



**POLITECNICO
MILANO 1863**

DIPARTIMENTO DI ENERGIA



Nuovi servizi al sistema elettrico

Claudio Brivio, Maurizio Delfanti, Davide Falabretti, Marco Merlo,
Matteo Moncecchi, Vincenzo Musolino (BFH-CSEM)

Dipartimento di Energia
Politecnico di Milano

- *I sistemi di accumulo ed i servizi ancillari*
- *Uno sguardo al contesto internazionale*
- *Evoluzioni in essere nel sistema Italia*
- *Misura delle prestazioni &
ottimizzazione della regolazione*
- *Una qualche idea*

Sistemi di accumulo e servizi ancillari

I sistemi di accumulo sono idonei a svolgere una vasta serie di servizi ancillari

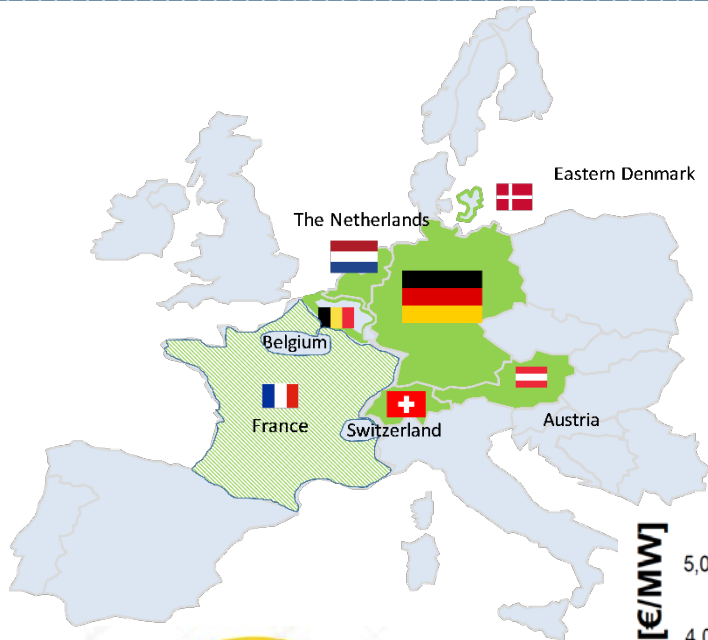
- soluzione delle congestioni, bilanciamento;
- regolazione terziaria, secondaria, primaria di f/p ;
- **regolazione primaria «veloce» - inerzia sintetica;**
- ...

Nello svolgimento dei servizi ancillari «tradizionali», non sono (ancora) competitivi rispetto alle risorse già in campo

Qualora fossero enucleati servizi ancillari **innovativi**...

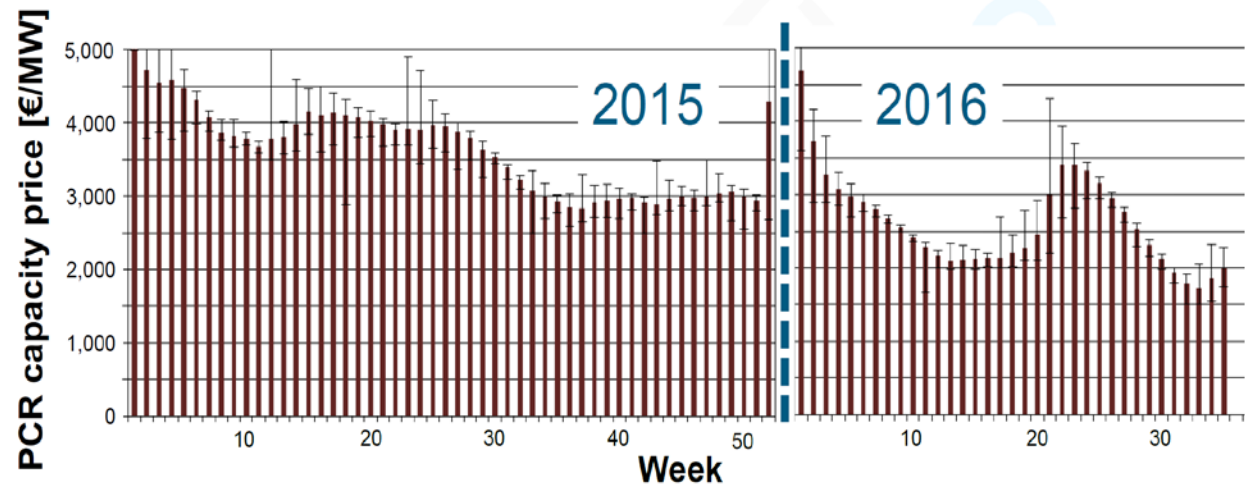
... le migliori prestazioni garantite dagli accumuli sarebbero valorizzate

Uno sguardo al contesto internazionale: la regolazione f/p tradizionale



La Primary Control Reserve (PCR) viene gestita sulla piattaforma Central Europe* tramite aste settimanali in capacità, con approccio tecnologicamente neutro

**Avviata in Germania nel 2012 poi via via allargatasi fino a coinvolgere, dal gennaio 2017, anche il sistema Francese*



Uno sguardo al contesto internazionale: la regolazione f/p «enhanced»

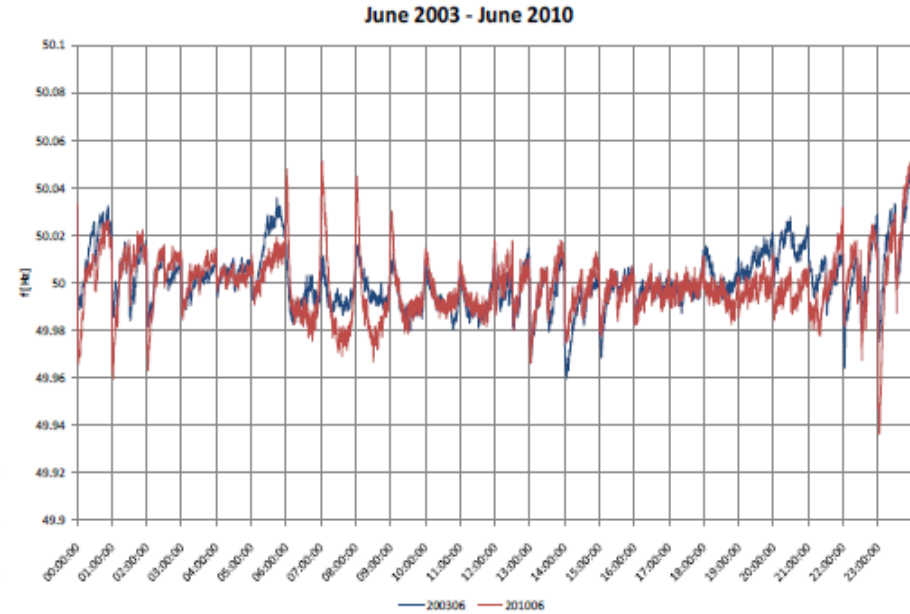
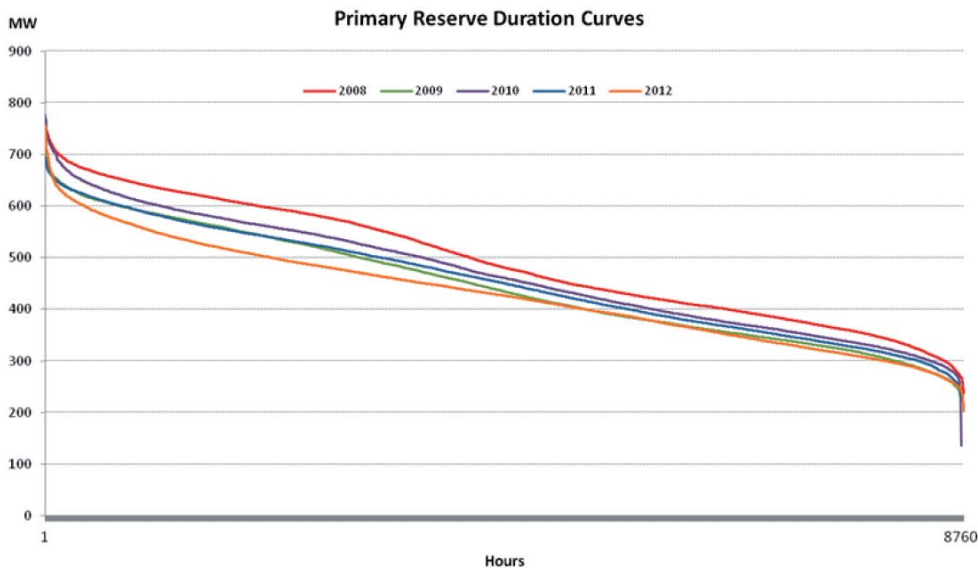
OFGEM: programma sperimentale Enhanced Frequency Control (EFR), vincolato a tempi di risposta molto rapidi (1 s vs 15 s per primaria f/p).

Prima asta del servizio: aggiudicati al miglior offerente 200 MW di banda (cfr capacità) ad un prezzo garantito per 4 anni

Provider Name	Site Location/Name	Provider Type	Enhanced Response (MW)	Estimated Start Date	Total Cost of tender £m	Average price of tender £/MW of EFR/ h
EDF Energy Renewables	T_WBURB-4	Storage	49	dic-17	12,035	7
Vattenfall	Pen Y Cymoedd	Storage	22	apr-17	5,749	7,45
Low Carbon	Cleator	Storage	10	dic-17	2,681	7,94
Low Carbon	Glassenbury	Storage	40	mar-18	12,668	9,38
E.ON UK	Sheffield, S9 1HF/ Blackburn Meadows	Storage	10	nov-17	3,891	11,09
Element Power	TESS	Storage	25	feb-18	10,079	11,49
RES	RESEFR7-PT	Storage	35	feb-18	14,651	11,93
Belectric	Nevendon	Storage	10	ott-17	4,200	11,97

Evoluzioni in essere nel sistema Italia

Il *problema* della stabilità della frequenza è noto a livello internazionale, come diverse volte evidenziato da ENTSO-e

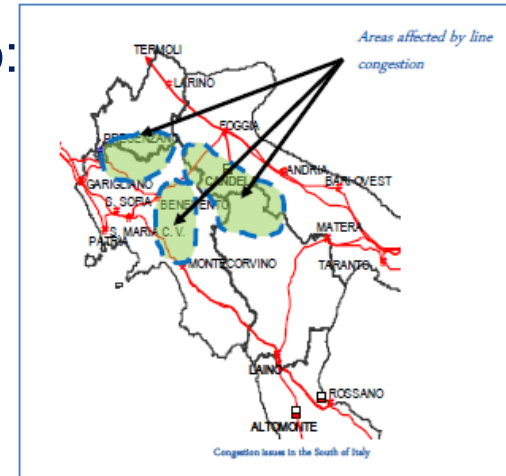


Anche a livello nazionale, si sta assistendo ad una progressiva riduzione delle risorse di regolazione primaria

Il percorso italiano: progetti pilota di TERNA; le norme CEI di connessione

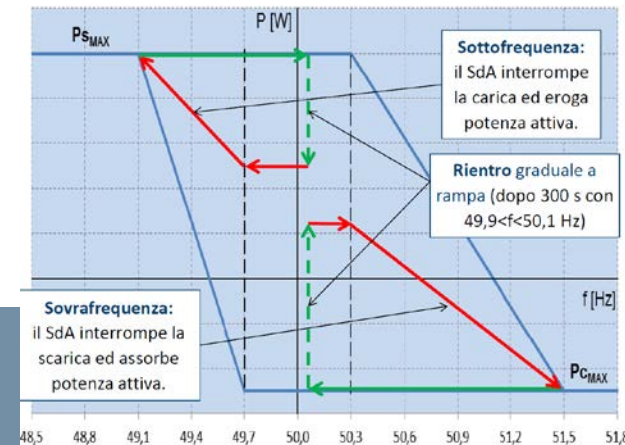
TERNI ha in corso i Progetti Pilota sui sistemi di accumulo:

- Sperimentazioni Energy: Dlgs 93/11, Delibera 288/12
 - Risolvere congestioni sulla rete AT per evitare MPE
- Sperimentazioni Power: Piano di difesa, Delibera 43/13
 - Supporto alla stabilità di rete sulle isole maggiori
- Servono (inter alia) a coprire la distanza tra le funzioni di cui gli accumuli sono capaci...
...e i risultati pratici ottenibili in campo su scala reale

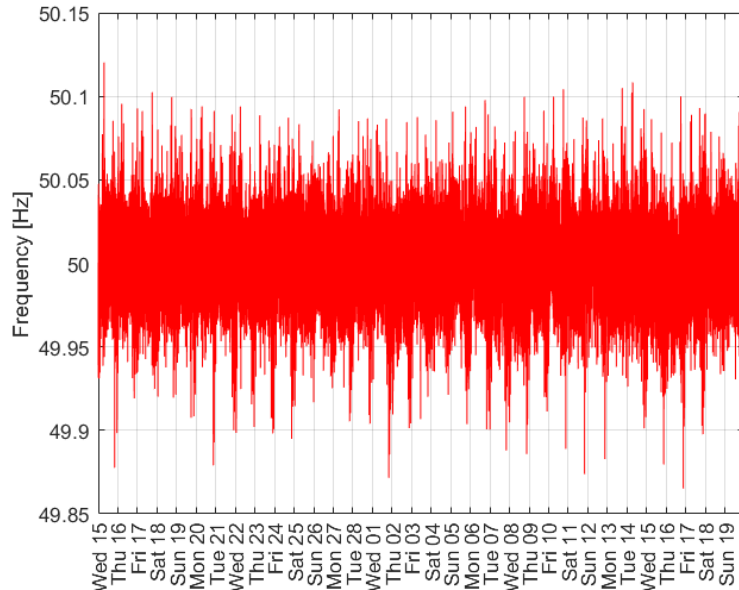


Il CEI (CT 316; CT120), su impulso dell'Autorità, ha incluso gli accumuli nelle norme di connessione (CEI 0-16; CEI 0-21)

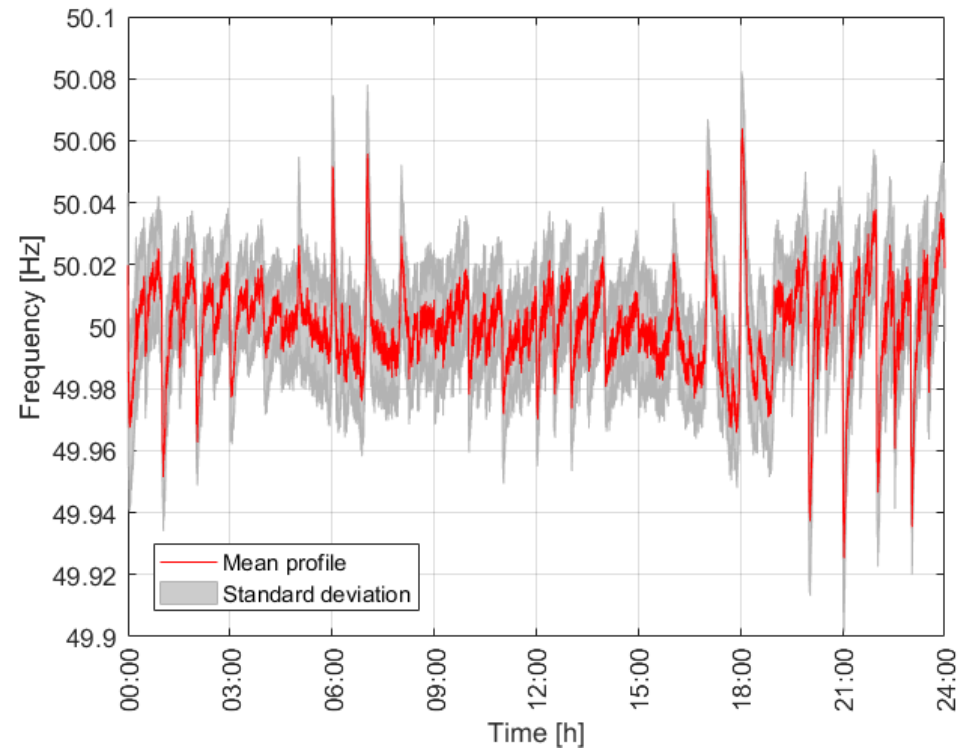
- piccola scala per uso behind the meter (autoconsumo; peak shaving)
- stabiliti obblighi minimi di servizi di rete



La frequenza sul sistema Italiano (misurata su una rete di bassa tensione)

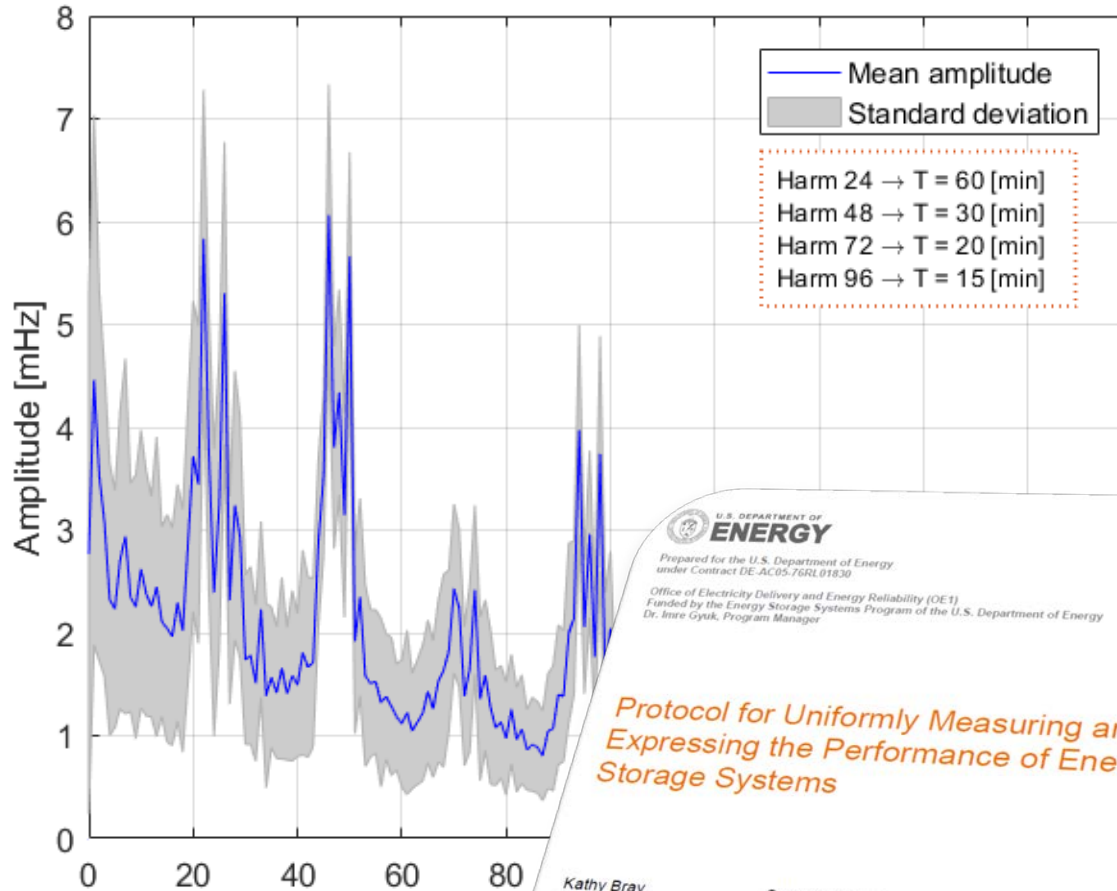


Misure di laboratorio su 30 gg eseguite presso Politecnico di Milano, **IoT lab**

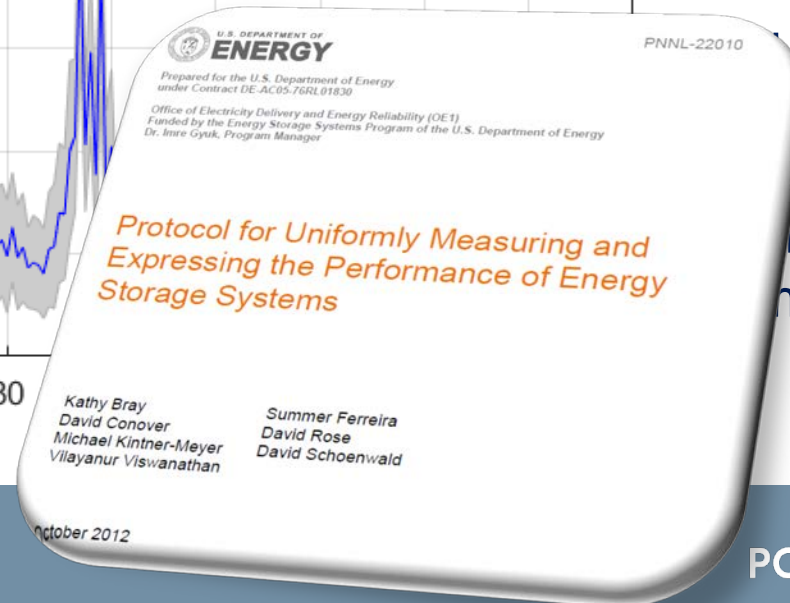


Come noto il segnale ha una natura fortemente stocastica. Per analizzare «univocamente» le performance dei sistemi di accumulo in regolazione serve riferirsi ad un segnale standard.

La frequenza elettrica sul sistema Italiano



Tramite opportune tecniche matematiche si è decomposto il segnale così da identificare una «giornata tipo», rispetto alla quale sono riferite tutte le simulazioni seguenti.



risultati della composizione mostrano forte correlazione con il timing del mercato elettrico.

Il problema della misura delle prestazioni

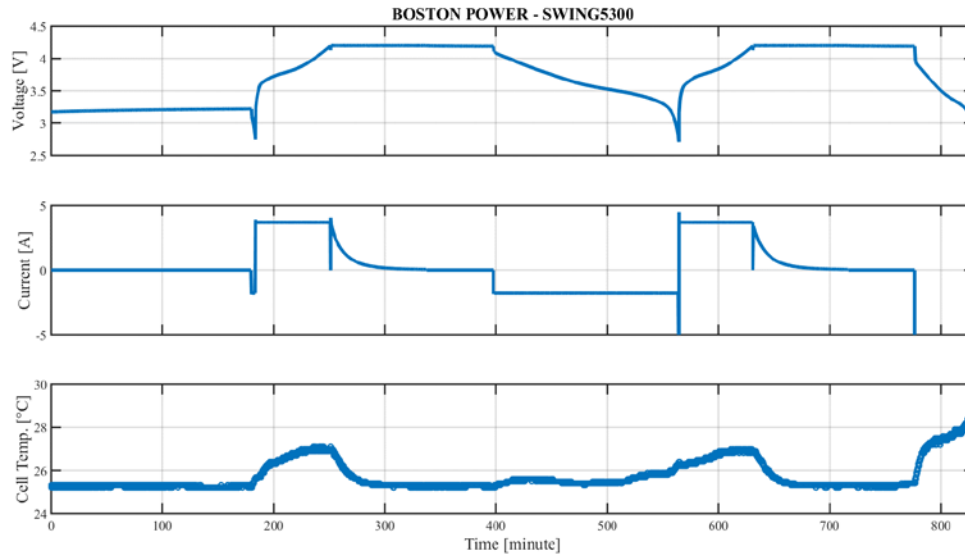


Nell'ambito di una cooperazione con *BFH-CSEM Energy Storage Research Center*, sono state sviluppate prove di laboratorio su celle acquistate sul mercato

Obiettivi:

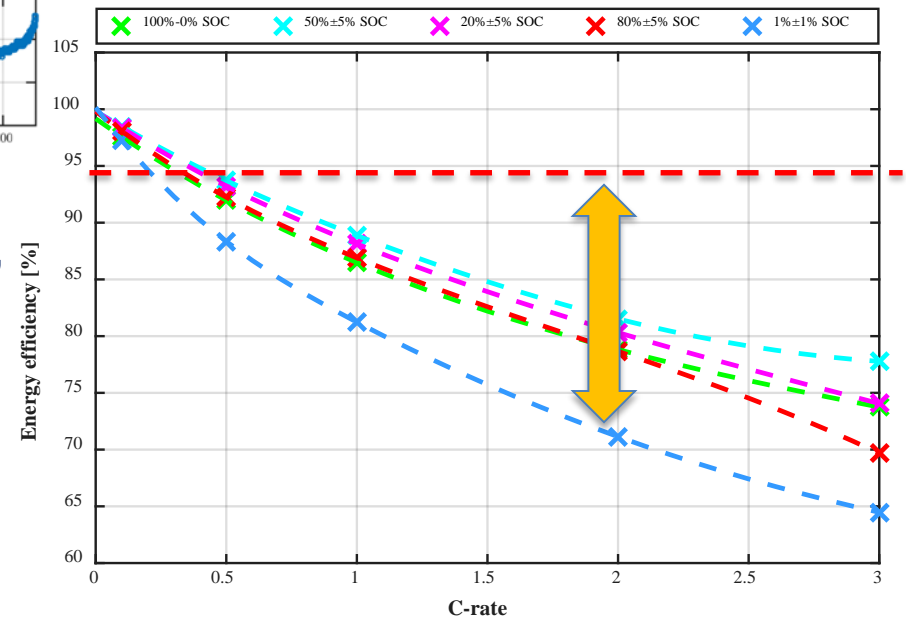
1. Misura delle prestazioni (energy, power, efficiency)
2. Test su applicazioni “reali”
(regolazione di frequenza, accoppiamento a FRNP)
3. Misura delle prestazioni dinamiche

Il problema della misura delle prestazioni

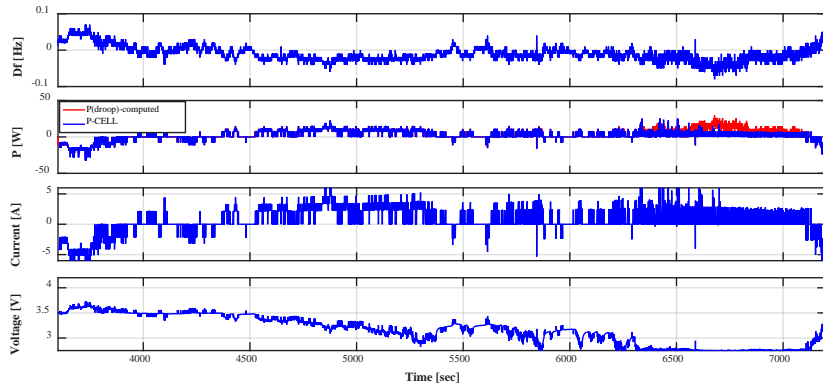


Ad oggi l'unico standard «completo» per la misura delle prestazioni delle celle (IEC-62660-1) si riferisce ad applicazioni automotive

A banco prova, per diverse tipologie di celle, ben si evidenzia come le reali performance sono fortemente correlate con il modo d'uso del sistema di accumulo in regolazione



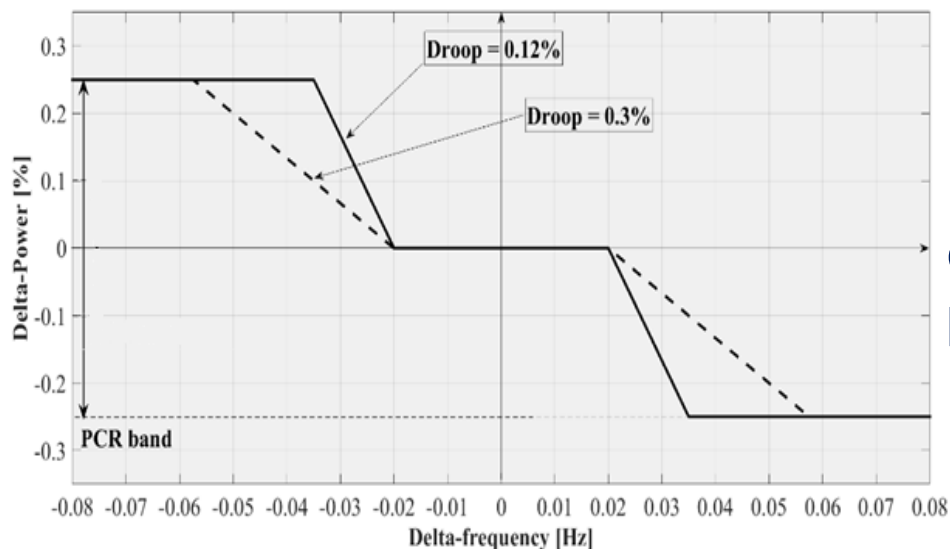
Il problema della misura delle prestazioni



Riproducendo «realisticamente» il servizio di regolazione della frequenza, si evidenziano prestazioni fortemente correlate con i parametri della regolazione stessa

TEST				Efficiency measured		Cycles	Availability
C-rate MAX	C-rate AVERAGE	SOC MIN	SOC MAX	@ 25°C	@ 0°C	@ 25°C	@ 25°C
0.5C	0.13	0%	100%	97.92%	-	1.29*E _n	100.00%
1C	0.26	0%	100%	96.15%	93.01%	2.58*E _n	100.00%
1C	0.23	20%	80%	96.16%	95.74%	2.32*E _n	92.14%
2C	0.47	0%	100%	91.24%	86,19%	4.55*E _n	92.01%
2C	0.36	20%	80%	94.86%	93.12%	3.58*E _n	80.10%
3C	0.62	0%	100%	88.00%	-	6.04*E _n	86.29%
3C	0.46	20%	80%	93.38%	-	4.66*E _n	76.84%

Ottimizzazione delle prestazioni: overfulfilment per maggiore disponibilità



L'utilizzo del SdA ai fini della regolazione f/p implica perdite (legate ai rendimenti degli apparati) che comportano un fenomeno di progressiva «scarica» dei SdA.

Adottare/consentire a livello normativo uno statismo variabile consentirebbe di avere un adeguato servizio verso la rete elettrica e, al contempo...
...di ridurre ad 1/3 (secondo i modelli presentati nel Libro Bianco)
le problematiche di «scarica» dei SdA

Qualche idea...

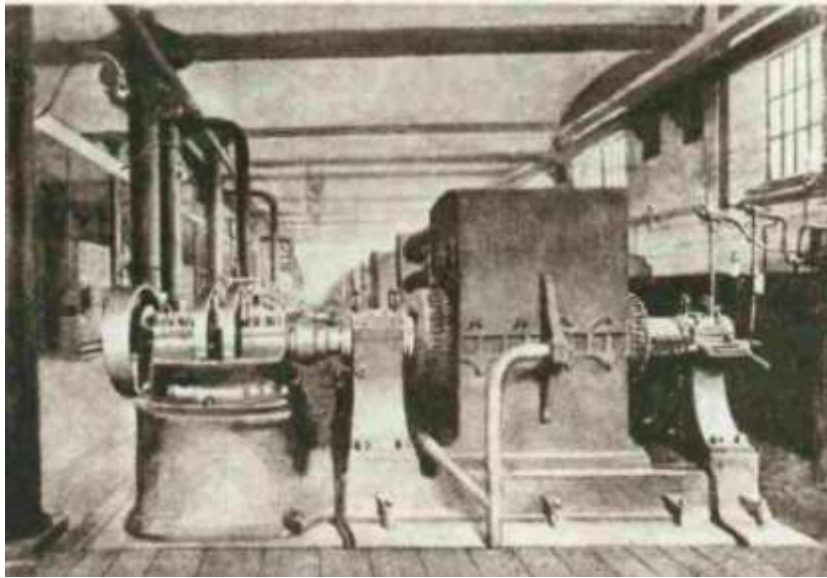
I sistemi di accumulo: nuovi apparati ad “alte prestazioni”

L'evoluzione tecnologica è in corso, con alcuni study case già concreti

Due idee su cui si potrebbe lavorare:

- A livello di regolazione: la separazione dei servizi di dispacciamento, e la definizione di servizi ancillari “evoluti” utili alla sicurezza della rete, (DCO 298/16 → 300/2017/R/eel) potrebbe evidenziare nuove esigenze ... rispetto alle quali i SdA potrebbero essere la “nuova” risorsa
- A livello normativo/tecnico, anche sulla base degli esperimenti in essere, servono norme utili alla misura univoca, e quindi al confronto, delle prestazioni di diversi sistemi SdA nell'erogazione dei servizi

Disegnare i prossimi passi ... ricordando quelli passati

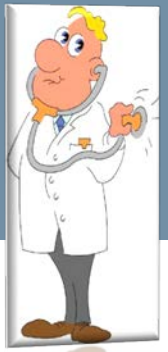


1883: Centrale di Santa Radegonda

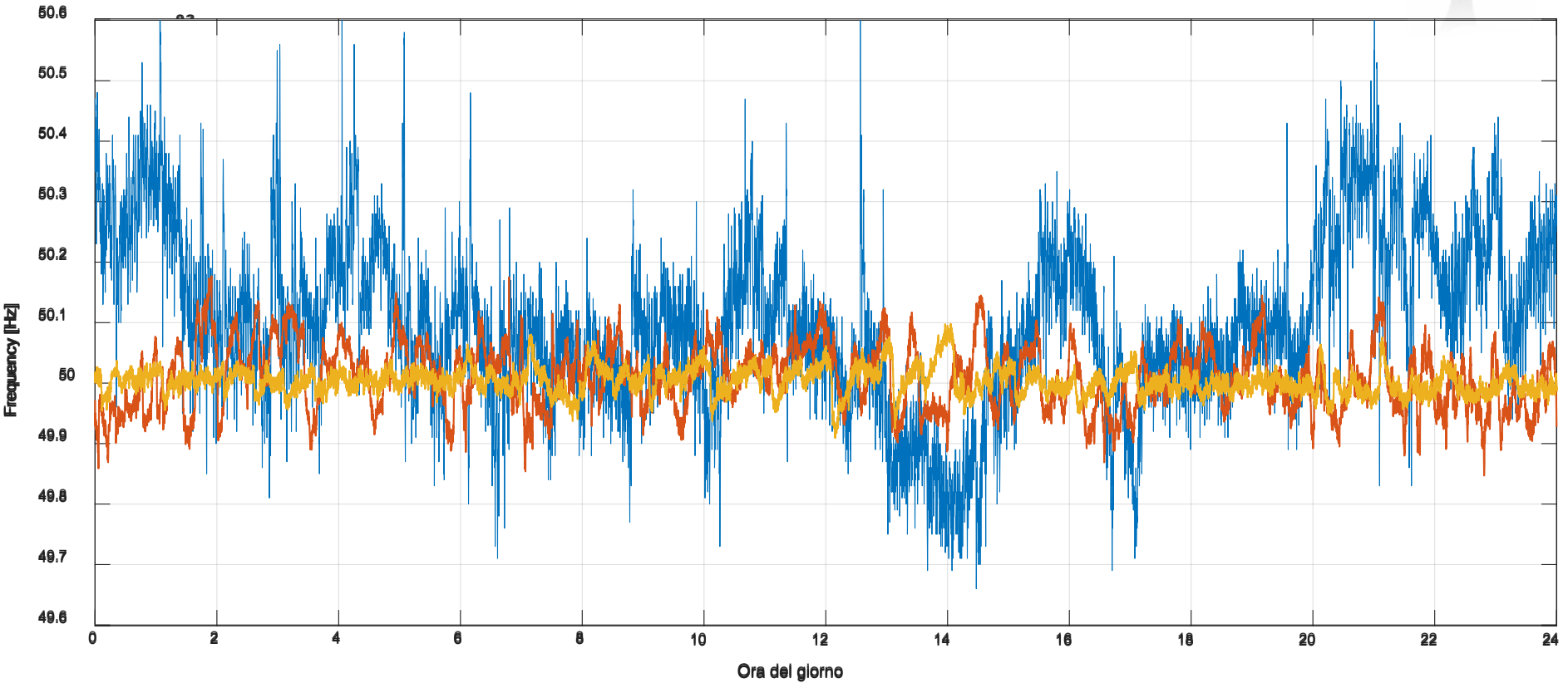


1898: «nei locali di Santa Radegonda venne installata una batteria di accumulatori al piombo per evitare accensioni troppo frequenti della centrale termoelettrica»

... aperti al confronto internazionale



A livello teorico sarebbe utile avere un «termometro obiettivo».



GUSEE

GRUPPO UNIVERSITARIO
SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA

Home

▼ Chi Siamo

▼ Unità

Eventi

Link Utili

Rubrica

Riunione GUSEE 2

Nome utente

Password

Ricordami

Accedi

▸ Accesso dimenticato?

▸ Registrati



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ENERGIA

marco.merlo@polimi.it

davide.falabretti@polimi.it

maurizio.delfanti@polimi.it