

ATES

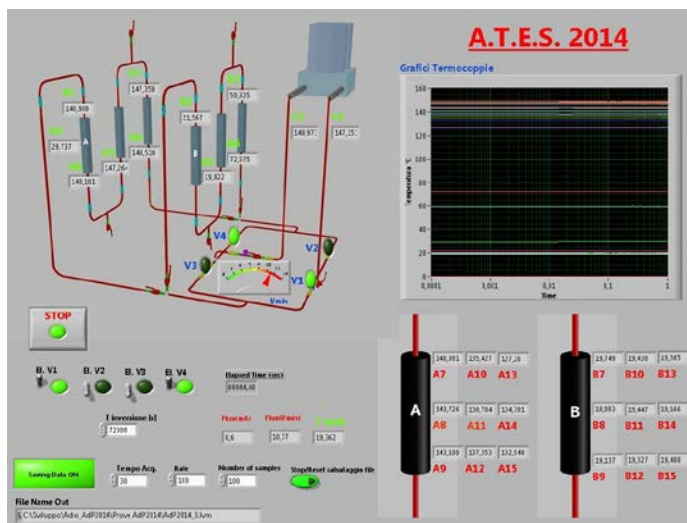
L'impianto ATES (*Advanced Thermal Energy Storage*), installato presso il Centro Ricerche ENEA Casaccia, è un'infrastruttura per lo studio e la caratterizzazione dei fenomeni di scambio termico di componenti e materiali da utilizzare in sistemi di accumulo termico. L'impianto è stato realizzato attraverso finanziamenti nazionali (Ricerca di Sistema Elettrico – Piano Annuale di Realizzazione 2013) ed europei (progetto STAGE-STE). Questa apparecchiatura è attualmente utilizzata per analizzare il comportamento di materiali a cambiamento di fase, cosiddetti PCM (*Phase Change Materials*), in un intervallo di temperatura compatibile con gli impianti solari a concentrazione CSP (*Concentrating Solar Power*), al fine di incrementare la densità di accumulo di energia sfruttando il calore latente in aggiunta a quello sensibile.



Impianto ATES nella versione con 6 serbatoi di accumulo termico

Come funziona

L'infrastruttura è costituita da uno o più serbatoi di stoccaggio termico, un sistema di circolazione che utilizza olio termico come fluido termovettore ed un impianto di riscaldamento/raffreddamento.



La circolazione dell'olio è assicurata da un riscaldatore/raffreddatore con pompa integrata, avente potenza massima di riscaldamento di circa 3 kW e di raffreddamento di 15 kW.

Attraverso un sistema di 4 valvole con attuatore elettrico l'impianto è in grado di generare una circolazione dell'olio di tipo orario, antiorario o in by-pass. In particolare, attraverso il bypass è possibile effettuare un rapido riscaldamento o raffreddamento del fluido termico da immettere alla temperatura desiderata nello scambiatore dell'accumulatore termico.

L'impianto è dotato di un sistema per il controllo delle variabili di ingresso e per l'acquisizione dei

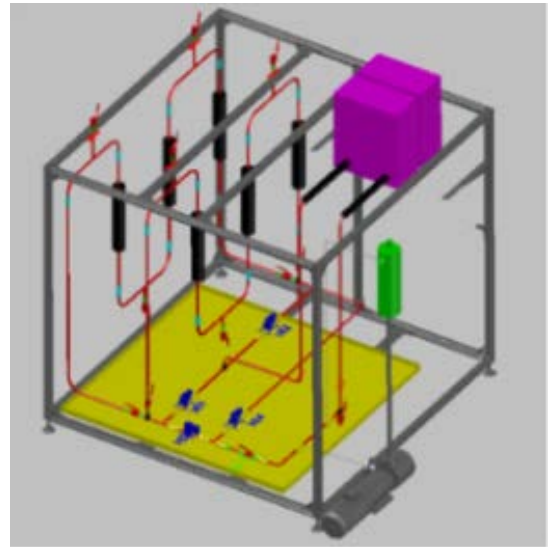
Interfaccia di controllo e acquisizione

dati, sviluppato in ambiente LabView®, che consente l'attuazione in remoto dei comandi e la visione in tempo reale dei parametri di funzionamento.

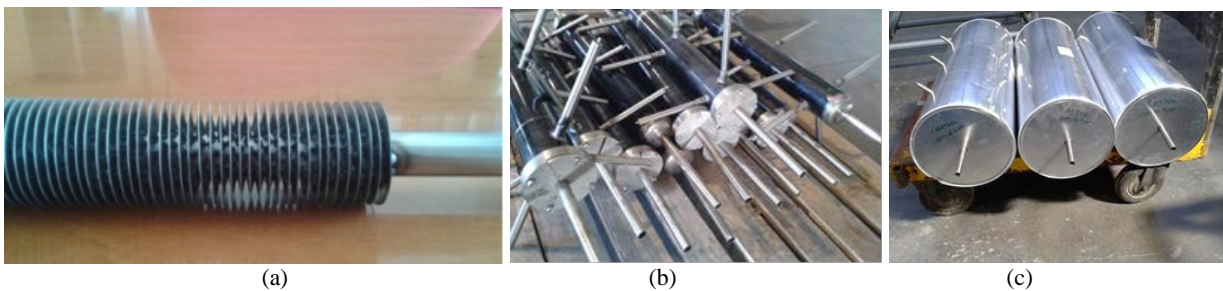
L'impianto può essere equipaggiato con 6 serbatoi da 2,7 litri (accumulatori di calore), disposti su due file e azionabili anche alternativamente per mezzo di appropriate valvole, che ospitano il PCM e ne consentono il riscaldamento e il raffreddamento mediante l'olio termico. In passate campagne sperimentali, ad esempio, alcuni serbatoi sono stati riempiti con il cosiddetto sale solare, una miscela costituita dal 60% in peso di NaNO_3 e 40% in peso di KNO_3 , mentre in altri serbatoi il sale solare è stato addizionato con l'1% in peso di nanoparticelle di $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. In tutti i casi, il contenuto dei serbatoi è riscaldato o raffreddato per contatto con un tubo, piano o alettato, posto centralmente all'interno dei serbatoi, in modo da studiare l'influenza della superficie di scambio sulle modalità di trasporto di calore. L'impianto può essere modificato utilizzando un unico accumulatore termico da circa 60 litri, equipaggiato con due scambiatori di calore tubolari interni da 6 m ciascuno, con possibilità di funzionamento in parallelo ed in serie.

Il sistema è dotato di 40 termocoppie per rilevare le temperature operative:

- all'interno del/dei serbatoio/i di contenimento dei PCM;
- a contatto della superficie di scambio;
- a contatto della parete interna ed esterna del serbatoio stesso;
- all'ingresso e in uscita del serbatoio e all'ingresso ed in uscita del riscaldatore/raffreddatore.



Schema impianto ATES



Dettaglio di componenti di ATES: (a) tubi alettati; (b) serbatoi di accumulo elementari; c) serbatoi di accumulo completi

Attività in corso

Attualmente il sistema è utilizzato per lo studio di miscele di sali solari, impiegate come materiale a cambiamento di fase, sia in presenza che in assenza di nanoparticelle. Per questa attività sono stati eseguiti diversi cicli di carico e di scarico termico nell'intervallo di temperatura 180 - 280 °C, per rilevare le prestazioni del sistema sia in corrispondenza del cambiamento di fase, sia nelle regioni di liquido e di solido. L'obiettivo principale è la valutazione delle modalità di scambio termico, i tempi di carico e scarico, l'efficienza e la durabilità dei sistemi di accumulo termico di interesse.

Attività future

Il sistema potrà essere utilizzato per la sperimentazione su altri design di componenti o di materiali per accumulo termico, a cambiamento di fase e non, aventi diverse temperature operative o particolari configurazioni (ad esempio PCM in cascata), al fine di massimizzarne le prestazioni e la densità di accumulo di energia.



Impianto Ates nella sua configurazione con un serbatoio di stoccaggio termico e scambiatore di calore integrato, contenente circa 100 kg di sali solari