POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

Technical connection rules for Battery Energy Storage Systems (BESS): the Italian case

Davide Falabretti
Dipartimento di Energia
Politecnico di Milano

Energy Storage Systems (ESS): the Italian technical and regulatory framework

Rules in place in Italy concerning ESS:

- **ARERA Res. 574/2014/R/eel and Res. 642/2014/R/eel**

  Tariff components applied to energy exchanges; connection procedures; authorizations; incentives; etc.

- **Standards CEI 0-16 e CEI 0-21**

  Technical prescriptions about the BESS connection to MV/LV distribution networks (Technical Connection Rules):

  - Connection Diagrams
  - Electrical Protections
  - Energy Meters
  - Capability & grid services
  - Test protocols

Technical Connection Rules (TCRs) & ESS

In Italy, prescriptions on ESS grid connection are in charge to Technical Committees:

- **TC 316** – Connection to High, Medium and Low Voltage electrical distribution grid
- **TC 120** – Energy Storage Systems

→ In 2014, TCs 316 & 120 instructed a **JWG 120/316** to define all the aspects of TCRs (**CEI 0-16 & 0-21**) relevant to ESS.

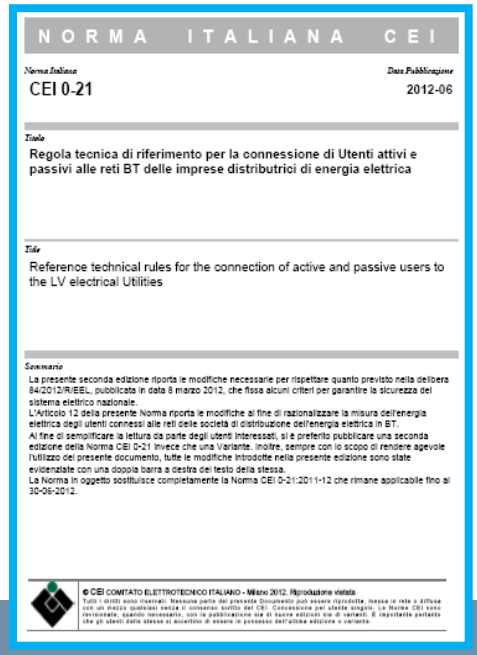
NORMA ITALIANA CEI

Norma Italiana: CEI 0-16
Data Pubblicazione: 2012-12

Titolo
Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

Title
Reference technical rules for the connection of active and passive consumers to the HV and MV electrical networks of distribution Company

Sommario
La presente Norma è stata elaborata dal CEI a seguito di quanto indicato nella delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il Gas (AEEG) 84/12 che rende obbligatorio il recepimento degli Allegati A70 e A72 del codice di rete del Gestore della rete di trasmissione nazionale (TERNA s.p.a.).
La presente Norma tiene conto di innovazioni tecniche che si stanno delineando sia a livello nazionale che europeo con riferimento alla prossima realizzazione delle smart grid e più in generale di segnali di comando trasmessi dai Distributori mirati a compensare situazioni locali o generalizzate correlate ai parametri afferenti alla qualità del servizio elettrico reso all'utenza.
Gli Allegati contengono i principi che rendono possibile un corretto esercizio degli impianti di generazione diffusa ai fine di salvaguardare la sicurezza, la continuità e la qualità anche del servizio di trasmissione nazionale dell'energia elettrica oltre a quello fornito dalle imprese di distribuzione della stessa.
Alcune parti del documento che richiedono ulteriore tempo per una loro corretta definizione sono indicate nel testo come "Allo studio". Questa formulazione è stata scelta per evidenziare anticipatamente tutti gli argomenti che completeranno la norma cosicché tutti i settori interessati siano allertati, per quanto possibile, anche per le prestazioni, le prove e le caratteristiche che potranno essere richieste ai generatori in un prossimo futuro.
Un'altra importante modifica della presente Norma, rispetto all'edizione precedente, è la drastica riduzione della parte dedicata agli impianti a tensione superiore a 35 kV, essendo la gran parte delle linee in AT divenuta di proprietà del Gestore della rete di trasmissione nazionale e regolate, perciò, dal relativo codice di rete.
La Norma in oggetto sostituisce completamente la Norma CEI 0-16:2008-07 e relative Varianti, che rimangono in vigore fino al 31-12-2012.



NORMA ITALIANA CEI

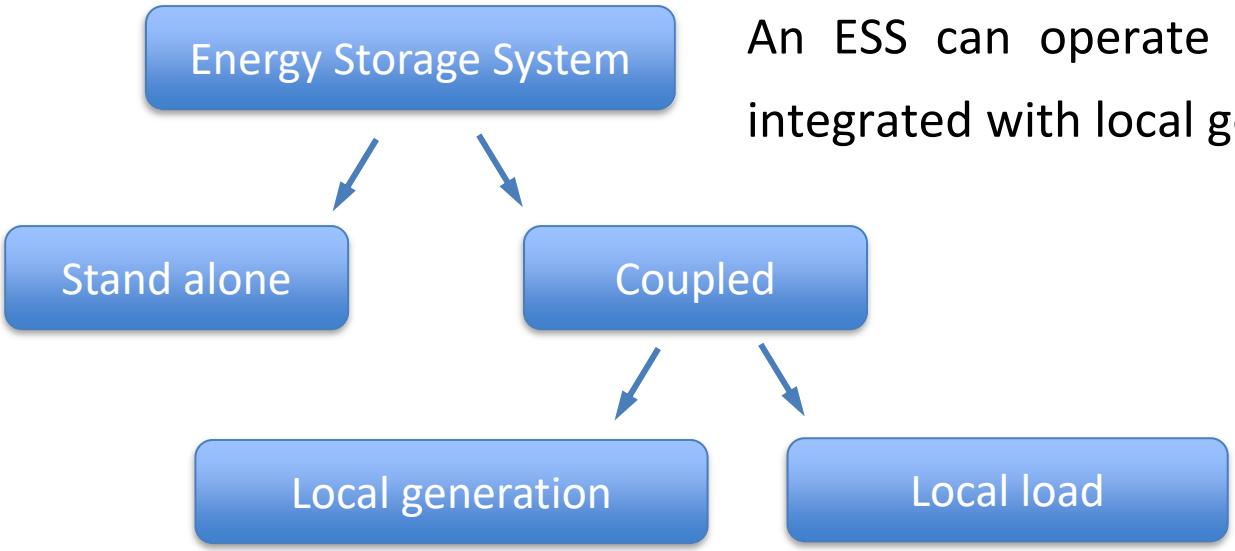
Norma Italiana: CEI 0-21
Data Pubblicazione: 2012-06

Titolo
Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica

Title
Reference technical rules for the connection of active and passive users to the LV electrical Utilities

Sommario
La presente seconda edizione riporta le modifiche necessarie per rispettare quanto previsto nella delibera 84/2012/R/EEL, pubblicata in data 8 marzo 2012, che fissa alcuni criteri per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.
L'Articolo 12 della presente Norma riporta le modifiche al fine di razionalizzare la misura dell'energia elettrica degli utenti connessi alle reti delle società di distribuzione dell'energia elettrica in BT.
Al fine di semplificare la lettura da parte degli utenti interessati, si è preferito pubblicare una seconda edizione della Norma CEI 0-21 invece che una Variante, inoltre, sempre con lo scopo di rendere agevole l'utilizzo del presente documento, tutte le modifiche introdotte nella presente edizione sono state evidenziate con una doppia barra a destra del testo della stessa.
La Norma in oggetto sostituisce completamente la Norma CEI 0-21:2011-12 che rimane applicabile fino al 30-06-2012.

Technical Connection Rules (TCR): ESS standalone/coupled architecture

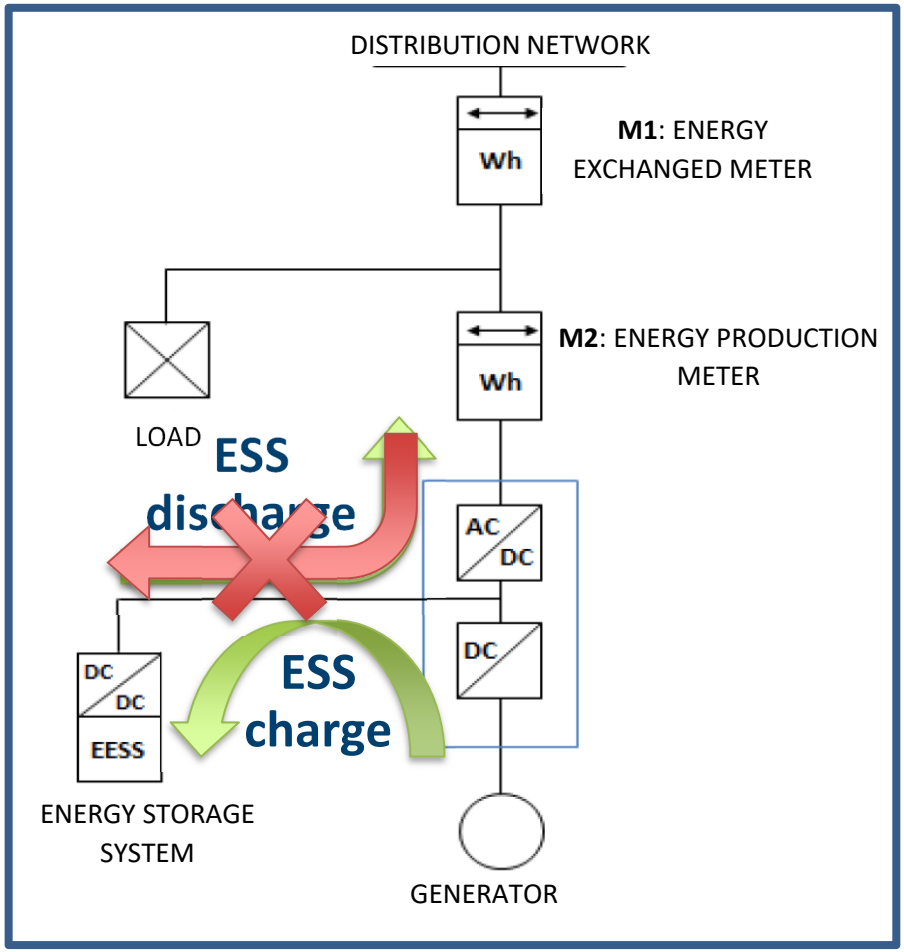


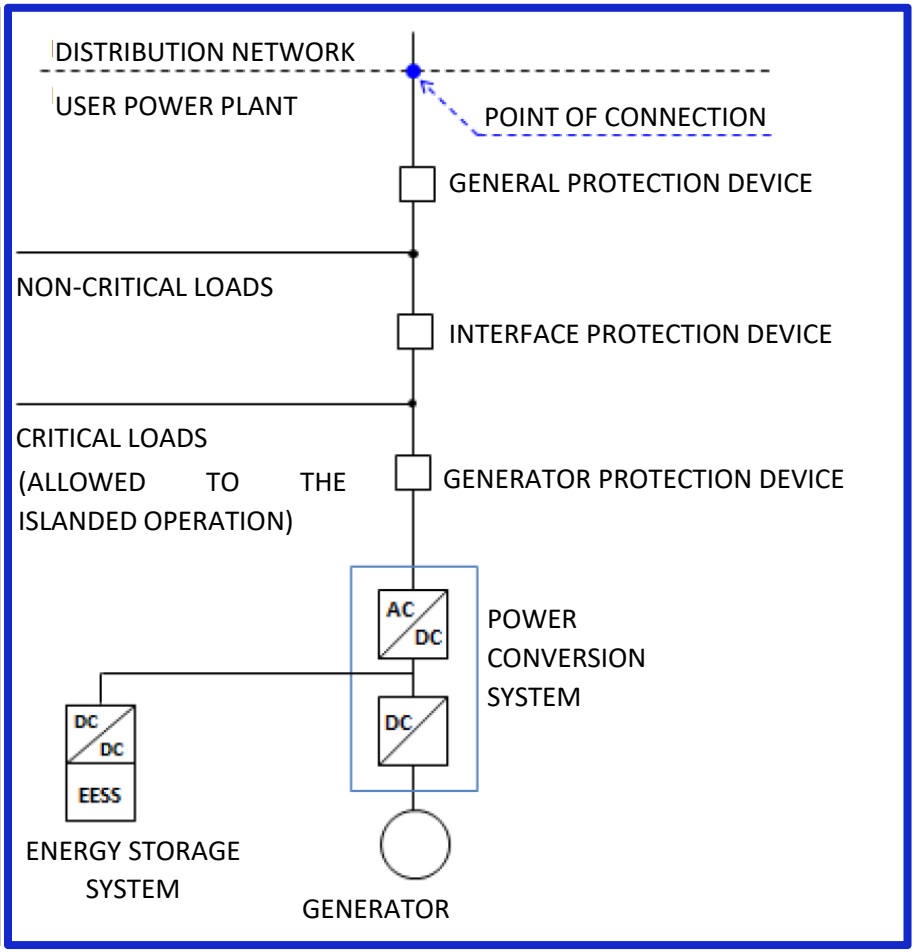
An ESS can operate in standalone mode or integrated with local generation and/or load.

Today: MV/LV BESS are allowed to provide **behind-the-meter** services to users (self-consumption, peak-shaving, continuity of supply).

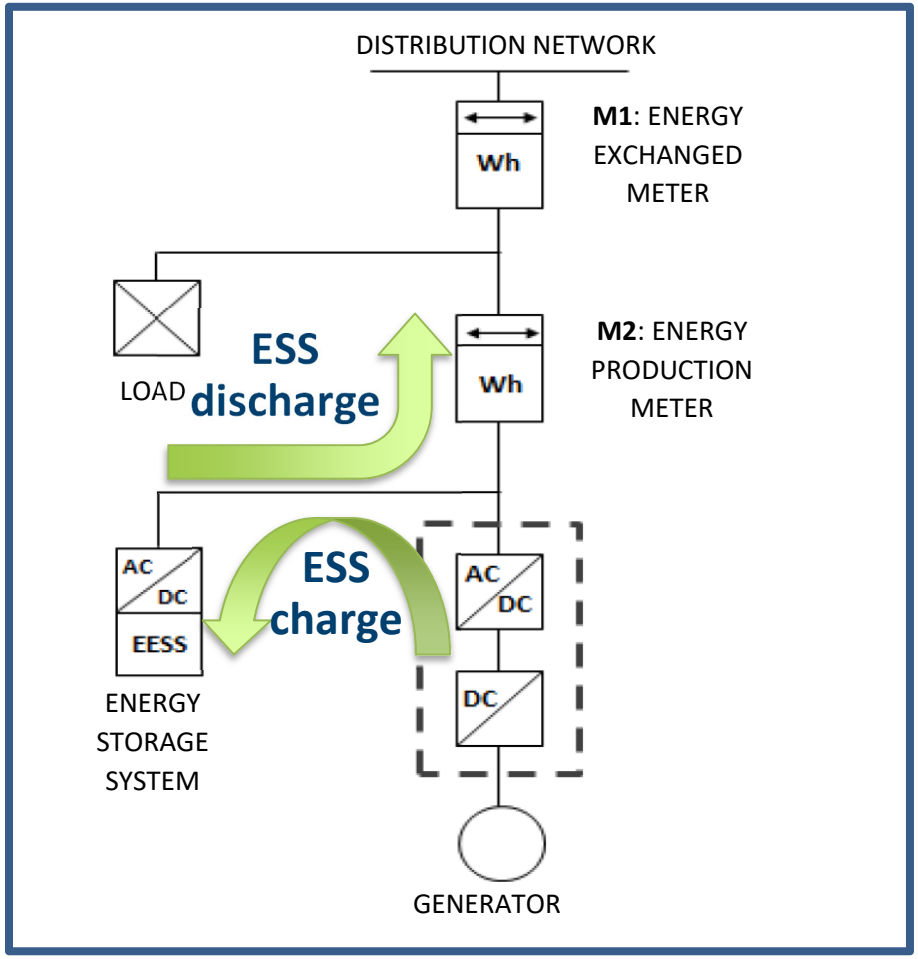
In the future: new opportunities by the participation of ESS in ASM (**front-of-the-meter** services).

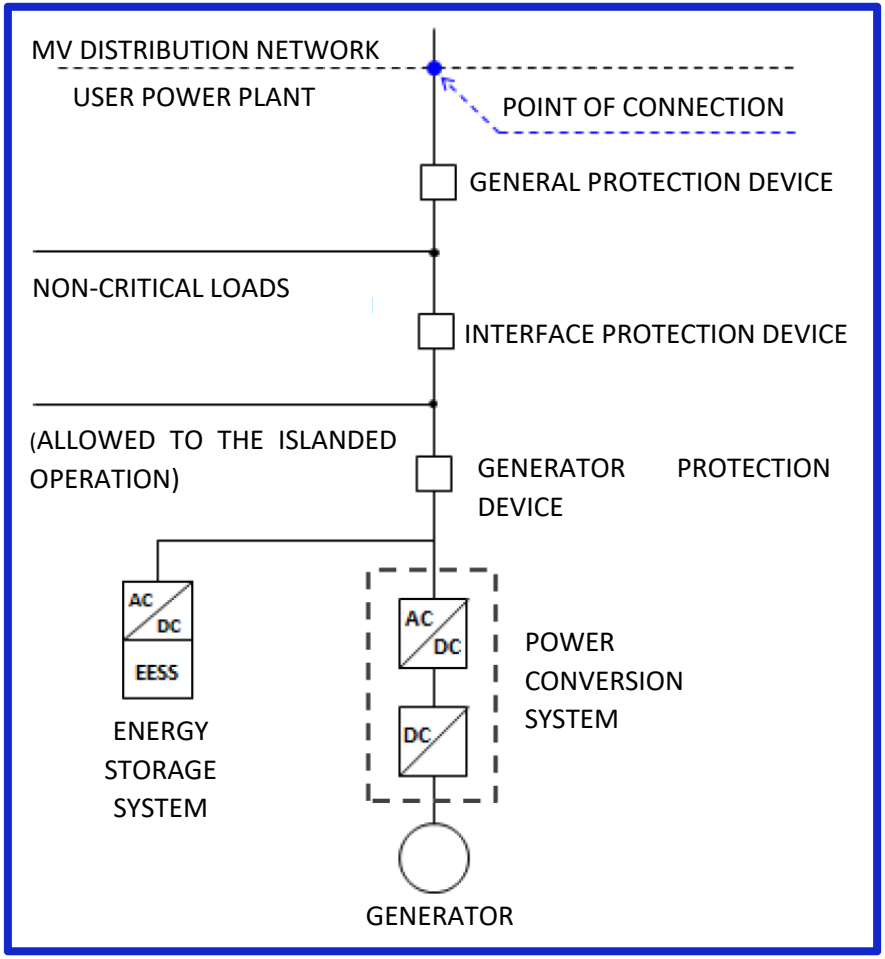
Technical Connection Rules (TCR): Connection diagrams
ESS connection on the DC side of the PCS





Technical Connection Rules (TCR): Connection diagrams
ESS connection on the AC side of the PCS





Technical Connection Rules (TCR)
Grid services

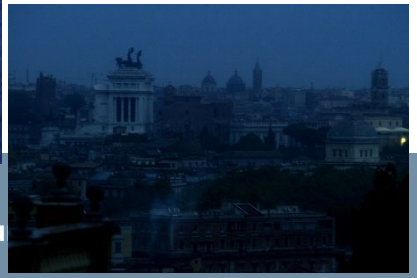
ESS (and DG) have to provide **grid services** in order to:

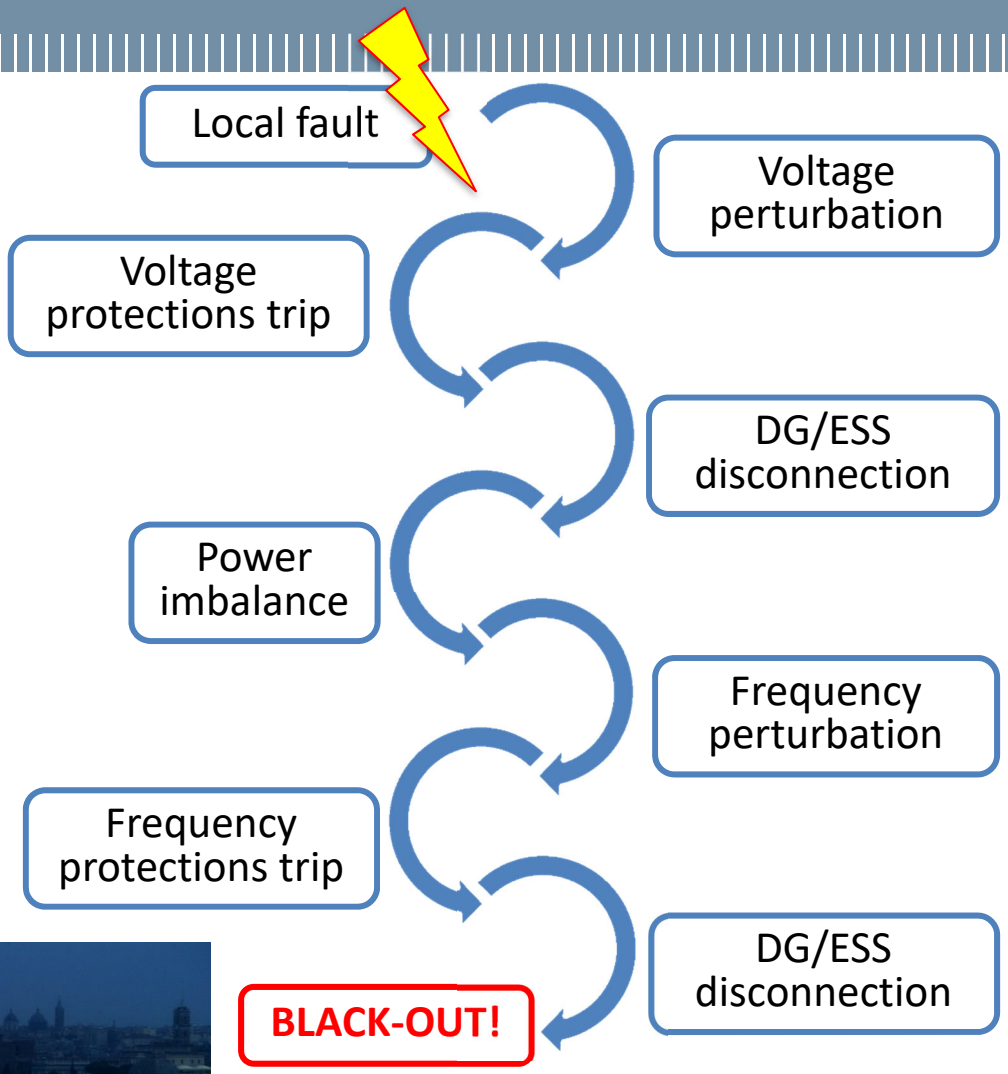
- avoid a deterioration of quality of service;
- guarantee a reliable operation of the network in any working condition.

		Synchronous gen	Asynchr. gen	Wind turbines	Static gen	Energy Storage
1	Insensitivity to voltage variations	NO	NO	YES	YES	YES
2	Partecipation to voltage regulation	YES	NO	YES	YES	YES
3	Regulation of active power during frequency variations	YES	YES	YES	YES	YES + underfreq. control
4	Voltage support during short-circuits	NO	NO	Under study	Under study	Under study
5	Participation to defense plans of power system operator	NO	NO	YES	YES	YES

Technical Connection Rules (TCR): grid services
Low Voltage & Over Voltage Ride Through

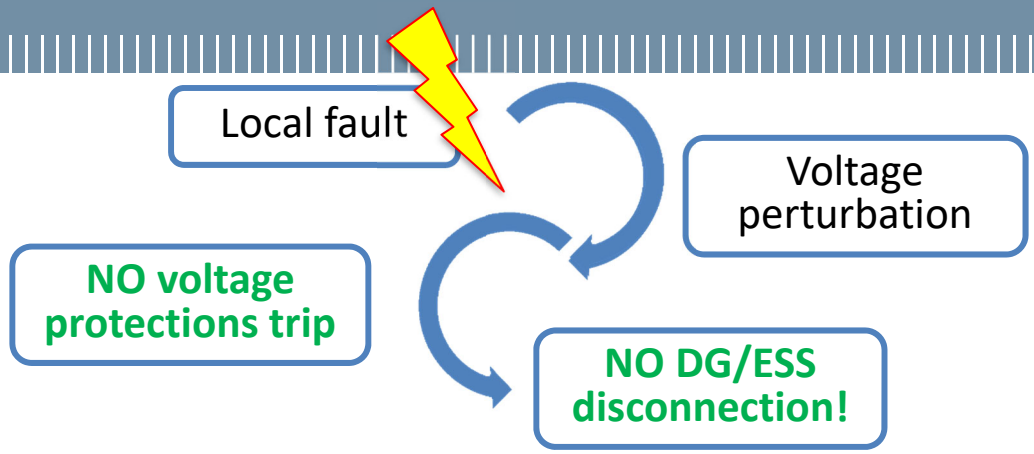
This requirement is devoted avoiding that perturbances (eg., due to faults on the HV network) would cause the unwanted DG/ESS disconnection.

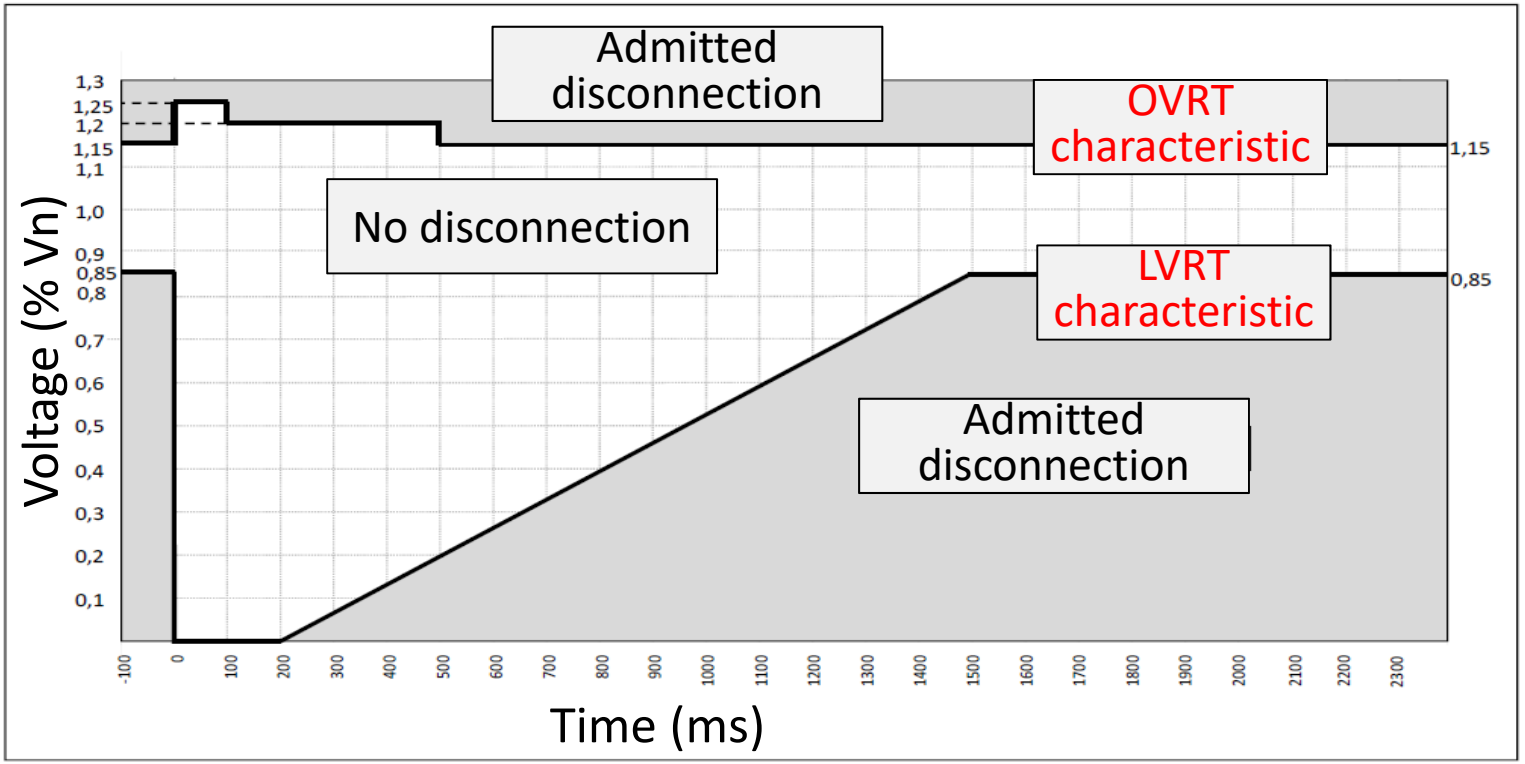




Technical Connection Rules (TCR): grid services
Low Voltage & Over Voltage Ride Through

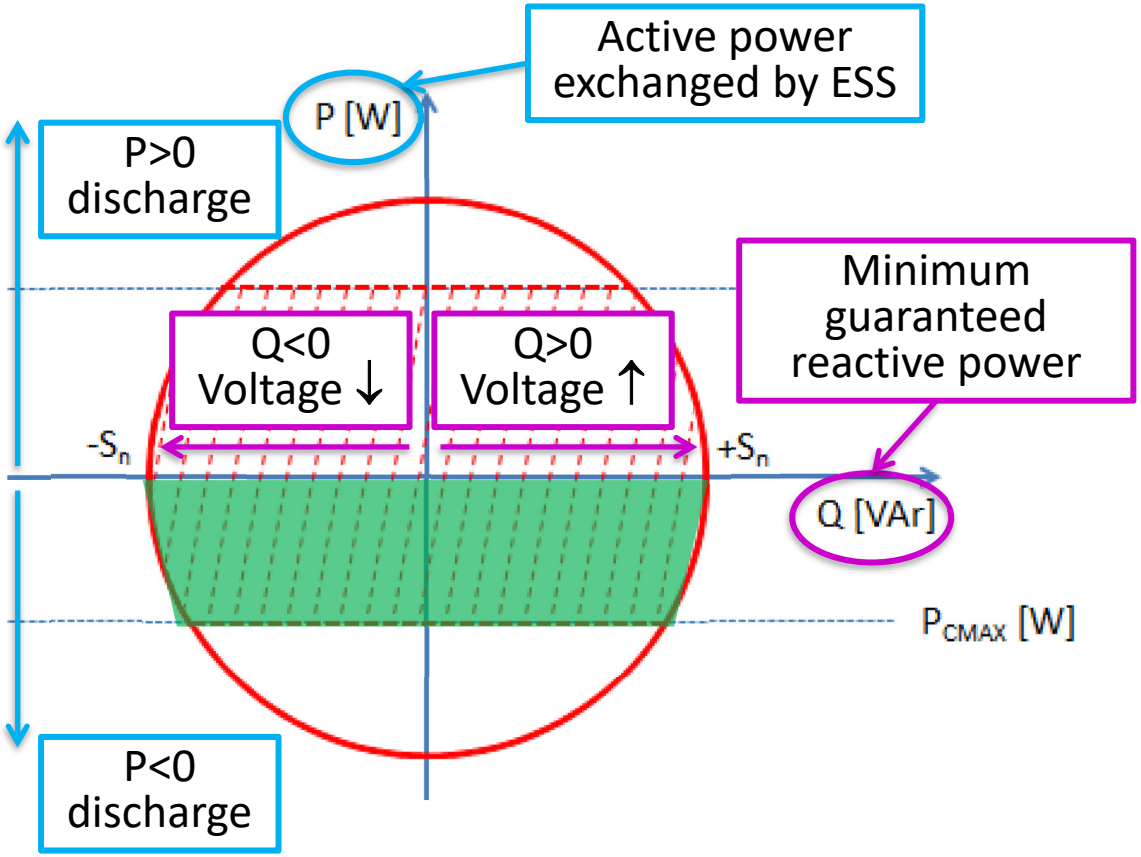
ESS must keep connected to the network in case of undervoltage or overvoltage transients according to a predefined time-voltage characteristic.





Technical Connection Rules (TCR): grid services
Voltage control on MV/LV networks

TCR prescribe minimum **capability curves** that ESS shall make available to the DSO to perform voltage regulation.



ESS capability curves are defined also for negative active power values

→ During the charging phase, ESS behaves as a load.

Usually max charge/discharge powers (P_{SMAX} & P_{CMAX}) are different.

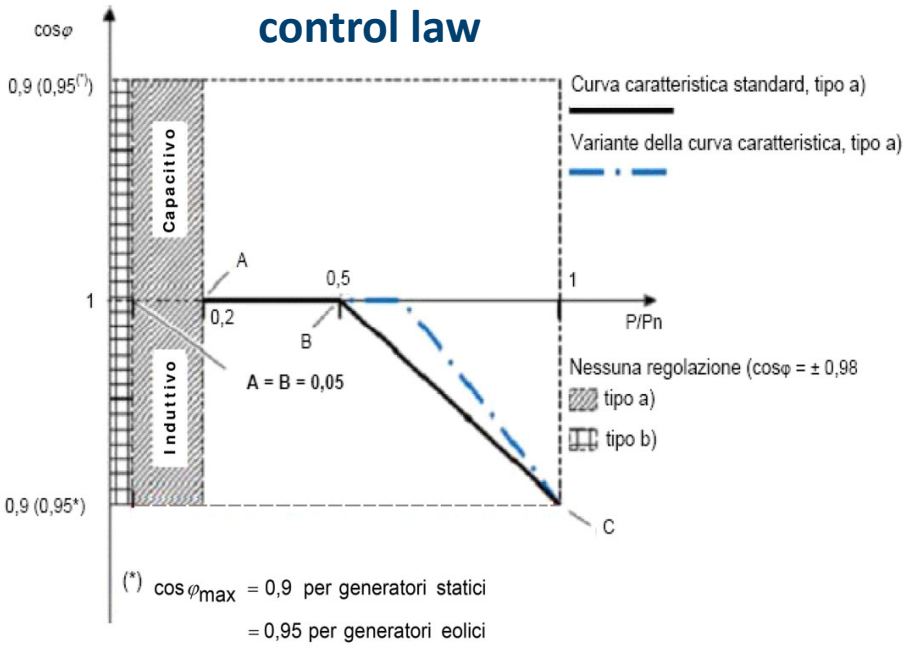
→ Asymmetrical capability (P_{SMAX}>P_{CMAX}).

Technical Connection Rules (TCR): grid services
Voltage control on MV/LV networks

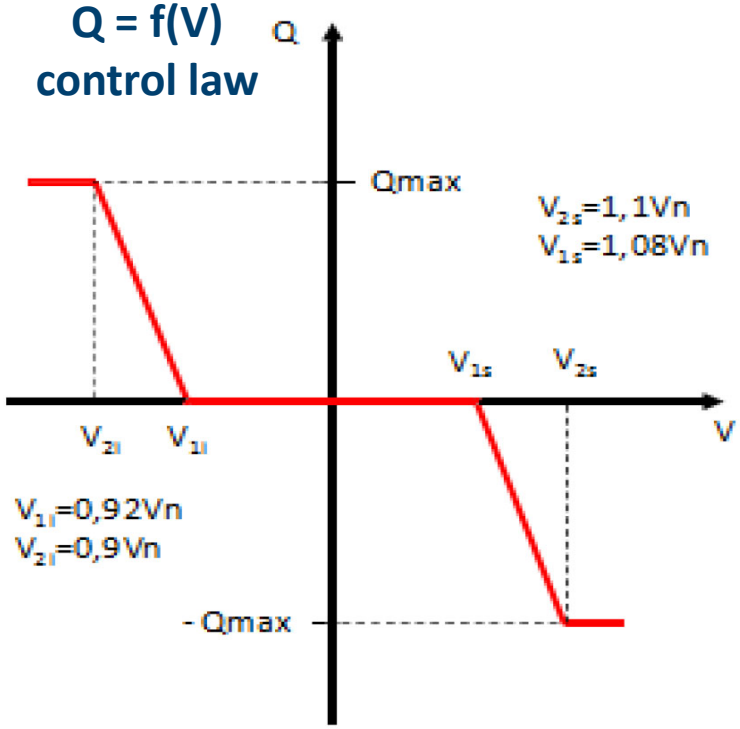
Power injections on MV/LV networks can cause the voltage profiles to increase..

..but ESS/DG can reduce the voltage by exchanging reactive power (Q)!

cosφ = f(P) control law



Q = f(V) control law



Technical Connection Rules (TCR): grid services
Active power control

In order to support the grid operation during emergency conditions, the ESS shall:

- **limit the active power discharged when voltage exceeds 110% of rated value**

  → **Goal:** Avoid ESS disconnection if voltage control is not enough to keep voltage within limits.

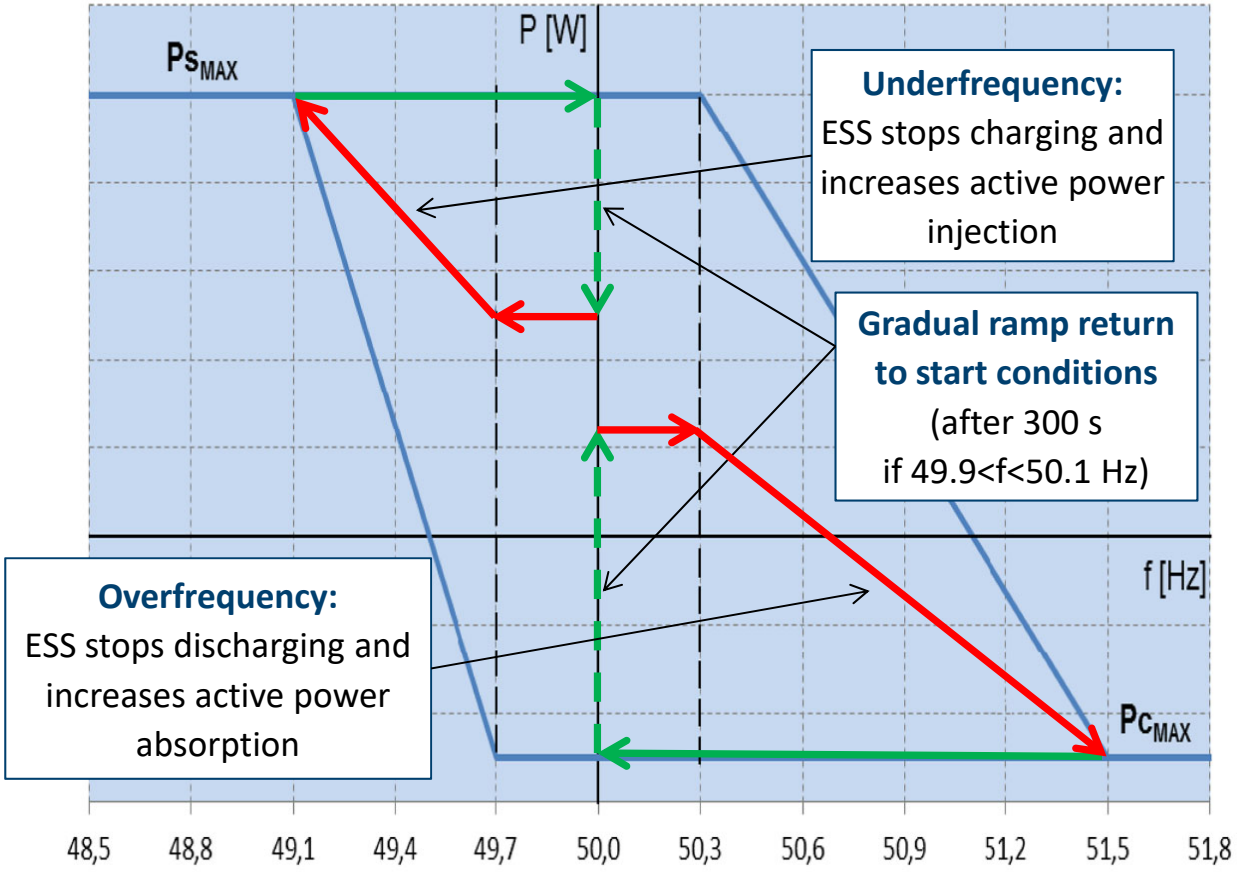
- **limit the active power according to remote messages from the DSO**

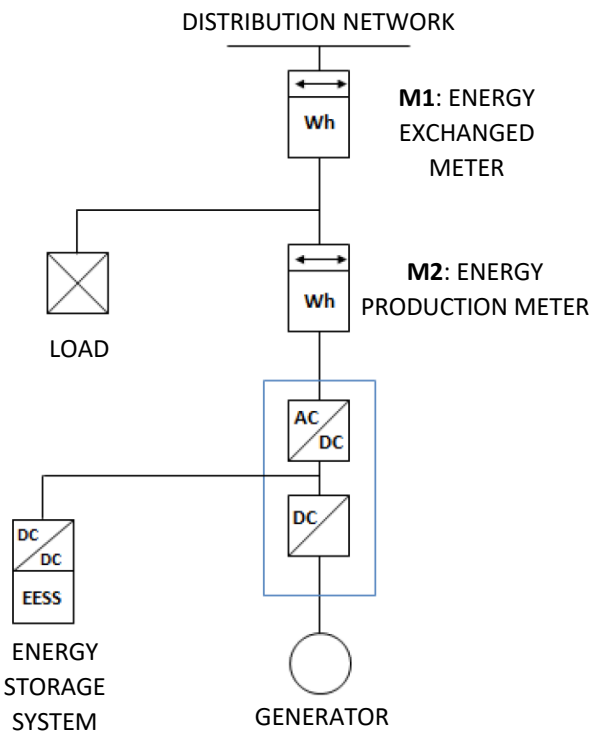
  → **Goal:** Manage temporary problems on the distribution grid (eg. congestions)

- **perform active power modulation during over/underfrequencies transients**

  → **Goal:** Help the power system to restore the power balance

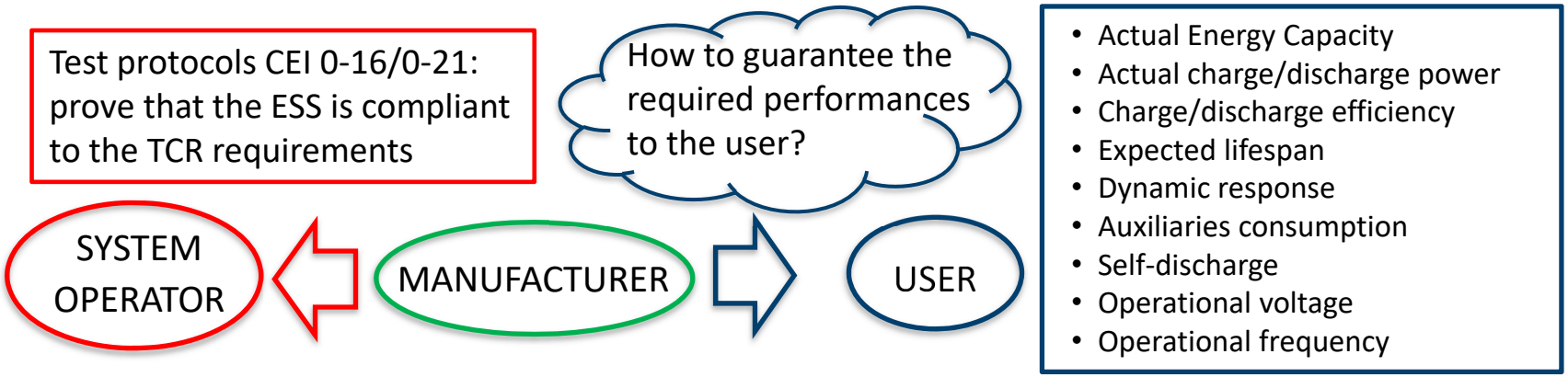
Technical Connection Rules (TCR): grid services
Active power modulation for over/underfrequencies





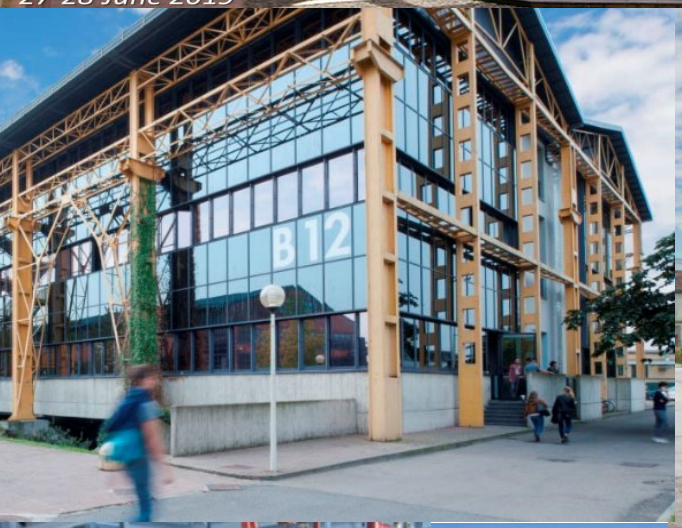
Technical Connection Rules (TCR)
Test protocols for Energy Storage Systems

The compliancy of the ESS to technical requirements of Italian TCR shall be proved by tests performed by an accredited certification body.



IEC TC120 “Electrical Energy Storage Systems” is working to fill the normative gap:

- IEC 62933-1 «Vocabulary»
- IEC 62933-2-1 «Unit parameters and testing methods – General specification»
- IEC TS 62933-3-1 «Planning and performance assessment of EESS - General specification»
- IEC TS 62933-4-1 «Guidance on Environmental issues – General specification»
- IEC TS 62933-5-1 «Safety considerations for grid-integrated EES systems - General specification»



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

davide.falabretti@polimi.it