

SISTEMI ELETTRICI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA – 9 CFU LM

Barelli (72 ore)

1) IMPATTI DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA SULLE RETI ELETTRICHE

Analisi dello scenario europeo implementativo della transizione energetica (ad es. tramite analisi andamento fattori emissivi per il settore power generation e altri dati/banche dati di riferimento). Analisi del panorama italiano ed europeo in riferimento ai dati correnti di generazione elettrica, anche al fine di evidenziare le caratteristiche di variabilità e fluttuazione sulle diverse scale temporali dei profili di generazione elettrici da rinnovabile per fonte e per area geografica.

Richiamo delle metodiche per la regolazione delle reti elettriche e analisi delle criticità inerenti all'incremento progressivo dello share di fonti fluttuanti e intermittenti. Transizione architettura sistema elettrico. Analisi del ruolo dell'accumulo dell'energia sulle varie scale temporali nell'ambito della transizione energetica (servizi di supporto alla rete, servizio energy), corrente stato implementativo e tendenze attese.

2) ASPETTI ELETTRICI IMPIANTI DA FONTE RINNOVABILE E LORO INTERCONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA: FOCUS IMPIANTI PV ED EOLICI

Aspetti elettrici degli impianti fotovoltaici: cella fotovoltaica, caratteristica I-V, elementi di impianti, funzionamento a potenza massima, sistemi fotovoltaici indipendenti, ibridi e connessi alla rete, configurazioni sistemi (MTTP, condizionamento potenza, convertitori).

Aspetti elettrici degli Impianti eolici: classificazione generatori e relative curve caratteristiche; architettura elettrica di interconnessione alla rete (macchine elettriche, convertitori impiegati e relative tipologie di integrazione) di generatori eolici con funzionamento a velocità costante e a velocità variabile; controllo di sistemi a velocità costante e variabile, connessione alla rete elettriche di centrali eoliche.

3) ACCUMULO DELL'ENERGIA

Presentazione del portafoglio di tecnologie, classificate per forma in cui l'energia viene accumulata, e panoramica dei relativi range in termini di KPI tecnico-economici, potenze/capacità installate, densità di energia massica e volumetrica, tempi di scarica, applicazioni tipiche.

ACCUMULO SU CHIMICO – IDROGENO, tecnologie dell'idrogeno, VETTORI DENSI DI ENERGIA

Accumulo su chimico con particolare riferimento all'utilizzo del vettore idrogeno. Presentazione quadro delle tecnologie dell'idrogeno (produzione/conversione elettrochimica, accumulo) esistenti al fine di caratterizzare i KPIs di tale strategia di accumulo di elettricità rinnovabile e analizzarne il potenziale impatto di integrazione sul sistema elettrico.

Utilizzo di vettori energetici densi (es. metalli reattivi) per accumulo su vettore chimico.

TECNOLOGIE DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO: BATTERIE

Principio di funzionamento, classificazione batterie primarie e secondarie, parametri prestazionali (capacità, C-rate, efficienza coulombica, efficienza di voltaggio, efficienza energetica, curva tensione - SOC ed effetto della C-rate e della temperatura, curva cycle-to-failure ed effetto della profondità di scarica). Capacità di interpretazione di un datasheet di un prodotto commerciale.

Descrizione delle principali tecnologie commerciali di batterie chiuse. Direzioni di sviluppo delle tecnologie. Degrado nelle batterie e metodi di valutazione dello stato di salute e stima della vita utile.

Batterie aperte: principio di funzionamento. Descrizione delle principali tecnologie di batterie a flusso e relative caratteristiche. Direzioni di sviluppo delle tecnologie. Analisi delle principali caratteristiche in termini di KPI tecno-economici tra batterie a flusso e batterie chiuse.

TECNOLOGIE DI ACCUMULO: SUPERCAPACITORI

Supercapacitori: Principio di funzionamento, tecnologie e relative caratteristiche tecniche, scenari applicativi

TECNOLOGIE DI ACCUMULO MECCANICO POTENZIALE

Introduzione a Impianti PHES (pumped hydro energy systems) e Impianti CAES (compressed air energy systems): tipologie macchine, layout impianti, parametri prestazionali, applicazioni "rivedere aderenza ai temi del corso..."

TECNOLOGIE DI ACCUMULO MECCANICO (EN. CINETICA)

Volani meccanici e magnetici: principio di funzionamento, materiali, componenti, macchine elettriche, impianti ausiliari, KPIs, applicazioni.

RICHIAMI DI FONDAMENTI DI AUTOMATICA

SISTEMI IBRIDI DI ACCUMULO DELL'ENERGIA (HESS)

Concetto di ibridazione tra tecnologie power intensive and energy intensive, incremento vita utile batterie integrate in HESS, strategie di gestione della potenza

4) METRICHE PER ANALISI ECONOMICA

Introduzione metriche per analisi economica di impianti di generazione da rinnovabile (anche con integrato accumulo) e di sistemi di accumulo dell'energia: LCOE, LCOS. Applicazione a un caso applicativo di studio

5) PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DI CASI APPLICATIVI