

UNIVERSITA' DELLE TRE ETA' GIAVENO

CORSO D'IMPIANTI ELETTRICI .

Accumulo dell'energia . Modi e tipi . Accumulo elettrico . Nuove prospettive.

LEZIONE 3

Dopo aver trattato la produzione ed il trasporto ci soffermiamo a trattare il problema dell'accumulo elettrico.

ACCUMULO IN GENERALE. VARI ASPETTI E SOLUZIONI.

Nella prima e seconda lezione abbiamo trattato della produzione elettrica e del trasporto a grandi, medie e piccole distanze. Affrontiamo in questa lezione il problema dell'accumulo dell'energia in forma elettrica nato con l'applicazione su vasta scala degli impianti di produzione distribuita.

L'accumulo di energia può essere fatto in molti modi in base alla forma che si sta utilizzando. In meccanica per esempio il caricamento di una molla spirale per poi mettere in moto un meccanismo è già un modo di accumulare energia muscolare usata nel caricamento. Nei bacini idroelettrici è molto evidente ed importante il recupero dell'acqua per la tipologia stessa dell'impianto. Come si è visto nelle lezioni precedenti in un bacino artificiale mediante una diga di sbarramento si accumula l'acqua di scorrimento dei fiumi ad alte quote , successivamente quest'acqua attraverso condotte forzate viene fatta scorrere entro delle turbine idrauliche per produrre corrente elettrica . Nel tempo il livello del bacino si abbassa ed in breve esaurendosi la disponibilità di acqua l'impianto rimarrebbe fermo, anche per lunghi periodi. Per ovviare a questo problema l'acqua di caduta dopo aver attraversato le turbine viene convogliata in bacini di raccolta a valle della centrale di produzione. Di questa gran parte viene pompata e rinviata al bacino principale per

essere nuovamente impiegata. Questa operazione è fatta nelle ore notturne quando la richiesta di energia elettrica dall'utenza è minima ed il valore economico è basso rispetto al valore diurno. Per la stessa tipologia costruttiva le centrali idroelettriche funzionano da volano di soccorso alla rete quando la richiesta è alta, mentre vengono fermate quando la richiesta della rete è bassa. Il nucleo centrale della produzione di energia elettrica è operato dalle centrali termo elettriche a combustione di materiale solido, liquido, gassoso perché l'avvio di una caldaia per la produzione di vapore richiede del tempo e non può essere accesa o spenta in tempi brevi.

Le batterie di accumulo.

Negli usi correnti l'accumulo di energia elettrica è fatto mediante le proprietà elettrochimiche di determinati materiali.



Il primo sistema di accumulo che diede risultati pratici eccellenti fu l'invenzione dell'accumulatore al piombo-acido. L'elemento base è la cella unitaria o cella galvanica, formata da un contenitore di materiale isolante resistente alla corrosione da acido. Questo contenitore è riempito di una soluzione di acqua ed acido solforico, la cui densità è tra 1,21 e 1,26 rispetto

all'acqua pura che è 1,00, entro cui sono inseriti gli elettrodi per fungere da polo positivo e polo negativo di piombo metallico. Nella soluzione l'acido solforico, in chimica H₂SO₄, si scompone in ioni H⁺ e ioni SO₄⁻. In fase di prima carica avviene che il piombo collegato al polo positivo viene ossidato in ossido di piombo ed una parte del metallo piombo si combina

in solfato di piombo e trasportato dalla corrente sul polo negativo . Qui il piombo metallico viene depositato sull'elettrodo collegato al polo negativo. In questa fase viene liberato idrogeno gassoso , gli elettroni prelevati dal polo positivo vengono ceduti al polo negativo dalla corrente di ioni entro la soluzione e ritornano nel circuito esterno di alimentazione . Esaurita la quantità di piombo metallico libero sul polo positivo la fase di carica cessa e la cella scollegata al circuito elettrico rimane inerte.

Collegando la cella ad un circuito elettrico esterno avviene la fase di scarica . Gli elettroni vengono ceduti all'esterno dal polo positivo e dal polo negativo vengono richiamati al circuito di ritorno . All'interno della soluzione la corrente ionica ricompone il piombo metallico sulla piastra positiva sottraendola al polo negativo mediante gli ioni solforico , il resto viene ridotto da ossido di piombo a piombo con liberazione di ossigeno gassoso . Normalmente l'idrogeno e l'ossigeno si ricompongono in acqua all'interno della soluzione ,ma non del tutto . Nel tempo il livello di liquido si abbassa e necessita di essere rabboccato .



La cella unitaria piombo-acido fornisce una tensione elettrica di 2,2 V in corrente continua . L'energia immagazzinata viene espressa in Ah , ampere-ora , che significa la quantità di corrente che è possibile far circolare nella cella in 1 ora . Esempio 7 Ah significa che può circolare una corrente del valore di 1 A per 7 ore , oppure una corrente del valore di 7 A per 1 ora . Nell'esempio avremo una potenza elettrica di 15,4 W ed una energia di 15,4 Wh. Costruttivamente all'interno della cella gli elettrodi sono costruiti in piastre sottili intercalate tra positive e negative . Il valore di 2,2 V non trova applicazioni pratiche per cui più celle vengono

assemblate insieme e collegate in serie per fornire 6,6 V con 3 celle; 13,2 V con 6 celle ecc... La batteria al piombo per economicità e rapporto carica accumulata-peso ha trovato impiego su vasta scala e nel tempo sono migliorate le particolarità costruttive per aumentarne sempre di più le prestazioni . Oggi le batterie al piombo in uso sono a elettrolita liquido , elettrolita in gel , elettrolita AGM . Quelle a liquido sono del tipo a rabbocco ed a chiusura stagna senza manutenzione e necessitano una posizione statica e possono essere anche di grandi dimensioni. Quelle a gel, sono per piccole applicazioni e di piccole dimensioni e possono essere posate in qualunque posizione ed allocate in contenitori chiusi . Le batterie AGM l'elettrolita è chiuso in materiale di fibra di vetro e permette la ricombinazione dell'ossigeno ed idrogeno in acqua con limitato consumo nel tempo . Le batterie al piombo hanno purtroppo una limitata efficienza elettrica rispetto all'energia spesa per ricaricarle ,intorno all' 80-85 % . Soffrono se vengono sottoposte a cicli di carica e scarica con correnti elevate con stress termico e produzione di gas idrogeno ed ossigeno che non ricombinandosi ne aumentano la pressione interna fino a provocare lesioni al contenitore con perdita di liquido . La batteria al piombo-acido preferisce piccole correnti di carica per molte ore , dalle 10,20,40 ore secondo la grandezza .



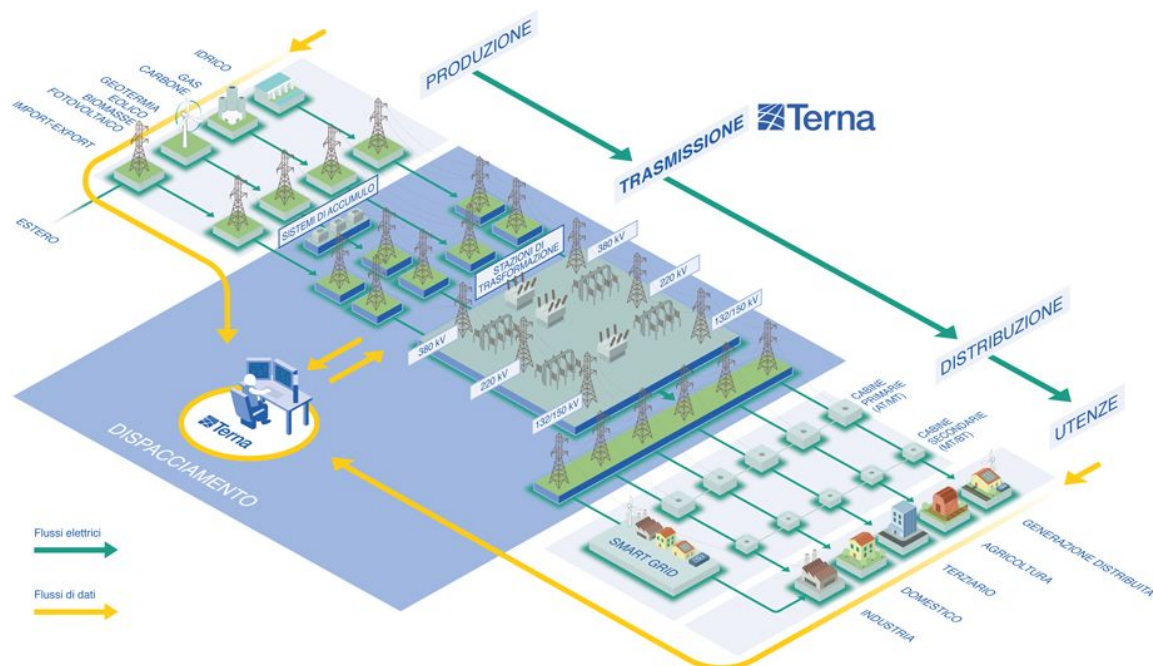
Nella etichetta della batteria troviamo scritto il valore della tensione elettrica 6 V, 12V, 48 V ecc... ,il valore della quantità di carica 7 Ah, 24 Ah, 45 Ah,70 Ah, 120 Ah , importante è il C 10, C 20, C 40 che sta a significare

il tempo in ore che la batteria può fornire un valore di corrente in continuo prima che la tensione scenda sotto i 10,5 V , valore per il quale la batteria è considerata scarica . Una batteria di 100 Ah C 20 ,ad esempio , può fornire in continuità 5 A per 20 ore prima che venga considerata scarica. Altro parametro che viene tenuto in considerazione è la profondità di carica e scarica e quante volte possono essere effettuate . Una batteria al piombo ha circa 80 % efficienza ed il numero di cicli di carica e scarica sono dichiarati dal costruttore . Se ben usate le batterie al piombo hanno una vita operativa di 10 anni circa. Nel tempo altri materiali e tipi di batterie sono state costruite per migliorare le prestazioni.

Le batterie al Ni-Cd (nichel-cadmio) che hanno migliorato le prestazioni in termini di peso in rapporto alla quantità di carica ,efficienza e cicli di carica e scarica . La tensione elettrica della cella è di 1,2 V ed hanno trovato applicazione per alimentare strumenti ed attrezzature portatili . Purtroppo hanno presentato il difetto dell'effetto memoria . Cioè quando il livello di scarica scendeva anche al 20 % una volta ricaricate non fornivano il 100 % della carica contenuta ma solo l'80 % e via via sempre di meno . L'accorgimento trovato per ripristinarne le prestazioni fu la rigenerazione con particolari apparecchi di ricarica che operando 5 o 10 cicli di carica e scarica si riusciva a ripristinare le prestazioni originarie . Per la tossicità del cadmio sulla salute umana e l'ambiente , queste batterie sono state abbandonate .

Le batterie a Li Mh , litio ioni metallici , sono le batteriche che hanno dato le migliori prestazioni in termini di peso ,quantità di carica , cicli di carica e scarica e profondità di carica del 95- 99 % . Trovano la più vasta applicazione in tutti i campi dove è richiesto un accumulo efficiente , piccoli apparecchi , telefoni cellulari , sistemi radio portatili , accumulo fotovoltaico , eolico , veicoli elettrici. Sono il miglior sistema attualmente disponibile sul mercato . Unico problema è il costo piuttosto elevato

rispetto alla batteria al piombo , se queste hanno un costo finale di 1,5 €/Ah le batterie al LiMh hanno un costo di 8-9 €/Ah . Nel grossi complessi di accumulo è evidente che volendo usare esclusivamente batterie al LiMh il costo è circa 10 volte maggiore per cui occorrerà ben valutare le condizioni effettive di esercizio , scarica e carica profonda, numero di cicli di carica , manutenzione , reperibilità dei ricambi , smaltimento dei rifiuti . Oggi nelle applicazioni di piccola taglia e domestica per il contenimento dell'ingombro e strutture di stoccaggio l'accumulo con batterie al LiMh è il più indicato e proposto dai fornitori . Nei grandi complessi in aiuto alle esigenze della rete di distribuzione l'accumulo con batterie stazionarie al piombo del tipo OpzN , trova vasta preferenza .



Schema della struttura del sistema elettrico nazionale -

Nello schema di rete di trasporto in AT il sistema di accumulo lo si può individuare alla partenza della rete di distribuzione.

Veicoli elettrici .

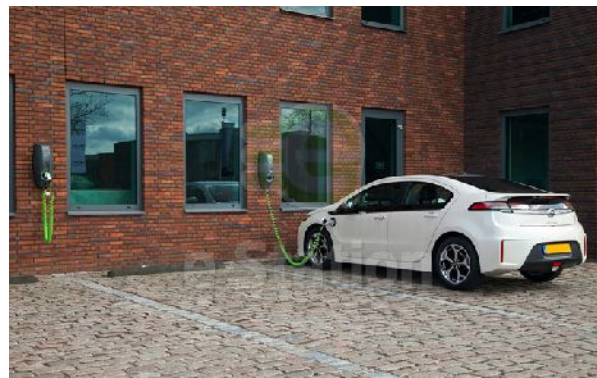
Oggi la mobilità elettrica sta avendo uno sviluppo veloce di diffusione tra gli automobilisti ed il principale problema che si pone è l'autonomia di percorrenza in termini chilometri che si possono percorrere in ogni ricarica. Non solo questo è posto dalle necessità dell'automobilista elettrico soprattutto il tempo di attesa per la ricarica completa, che si vuole sempre più breve. Queste esigenze nate dalle abitudini dell'uso dei veicoli a benzina trovano poco spazio nel campo della ricarica delle batterie dei veicoli elettrici in quanto lo stress termico ed elettrico per surriscaldamento, le reazioni chimiche che avvengono nella batteria

richiedono un certo valore di corrente addotta nella ricarica ,più è elevata e più rapida è la reazione , ma ciò pregiudica la vita stessa della batteria .

Finché la rete di stazioni di ricarica non trova vasta diffusione , al pari delle stazioni di rifornimento di carburante il problema della ricarica rapida e dell'autonomia persisterà . Attualmente i modi ammessi dalle normative per la ricarica sono 4 , come illustrato in tabella .

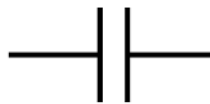
Mode 1 AC charging				Mode 2 AC charging				Mode 3 AC charging				Mode 4 DC charging		
The vehicle is connected to the private electricity distribution network by means of a simple power cord with either domestic or industrial connections (single phase or three phase). The maximum current is 16A, and safety is guaranteed with a residual current device and earthing conductors.				The connection to the vehicle is made with a dedicated cable fitted with an in-cable protection device which controls the charging process. The safety of the perimeter network is guaranteed with a residual current device and grounding.				The charging station is connected to the vehicle through dedicated connections which incorporate, in addition to the power cables, conductors to control the vehicle charging. In this mode, the charging station incorporates the output current safety and control functions.				The vehicle is charged with a DC current provided by the charging station. In this mode, the output current control and safety functions are integrated during the charging process.		
Controlled charging	Single phase power	Three phase power	Public or private places, open to third parties	Controlled charging	Single phase power	Three phase power	Public or private places, open to third parties	Controlled charging	Single phase power	Three phase power	Public or private places, open to third parties	Controlled charging	Power	Public or private places, open to third parties
NO	3,7kW	11kW	NO	YES	7kW	22kW	NO	YES	3,7kW	44kW	YES	YES	50kW	YES

In aiuto sono ammessi impianti di ricarica domestici e pubblici , a disposizione dei veicoli mediante apparecchi di ricarica fissi collegati all'impianto di casa e colonnine stradali .



Accumulo capacitivo .

In alternativa all'accumulo chimico esistono anche applicazioni promettenti di accumulo elettrostatico o capacitivo mediante batterie di condensatori. Essi offrono il vantaggio di avere un numero illimitato di cicli di carica e scarica e sono esenti dal degrado chimico dei materiali metallici presente negli accumulatori ad elettrolita. Il condensatore elettrico è formato da due piastre di materiale metallico di una certa superficie distanziate di una distanza d , con inframezzo un materiale isolante o dielettrico ,normalmente di spessore d .



simbolo grafico

La quantità di energia elettrica immagazzinata è dipende dalla capacità del condensatore e dal quadrato della tensione applicata secondo la relazione :

$$U = \frac{1}{2} * C * V^2$$

La capacità C può essere determinata costruttivamente determinando la superficie delle armature affacciate , dalla distanza tra le armature e dalla capacità di isolamento del materiale usato detto **costante dielettrica** .