

SISTEMI ELETTRICI PER LA TRANSIZIONE ENERGETICA – 9 CFU LM

Barelli (72 ore)

CLEAN ENERGY TRANSITION

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 in riferimento ai dati correnti di generazione elettrica e cogenerazione.

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, corrente stato implementativo e tendenze attese

IMPIANTI DA FONTE RINNOVABILE E LORO INTERCONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA: FOCUS IMPIANTI PV ED EOLICI

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).

Impianti eolici: generatori a asse orizzontale e verticale, curve caratteristiche, funzionamento a velocità costante e velocità variabile,

Impianti eolici: controllo di sistemi a velocità costante e variabile, macchine elettriche impiegate e relative tipologie di connessione, connessione alla rete elettriche di centrali eoliche

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 tecno-economici, potenze installate, tempi di scarica, applicazioni tipiche.

ACCUMULO SU CHIMICO - IDROGENO E VETTORI DENSII DI ENERGIA

Accumulo su chimico con particolare riferimento all'accumulo utilizzando idrogeno. Presentazione del ciclo dell'idrogeno e del quadro delle tecnologie esistenti per produzione, accumulo e conversione in energia elettrica.

Analisi di scenario: effetto della densità energetica volumetrica di innovativi vettori energetici solidi, complementari all'idrogeno, per l'accumulo dell'energia long-term (stagionale)

Utilizzo dei metalli reattivi quali vettori energetici per accumulo su vettore chimico (con particolare riferimento all'alluminio) in applicazioni Power-to-power

ACCUMULO SU CHIMICO - TECNOLOGIE DELL'IDROGENO

Tecnologie per la conversione elettrochimica dell'idrogeno in elettricità.

Fuel cell: principio di funzionamento, potenziale ideale standard, legge di Nerst, perdite di tensione e valutazione del potenziale reale, curva di polarizzazione V-j, curva densità di potenza in funzione della densità di corrente, coefficienti di utilizzo dei reagenti, efficienza di conversione.

Classificazione tecnologie fuel cell in base al tipo di elettrolita (ione condotto) e della temperatura e relative reazioni redox.

Discussione del principio di funzionamento, materiali integrati, reazioni redox, principali caratteristiche in termini di efficienza, fuel tolerance, maturità tecnologica, limiti nelle modalità operative e applicazioni tipiche per alcune specifiche tecnologie (PEMFC, SOFC, MCFC).

Presentazione delle tecnologie esistenti per la produzione di idrogeno. Analisi di dettaglio delle principali tecnologie di produzione dell'idrogeno per via elettrochimica. Presentazione delle altre tecnologie.

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

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

Fondamenti di teoria dei sistemi: modelli di sistema, trasformata di Laplace - anti trasformata - FDT, risposta dei sistemi del 1 e 2 ordine al gradino - identificazione sperimentale di sistema.

controlli: fondamenti di teoria del controllo, controllori PID

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

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

PRESENTAZIONE E DISCUSSIONE DI CASI APPLICATIVI

Integrazione sistema accumulo dell'energia a generatore eolica di grande taglia:

- dimensionamento sistema ibrido volano batteria e sviluppo strategia di power management basata su algoritmo stocastico SPSA
- verifica della robustezza del power management sviluppato attraverso implementazione dello stesso alla gestione di un sistema
- analisi economica del generatore eolico con integrato sistema ibrido di accumulo dell'energia

Integrazione sistema accumulo dell'energia a generatore da moto ondoso di grande taglia:

- dimensionamento sistema ibrido (supercap batteria) e sviluppo strategia di power management

Integrazione accumulo ibrido volano-batteria in micro-grid con produzione rinnovabile PV.

Analisi dinamica della micro-grid (con integrato PV e accumulo ibrido) volta alla valutazione della riduzione delle fluttuazioni all'interfaccia con la rete elettrica e alla valutazione della potenziale estensione della vita della batteria grazie all'ibridazione con volano.

Analisi tecno-economica comparativa di diversi sistemi di accumulo ibridi e non dimensionati per la stessa applicazione stazionaria (micro-grid in isola o debolmente connessa alla rete elettrica)