



## PROGETTO HySyONE

### LABORATORIO DELL'IDROGENO



Il 5 febbraio 2005 è stato inaugurato all'ITIS "G.C.FACCIO" di Vercelli l'impianto didattico HySyONE, realizzato con la collaborazione di HySyLAB e del Politecnico di Torino. Il **Progetto HySyONE** è una iniziativa della Regione Piemonte per sensibilizzare i giovani alle problematiche energetiche e dell'ambiente e per far conoscere le nuove tecnologie legate alla filiera dell'idrogeno. L'impianto didattico comprende un generatore di idrogeno ed una cella a combustibile, mediante la quale è possibile la produzione di energia elettrica in modo "pulito" e rispettoso dell'ambiente. Il laboratorio potrà essere utilizzato da tutte le Scuole di Vercelli e provincia che sono interessate alla **Filiera dell'Idrogeno**, con l'assistenza dei docenti dell'ITIS "Faccio". Per ulteriori informazioni si prega di contattare la prof.ssa Paola Botta ([itisvc@itisvc.it](mailto:itisvc@itisvc.it)), referente del progetto.

Il materiale presente in questa parte del sito è stato gentilmente fornito dal prof. **Nerino Penazzi** del Dipartimento di Scienza dei Materiali e Ingegneria Chimica del Politecnico di Torino.

### GLI STUDENTI PRESENTANO IL LABORATORIO DELL'IDROGENO

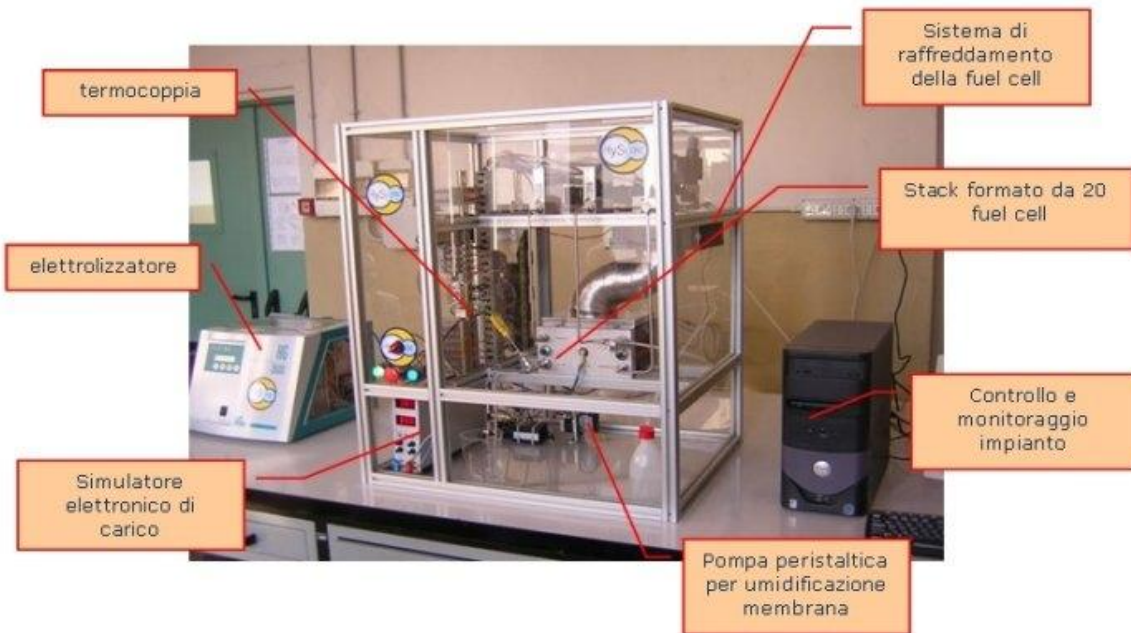
L'idrogeno: gas inodore, incolore che bruciando produce acqua, è il vettore energetico ideale. Utilizzato dalle automobili, trasforma i gas di scarico in innocuo vapor acqueo. Impiegato in impianti stazionari fornisce energia elettrica e calore a case, uffici, ospedali.

Ma come si produce? Come lo si utilizza? Quali i problemi? Per scoprire le opportunità ambientali e tecnologiche dell'idrogeno...



**PROSEGUI LA LETTURA!**

Nella immagine seguente è riportato l'impianto a idrogeno installato presso l'ITIS "Faccio" con l'indicazione dei diversi componenti.



### La termocoppia

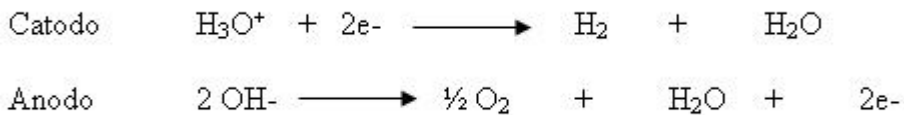
È un dispositivo elettronico in grado di misurare la temperatura dei gas in uscita dalla fuel cell. La temperatura interna della cella sarà presumibilmente un po' più elevata. Il principio di funzionamento di una termocoppia si basa sulla variazione della conducibilità elettrica dei metalli al variare della temperatura



### L'elettrolizzatore

L'elemento principale del generatore è la cella elettrolitica brevettata, che racchiude particolari elettrodi in cui avviene la reazione chimica di produzione dell'idrogeno. La cella elettrolizza l'acqua e produce idrogeno e ossigeno: mentre quest'ultimo è liberato nell'atmosfera senza pericoli, l'idrogeno scorre attraverso a una cartuccia in cui viene essiccato a un valore di punto di rugiada di  $-40^{\circ}\text{C}$ , per poi uscire dal generatore e fluire nel serbatoio. I due gas sono sempre mantenuti separati e non possono miscelarsi. L'acqua distillata, contiene ioni  $\text{H}_3\text{O}^+$  e ioni  $\text{OH}^-$  in concentrazioni pari a  $10^{-7}$  mol/l. Nella fase di assemblaggio della cella elettrolitica viene aggiunto un elettrolita alcalino all'acqua per aumentarne la conduttività.

Le reazioni che avvengono agli elettrodi sono:



La cella elettrolitica è un dispositivo elettrochimico in cui può avvenire una reazione chimica non spontanea mediante il passaggio di corrente elettrica. In questi sistemi l'energia elettrica viene trasformata in energia chimica. Nella cella elettrolitica sono presenti due elettrodi (anodo e catodo – possono essere semplici lamine metalliche) che vengono collegati con un conduttore metallico a un generatore di corrente. Il generatore non produce elettroni ma li trasferisce dall'anodo al catodo. Gli elettrodi sono immersi in una soluzione contenente elettroliti, cioè sostanze che in acqua danno ioni liberi di muoversi e trasportare corrente in un campo elettrico. Il movimento degli ioni in soluzione produce una corrente elettrica, analogamente al movimento degli elettroni in un metallo.

All'anodo avviene sempre una ossidazione: la sostanza che si ossida cede elettroni che spinti dal generatore raggiungono il catodo. Al catodo avviene la riduzione: la sostanza attiva a questo elettrodo acquista gli elettroni provenienti dal catodo e si trasforma, si riduce.



### Simulatore elettronico di carico

Questo dispositivo elettronico consente di simulare un carico, ovvero di chiedere alla fuel cell di erogare corrente secondo quanto richiesto dall'operatore. Può essere sostituito da un carico reale, come un monitor, un trenino elettrico o una lampada



### Sistema di raffreddamento della fuel cell

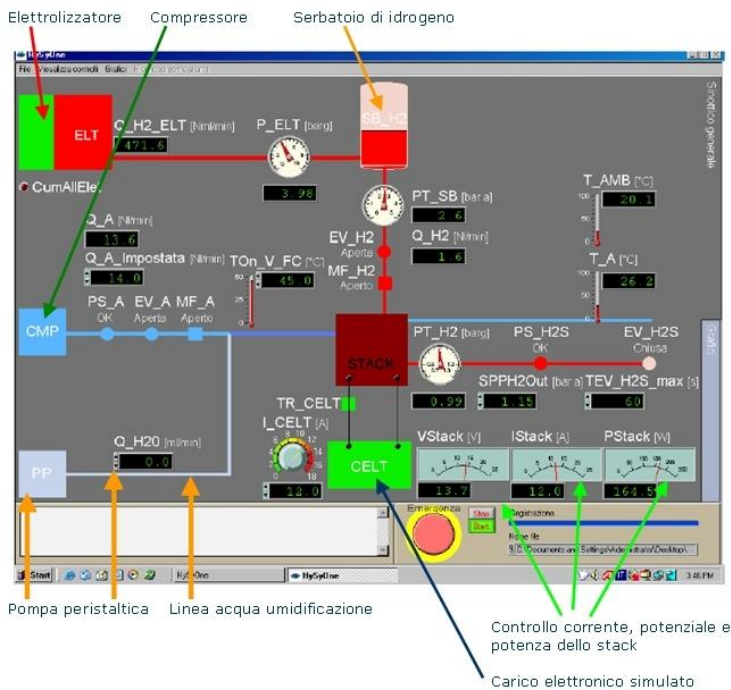
Durante il suo funzionamento la fuel cell produce calore: la reazione che avviene al suo interno (idrogeno + ossigeno<sup>®</sup> acqua) produce calore (è esotermica). L'aumento di temperatura è evidente quando la cella eroga una potenza di circa 100W o potenze superiori. Per mantenere la temperatura di lavoro in un intervallo ristretto, l'operatore può mettere in funzione un sistema di raffreddamento ad aria.



## Lo stack

Per stack si intende un insieme di fuel cell collegate tra loro in serie. La d.d.p. per una singola fuel cell è di circa 0,7 volt, ma scende a 0,5 se il carico è piuttosto elevato. Per risolvere il problema della differenza di potenziale troppo bassa, si sono unite più fuel cell tra loro attraverso l'impiego di piastre bipolari: a una piastra anodica si collega dorso a dorso una piastra catodica in modo da aumentare la superficie di contatto tra le piastre e permettere uno scambio di elettroni più efficace. L'insieme delle due piastre si chiama piastra bipolare

Il laboratorio didattico è caratterizzato da uno stack di 20 celle a combustibile a membrana polimerica Nafion® 112, piatti bipolari in grafite e catalizzatore di platino. La potenza massima è di 200 Watt. La tensione al carico massimo nominale (16,6 A) è pari a 12 VDC, circa 0,6 VDC per cella. La pressione di esercizio è di circa 1 bar. La cella è stata predisposta per funzionare con il lato idrogeno (lato anodico) in modalità dead end, cioè con l'uscita chiusa; in questo modo si garantisce un utilizzo pressoché completo del combustibile introdotto con un conseguente miglioramento del rendimento energetico del sistema e un vantaggio in termini di sicurezza. L'apertura dello spurgo del lato idrogeno (EV\_H2S) avviene ad intervalli regolari nel tempo per evitare l'accumulo di acqua all'interno dello stack. Inoltre, per non danneggiare la membrana e non comprometterne il funzionamento è necessario non superare una differenza di pressione tra anodo e catodo di 0,2 bar; questo valore è controllato automaticamente dal software che comanda le valvole di alimentazione e di spurgo sul lato idrogeno, per cui nel caso in cui questo valore venga superato, lo spurgo viene aperto automaticamente.



## Controllo e monitoraggio dell'impianto

### Sinottico generale

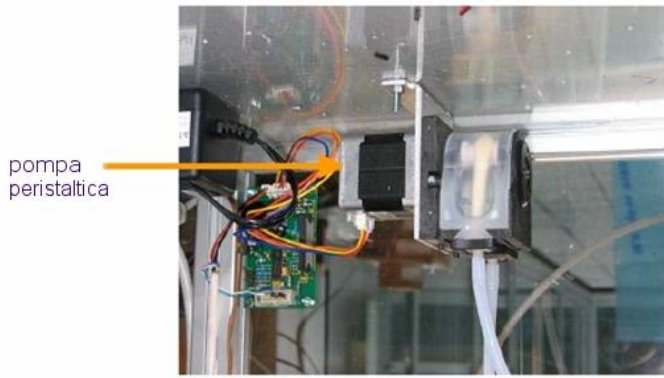
Lo schema sinottico generale rappresenta lo schema funzionale del laboratorio didattico HySyOne®; in esso vengono indicati tutti i valori controllabili ed acquisibili e gli stati dei componenti del sistema.

Vengono riportati di seguito tutti i componenti compresi in tale schema, suddivisi in:

- linea aria
- linea acqua
- linea idrogeno
- parti elettriche
- menù

### Grafici

E' possibile seguire sul monitor l'andamento delle diverse grandezze monitorate dal sistema in funzione del tempo. E' inoltre possibile eseguire una curva intensità – potenziale



pompa peristaltica

### **Pompa peristaltica**

Affinchè il polimero della membrana possa funzionare da elettrolita, cioè possa trasportare protoni  $H^+$  al suo interno deve essere sufficientemente idratato. Se l'acqua introdotta nella fuel cell è troppo abbondante, occlude i pori e i canali di diffusione dei gas (ossigeno ed idrogeno) impedendo alla reazione chimica di avvenire. La corretta gestione dell'acqua di umidificazione rende possibile ottimizzare le prestazioni della fuel cell