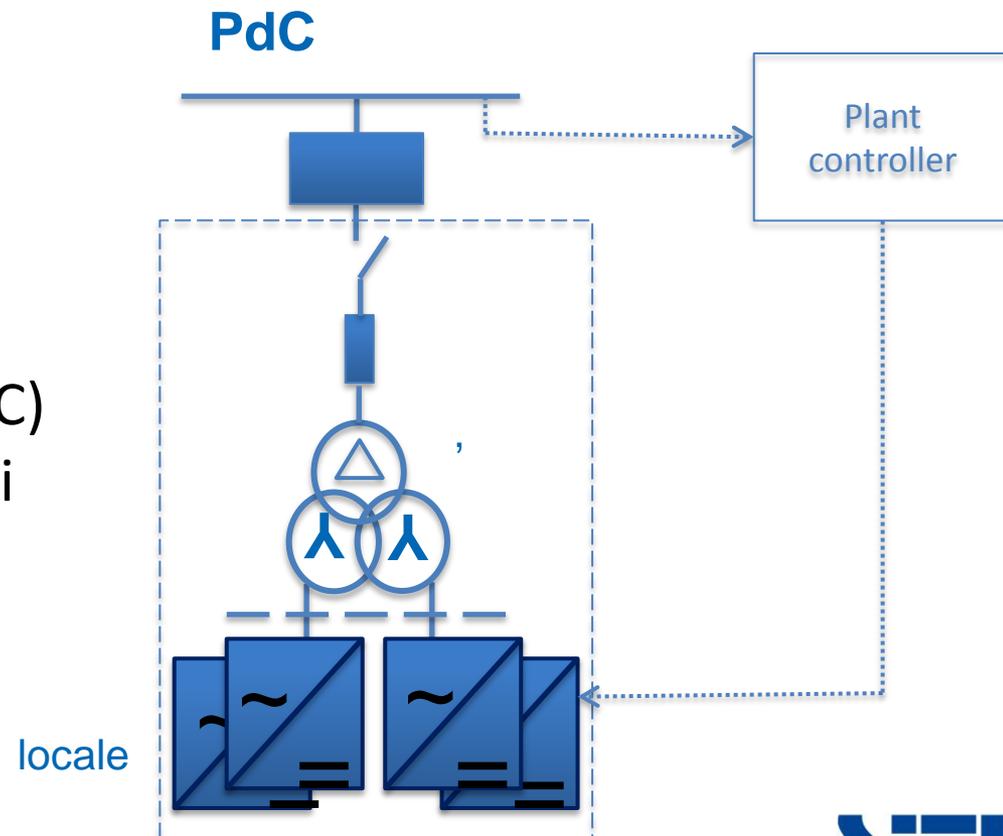
- regolazione la **potenza reattiva** immessa in rete
- regolazione la **potenza attiva** prodotta
- insensibilità alle variazioni di tensione



Regolazione potenza Q e P

La regolazione della potenza reattiva Q e di quella attiva P è eseguita

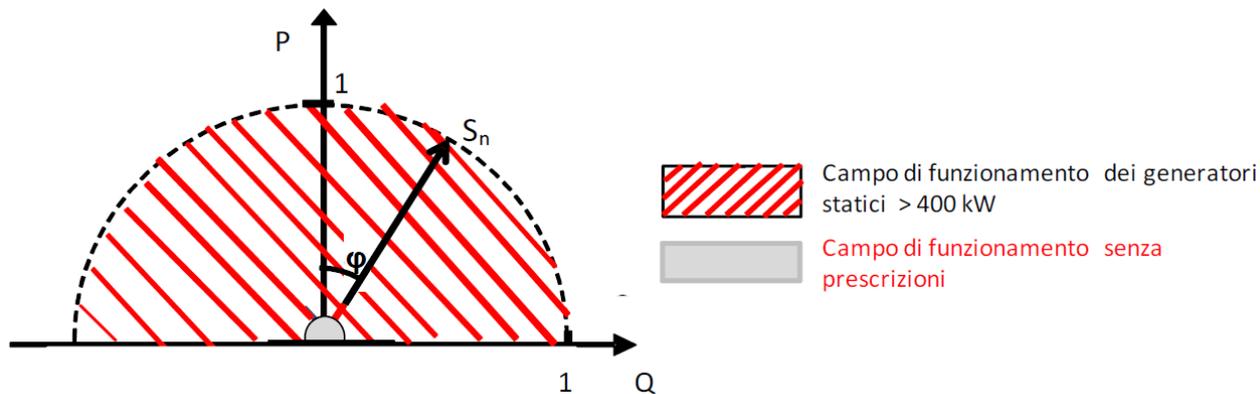
- in logica locale
- in logica centralizzata (per il controllo della tensione e frequenza al PdC) mediante riferimenti inviati attraverso *plant controller*)



Capability di P e Q

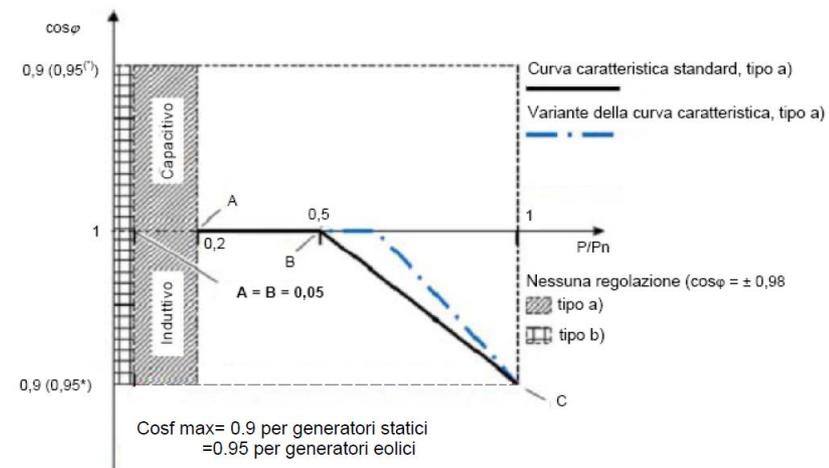
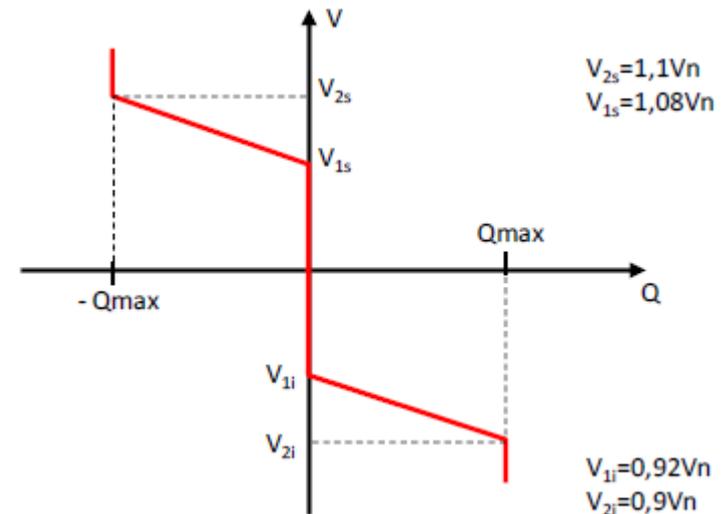
Come da norma CEI 0-16 per impianti > 400kW

- Inverter è in grado di funzionare con $\cos\varphi$ tra 0 e 1 in sovra- e sotto-eccitazione



Generazione di Q in logica locale

- Generazione Q in funzione di V ai morsetti inverter
- Modifica del $\cos\varphi$ in funzione della P generata $\cos\varphi = f(P)$ e della V



Generazione Q in logica centralizzata

L'inverter riceve il setpoint di $\cos\phi$ da remoto come p.u. della potenza attiva generata

[es. $\cos\phi$ richiesto 0.9

$$\text{Setpoint} = \tan(\arccos 0.9) = 0.4843]$$

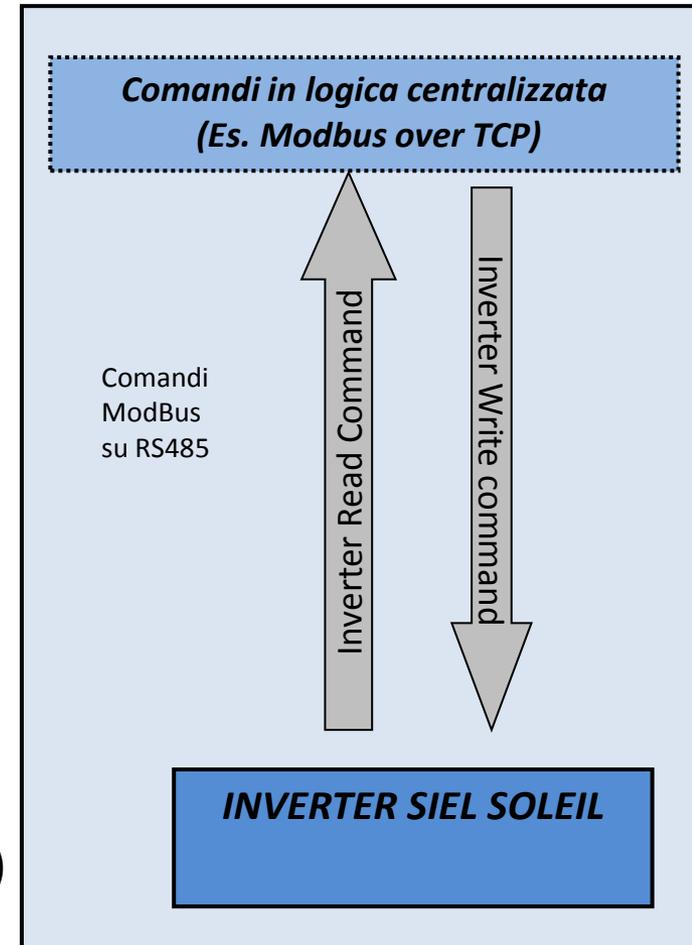
Setpoint > 0 per sovraeccitazione

Setpoint < 0 per sottoeccitazione

$$Q \text{ generata} = P_{\text{gen}} * \text{Setpoint}$$

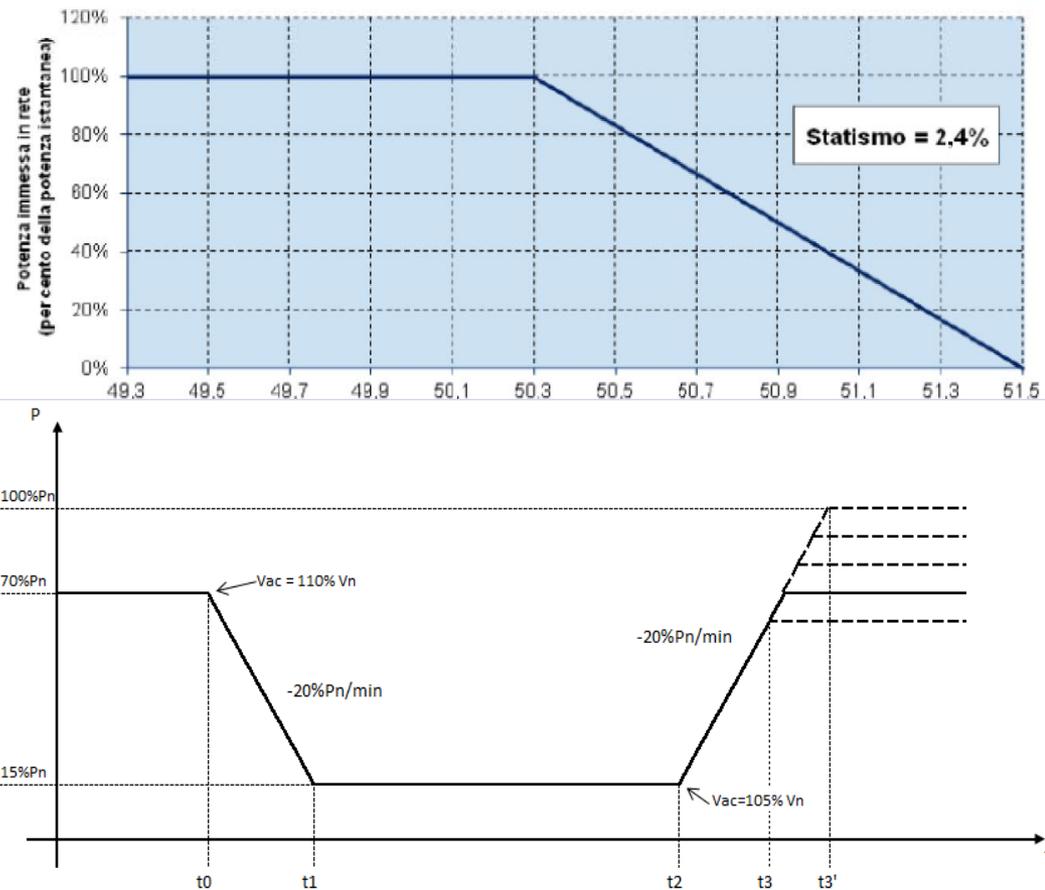
Mancanza di comunicazione (DSO-GD) o sopra o sottotensione 90-110%:

inverter commuta in logica locale $\cos\phi = f(P)$



Regolazione della potenza attiva P

- 1 Regolazione della potenza attiva immessa in rete in condizioni di sovralfrequenza (attiva ma escludibile, con soglia di freq. e statismo impostabili)
- 2 Limitazione della potenza attiva al superamento del limite di tensione (escludibile)

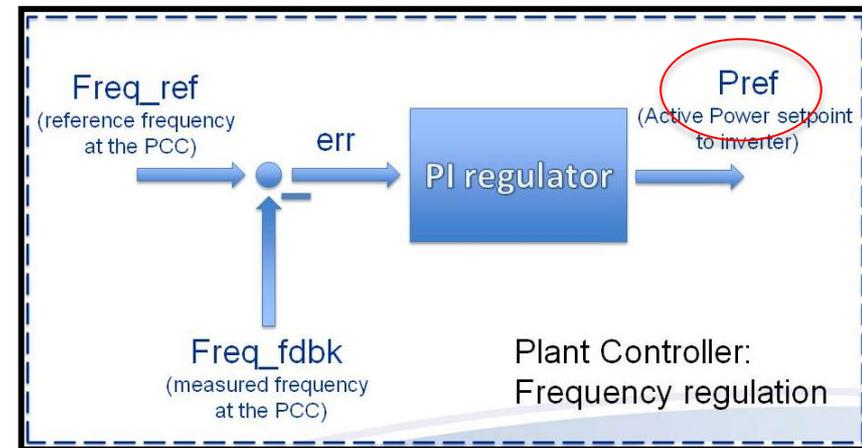


Regolazione della potenza attiva P

3 Limitazione della P trasmessa dal DSO (logica centralizzata)

(limite di potenza P_{ref} all'inverter,
p.es. in funzione della sovrافrequenza
 $P=f(f)$ al PdC o per piani di difesa)

In mancanza di comunicazione, il P_{ref}
dalla logica centralizzata è ignorato

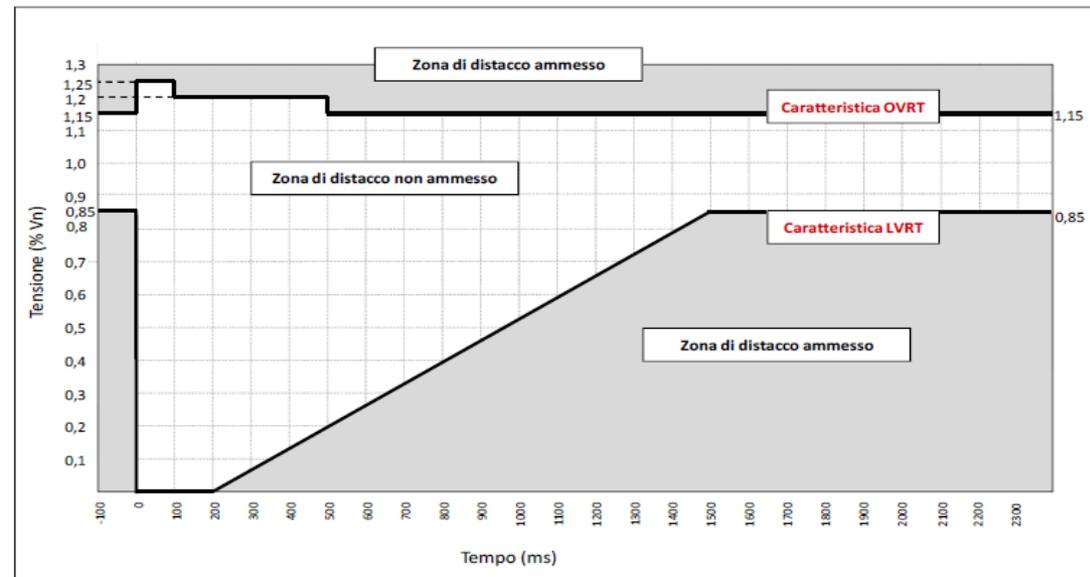


La potenza attiva P dell'inverter si porta al valore minore tra i tre determinati dalle condizioni precedenti (sovrافrequenza o sovratensione o P_{ref})

Insensibilità alle variazioni di V

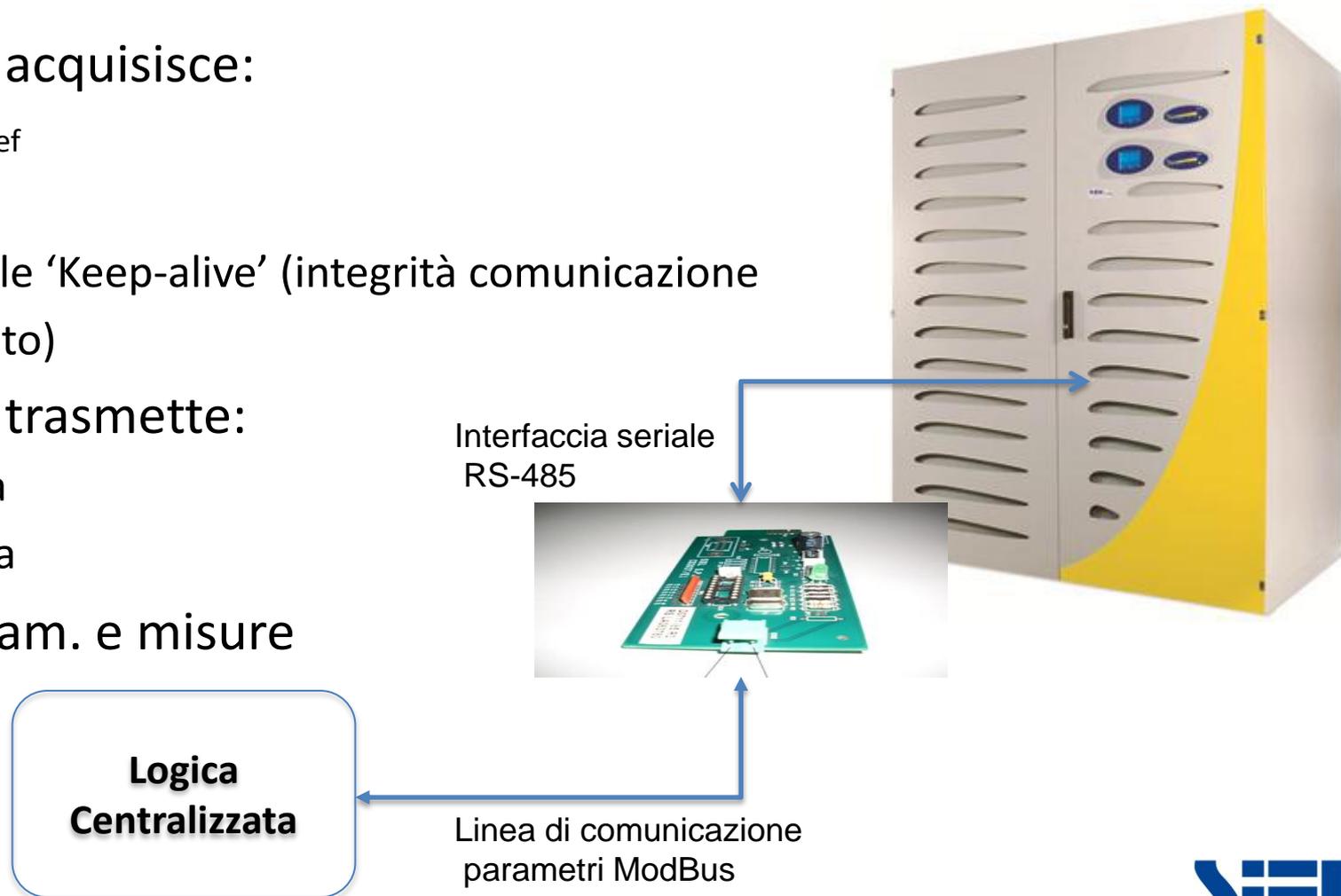
- Inverter può rimanere connesso a rete secondo caratteristiche di tensione/tempo in modo da evitare indebita separazione da rete per buchi e sovra-elevazioni di V
- Possibilità di generazione corrente reattiva durante buco di rete per sostenerne la tensione

(Caratteristica V - t: LVRT e OVRT,
non nel progetto A.S.SE.M.)



Elementi protocollo ModBus

- Inverter acquisisce:
 - $\text{Cos}\varphi_{\text{ref}}$
 - Plim
 - Segnale 'Keep-alive' (integrità comunicazione da remoto)
- Inverter trasmette:
 - P_{prodotta}
 - Q_{prodotta}
- Altri param. e misure





Gestione segnale 'keep-alive'

- Il segnale di keep-alive è utilizzato per verificare che la comunicazione tra il DSO e l'inverter sia attiva
- La mancanza del segnale di keep-alive per 20sec consecutivi determina la commutazione dell'inverter in logica locale per mancanza comunicazione, interrompendo l'attuazione
 - della limitazione di potenza P da remoto
 - del riferimento di potenza Q da remoto





Conformità inverter Siel a normative di connessione a rete

Gli inverter FV Siel risultano conformi a:

- Requisiti funzionali richiesti dal progetto Smart Grid A.S.SE.M.
- Funzionalità richieste dalla normativa di connessione in rete MT/AT CEI 0-16 (nonché BT CEI 0-21)
- Allegati Terna A70, A68
- Ulteriori requisiti già presenti in normative relative al grid-code di altri Paesi (per es. Cile e Romania)



Siel: Energia e sicurezza

- Leader nella produzione di UPS, gruppi statici di continuità, sistemi fotovoltaici e sistemi di alimentazione di emergenza che garantiscono energia sicura e continua
- 1983: oltre 30 anni di professionalità e successi, sotto l'egida del suo fondatore e Presidente, Enrico Pensini
- Dalla sede di Trezzano Rosa (Milano) opera a livello internazionale, disponendo di uno stabilimento in New Jersey (USA) , di filiali in Regno Unito e Spagna e di una rete di distribuzione nel mondo



Siel: Energia e sicurezza

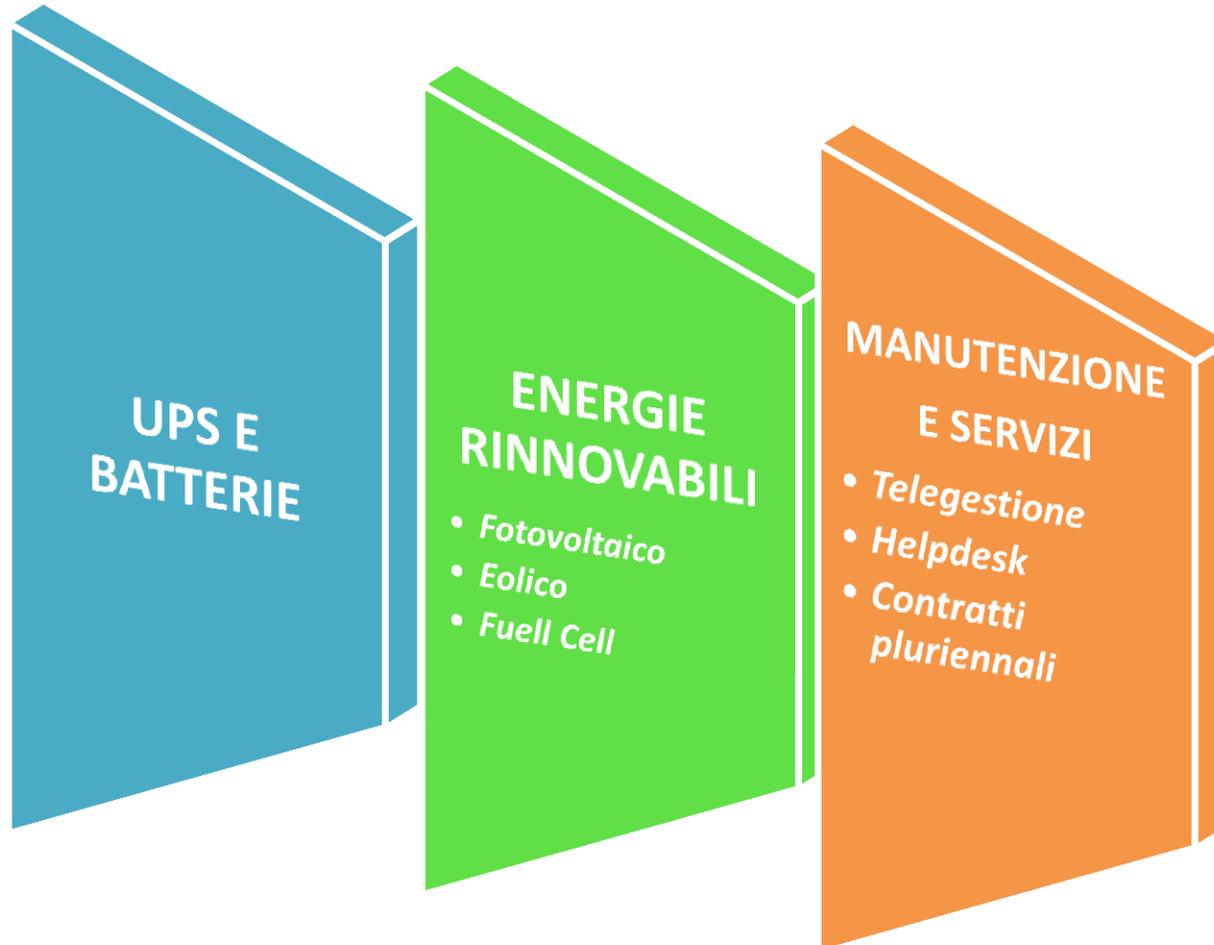
- 2000: grazie al dinamismo del gruppo, l'azienda entra nel settore delle energie rinnovabili
- SIEL è tra i soci fondatori di Assosolare, Associazione Nazionale dell'Industria Solare Fotovoltaica
- SIEL partecipa alla realizzazione di impianti di rinomanza mondiale, arrivando a superare 1,5 GW di potenza fotovoltaica

Luzentia, Murcia ,
Spagna , , 22 MW



SAEM, Poggiorsini,
Bari, 6 MW

Siel: Prodotti e Servizi



Prodotti



UPS
SAFEPOWER EVO
10-1000kVA

Inverter FV
SOLEIL di stringa
SOLEIL BT 10-250 kWp
SOLEIL HV-TL 80-500 kWp



Power Station



Grazie della vostra attenzione!

