



#### 1. Generalità

Laboratorio mobile compatto progettato per lo studio delle fonti rinnovabili di energia e della loro utilizzazione pratica. Il Laboratorio Mobile delle Energie Rinnovabili offre a studenti e docenti uno strumento che presenta con chiarezza i principi e le apparecchiature delle tecniche innovative per la produzione di energia elettrica e di idrogeno. E' particolarmente adatto per i ragazzi dai 14 anni in su, sia negli istituti tecnici che nelle università e, grazie al supporto multimediale, permette non solo di visualizzare i diversi tipi di esperienze realizzabili ma anche di riprenderle, condividerle ed integrare perfettamente il Laboratorio Mobile nelle aule multimediali.

Il Laboratorio Mobile è composto da:

- a) Unità di studio energia solare
- b) Unità di studio energia eolica
- c) Unità di studio pila a combustibile di tipo normale, pila a combustibile microbiologica (*microbial fuel cell, MFC*), idrogeno
- d) Strumenti
- e) Supporti

## 2. Composizione e descrizione

### UNITÀ DI STUDIO ENERGIA SOLARE

L'Unità di Studio Energia Solare permette agli studenti di familiarizzarsi con la tecnologia fotovoltaica e di capire l'importanza dei diversi aspetti pratici e tecnici. L'unità comprende una fila di 4 pannelli in silicene monocristallino, una fila di 2 pannelli in silicene amorfo e 2 bulbi che simulano l'irraggiamento solare ad intensità diverse. Il sistema permette di studiare le variazioni di corrente e tensione a seconda dei collegamenti seriali e paralleli e di rilevare i punti di potenza massima in funzione del carico applicato al sistema. Serve inoltre a dimostrare l'effetto dei diodi di protezione sui singoli pannelli solari in caso di celle in ombra.

Sarà possibile altresì confrontare le caratteristiche dei pannelli in silicene monocristallino e in silicene amorfo (pellicola sottile) che sono oggi il materiale di uso più comune per le applicazioni terrestri, sia come sistemi collegati alla rete che come sistemi autonomi.



| Componenti dell'unità energia solare (Figura 1) |   |
|---|---|
| a   | Unità di irraggiamento  |
| b   | Cavo elettrico  |
| c   | Staffa a supporto della sorgente luminosa                         |
| d   | Struttura di supporto del pannello                                |
| e   | Supporto metallico del pannello solare fotovoltaico               |
| f   | Serie di cavi per i collegamenti                                  |
| g   | Fila di pannelli di silicene monocristallino                      |
| h   | Fila di pannelli di silicene amorfo                               |
| i   | Multimetri digitali (modalità: amperometro, voltmetro e ohmmetro) |

Figura 1

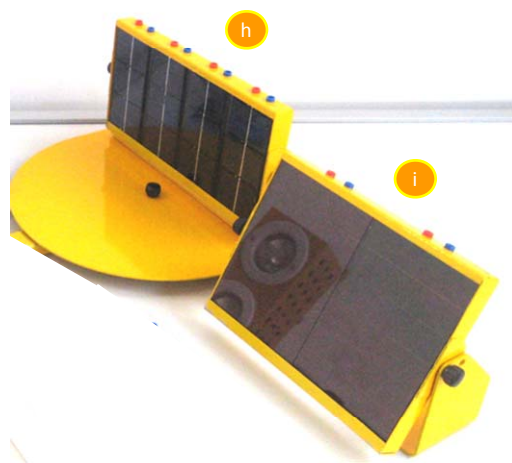


Figura 2

### Descrizione

- N. 1 unità di irraggiamento: struttura con manico per facilitare lo spostamento della fonte luminosa formata da 2 lampade alogene dicroiche da 50W
- N. 1 cavo di alimentazione elettrica con spina connettore
- N. 1 staffa metallica gialla (L=400 mm), graduata, come supporto della sorgente luminosa: permette di variare la posizione della sorgente lungo l'asse.
- N. 1 struttura di supporto del pannello: struttura in ferro gialla. Indica l'orientamento del sole (nord, sud, est e ovest) e ruota intorno a un perno in modo da poter orientare la sorgente in diverse direzioni.
- N. 2 supporti metallici dei pannelli solari fotovoltaici:
  - Dimensioni del supporto della fila di pannelli in silicene monocristallino: 245x120 mm
  - Dimensioni del supporto della fila di pannelli in silicene amorfo: 145x200 mm
  - Facile montaggio e smontaggio delle file fotovoltaiche tramite avvitamento e inclinazione pannello.
- N. 1 serie di cavi per collegamenti: cavi elettrici per il collegamento tra i produttori e gli utilizzatori di energia e gli strumenti di misura.

- g. N. 1 fila di pannelli in silicene monocristallino:
  - Dimensione della fila 245x120 mm, formata da 4 pannelli fotovoltaici di silicene monocristallino
  - Potenza massima della fila = 500 mW .
  - Caratteristiche di ogni singolo pannello della fila: 0,5A/1,5V. Dimensioni 60x120mm.
- h. N. 1 fila di pannelli in silicene amorfo:
  - Dimensione della fila 145x200 formata da 2 celle di silicene amorfo, 100x145 mm. Tensione 3V.
  - Potenza massima della fila: 500 mW.
- i. N. 1 luxmetro digitale portatile, diverse applicazioni per la misura della potenza luminosa, del livello di rumore fino a 130 dB, della temperatura e dell'umidità dell'aria. Il software consente di presentare i valori misurati in forma grafica, di registrare e stampare i dati. Alimentazione: batteria da 9 V. Struttura in plastica.

### UNITÀ DI STUDIO ENERGIA EOLICA

Il generatore di vento compreso nella fornitura permette agli studenti di approfondire la tecnologia del vento e di comprenderne gli aspetti fisici di base. L'unità Energia Eolica comprende una ventola che funge da simulatore del vento a velocità variabile. Un anemometro che fa parte Del laboratorio mobile misura la velocità del vento e a partire da questa rileva altresì le variazioni di potenza erogata. Dall'uso congiunto di turbina del vento, multimetro (in modalità voltmetro e amperometro) e selettore di carico, è possibile generare la curva caratteristica tensione/corrente e definire il punto di potenza massima. La corrente può essere usata per l'alimentazione di un motore elettrico o delle lampade a led contenute nella scatola dell'utilizzatore.

#### Descrizione

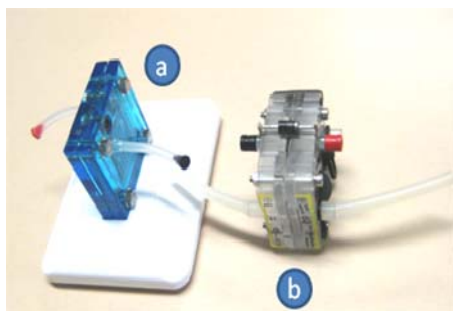
- a. N. 1 turbina eolica con 4 set diversi di 3 pale ciascuno aventi profili unificati, che si spostano secondo la direzione del vento e mantengono costante la quantità di energia prodotta dal generatore dell'aria.
- b. N. 1 ventola a velocità variabile con griglia di protezione e cavo di alimentazione con connettore
  - Tensione e corrente assorbita: 12 V
  - Potenza: 12 W
  - Flusso d'aria: 350 m<sup>3</sup>/h
- c. N. 1 termoanemometro portatile con elica, dotato di sonda flessibile che misura sia la velocità del vento che la temperatura dell'aria. Lo strumento è in grado di rilevare il valore della corrente e visualizzare le misure massime e minime. La sonda flessibile del termoanemometro,, consente di effettuare misurazioni immediate. Display digitale per la velocità dell'aria in m/s, ft/min, km/h, MPH e nodi. Alimentazione a batteria 9V (fornita).



Figura 3 – Generatore del vento

### UNITÀ DI STUDIO PILA A COMBUSTIBILE DI TIPO NORMALE, PILA A COMBUSTIBILE MICROBIOLOGICA (MFC), IDROGENO

Le apparecchiature del kit consentono di effettuare esperimenti nel campo delle pile a combustibile per la produzione di elettricità e degli elettrolizzatori per la produzione di idrogeno (H<sub>2</sub>). Con l'elettrolizzatore fornito insieme all'Unità di Studio Energia Solare e con il Generatore del Vento è possibile produrre H<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>. I serbatoi permettono di raccogliere e misurare l'idrogeno e l'ossigeno prodotti per alimentare la pila a combustibile di tipo standard convertendo l'energia chimica immagazzinata come H<sub>2</sub> in energia elettrica e acqua. Inoltre, le dotazioni del laboratorio mobile comprendono i componenti di una pila a combustibile microbiologica. Il manuale spiega come montare la pila che consente all'utente di capire i principi elettrochimici e biologici di questa tecnologia innovativa. Si tratta di pile a combustibile che non sono alimentate con idrocarburi o idrogeno per produrre elettricità, come avviene nella configurazione classica, ma con acqua di scarico domestica e substrati di rifiuti organici ricavati dai processi di produzione. Negli esperimenti si possono usare microorganismi come ad esempio il comune lievito.



### Tecnologia H<sub>2</sub> & Pila a combustibile

|   |                     |
|---|---------------------|
| a | Elettrolizzatore    |
| b | Pila a combustibile |

Figura 4



Raccolta di H<sub>2</sub> & O<sub>2</sub>



Kit della pila a combustibile microbiologica

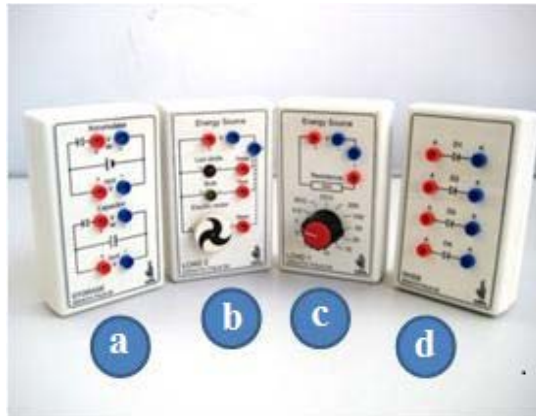
Figura 5

### Descrizione

- a. N. 1 elettrolizzatore (Fig. 4a). Articoli in plastica.
- b. N. 1 pila a combustibile reversibile (Fig. 4b) fornita con H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> Potenza 1W. Articoli in plastica.
- c. N. 2 serbatoi di raccolta (Fig. 4c): cilindri stagni con scala graduata per il rilevamento del gas prodotto. Volume: 80 cm<sup>3</sup>. Plastica trasparente.
- d. N. 1 kit pila a combustibile microbiologica (Fig. 4d): Volume: 10 cm<sup>3</sup> per ogni frame (anodo and catodo). Tensione massima di uscita: 0.7V. Corrente massima erogata: 100microA. Struttura in plexiglas trasparente.  
Il kit comprende:
  - N. 1 pila a combustibile con guarnizione in neoprene
  - N. 1 membrana di scambio cationi (CEM)
  - N. 1 foglio di carta in fibra di carbonio (100x220 mm) da tagliare (elettrodi)
  - Set di reagenti: fosfato di sodio, glucosio, blu di metilene, ferrocianuro di potassio, lievito liofilizzato
  - Serie di bulloni e dadi
- e. Serie di tubi di silicone
- f. Forbici
- g. Occhiali protettivi

### STRUMENTI

Necessari per eseguire una parte delle esercitazioni elencate nel punto 3.



| Scatola |  |
|---------|--|
| a       | Scatola di immagazzinamento energia: "Stoccaggio"  |
| b       | Scatola con gli utilizzatori "Carico 2": diodo a led, lampada a led, e motore elettrico. |
| c       | Scatola con selettore di carico: "Carico 1".   |
| d       | Scatola con 4 diodi di protezione: "Diodo".  |

**Figura 6**

- a. Scatola "Stoccaggio" (Figura 5a) con 2 sistemi di immagazzinaggio: batteria al nickel e condensatore
- Batteria al nickel:
    - Tensione 1.2 V
    - Capacità 240 mAh
    - Corrente di carica: 6.5 mA/10h max
    - Tensione di carica: 1.4V
  - Condensatore GoldCap:
    - Capacità circa 10F
    - Corrente di carica 2.3V
  - Materiale: plastica bianca.
- b. Scatola "Carico 2" (Figura 5b): diodo a led, lampada a led e motore elettrico.
- Permette di visualizzare utilizzi diversi dell'energia prelevata dai pannelli fotovoltaici o dal generatore del vento.
  - Diodo a led: tensione 1,5-3V, corrente massima 20 mA
  - Lampada a led: tensione 2 V, corrente 20 mA
  - Motore CC: tensione 3V, diametro 6mm
  - Materiale: plastica bianca.
- c. Scatola con selettore di carico "Carico 1" (Figura 5c). Permette di misurare la potenza dei pannelli fotovoltaici o del generatore del vento variando la resistenza applicata e collegandoli ai multimetri in modalità amperometro e voltmetro. Scatola con selettore di carico da 0,5 a 200 Ω; corto circuito e circuito aperto; materiale: plastica.
- d. Scatola "Diodo" con 4 diodi di protezione (Figura 5d).. Materiale: plastica bianca.
- e. N. 2 multimetri digitali portatili dal design compatto e di facile utilizzo con 6 intervalli di misura selezionabili.  
 Misure: tensione alternata Vca, tensione continua Vcc, corrente continua CC, diodi, resistenze, prova di continuità e dei transistor.  
 Struttura in plastica, alimentazione a batteria 9 V fornita.

## SUPPORTI

- N.1 laboratorio mobile completo di quadro elettrico centralizzato integrato nel banco e completo di:
    - N° 1 interruttore generale
    - N° 1 presa ausiliaria 220V
    - N. 1 regolatore di intensità luminosa con diverse graduazioni dell'irraggiamento, per simulare l'intensità della luce solare durante il giorno; permette di usare una o due lampade e di regolare l'intensità luminosa agendo su un selettore di graduazione di luminosità.
    - N° 1 interruttore ON/OFF del ventilatore e regolazione del numero di giri.
    - N° 2 prese per la connessione dell'unità di studio dell'energia solare e dell'unità di studio dell'energia eolica.
- E' allestito con due scomparti laterali che contengono il kit di pronto soccorso. E' ideale per gli ambienti scolastici e il suo design modulare garantisce flessibilità e adattabilità per qualsiasi tipo di esperimento. I cassette sono imbottiti per proteggere al meglio le apparecchiature dagli urti; possono essere aperti completamente per consentire il rapido e agevole posizionamento dei contenuti di valore. Il laboratorio mobile è del tutto autosufficiente e consente di svolgere gli esperimenti didattici in qualsiasi condizione di insegnamento anche in mancanza di un vero e proprio laboratorio scientifico. La struttura è molto resistente, essendo costituita da pannelli robusti, ruote girevoli e maniglie per facilitare gli spostamenti. Sia i cassette che i vani laterali possono essere chiusi a chiave per poter mettere in sicurezza tutte le attrezzature. E' possibile iniziare l'attività scolastica pochi minuti dopo aver trasportato il carrello nell'aula. Il laboratorio



mobile dell'energia rinnovabile si serve di una vasta gamma di oggetti ai fini didattici, quali morsetti di Hoffmann, tubi di silicone, forbici, guanti in lattice naturale, siringhe monouso da 5ml, bicchieri graduati da 50, 100 e 250 ml e acqua distillata.

- N. 1 guida al montaggio e agli esercizi
- N° 1 tablet con schermo da 9.6" e connessione Wifi per la visualizzazione dei video precaricati e disponibili on-line relativi alle caratteristiche e all'utilizzo del laboratorio mobile sulle energie rinnovabili. Inoltre, è possibile prendere visione delle istruzioni di assemblaggio dei vari moduli delle energie rinnovabili e degli esercizi pensati per il loro apprendimento.  
Infine, il tablet permette di registrare video durante l'utilizzazione del laboratorio così da permettere la condivisione delle esperienze tra gli studenti e la perfetta integrazione del Laboratorio Mobile all'interno di aule multimediali.

#### **Descrizione**

- Sistema operativo: Android
- Dimensione schermo: 9.6"
- Massima risoluzione: 1280\*800
- Estensione di memoria: 4 GB estensibili a 64 GB tramite SD card
- Audio: Altoparlanti integrati di alta qualità, Microfono
- Fotocamera retro: 5 MP
- Rete: Wifi



**Figura 7**

### **3. Esperimenti**

Il Laboratorio delle Energie Rinnovabili è accompagnato da un manuale illustrato che illustra gli esercizi eseguibili.

#### **UNITÀ DI STUDIO ENERGIA SOLARE**

*Esercitazioni ed esercizi teorici:*

- Montaggio di tutti i componenti dell'unità di studio energia solare;
- Determinazione dell'irraggiamento da diverse sorgenti di luce;
- Uso del pannello solare fotovoltaico come convertitore di energia;
- Conoscenza operativa delle celle fotovoltaiche in silicone amorfo e silicone monocristallino come convertitori di energia da sorgenti luminose;
- Come eseguire collegamenti seriali e paralleli delle celle solari;
- Studio dell'influenza di alcuni parametri importanti, quali irraggiamento, aree d'ombra, angolo di inclinazione e orientamento dei pannelli solari;
- Capire l'importanza di inserire i diodi tra i pannelli solari allo scopo di impedire il cattivo funzionamento delle celle;
- Comprensione del ruolo di batteria e condensatore come contenitori di energia elettrica;
- Esercizi sulla potenza erogata dalle serie di celle in funzione della configurazione dei diversi resistori ohmici applicati al sistema e i valori di tensione e corrente di uscita;
- Determinazione del punto di corrente massima (corrente di corto circuito).
- Determinazione del punto di tensione massima (tensione di circuito aperto)
- Determinazione del punto di potenza massima (MPP- Punto di potenza massima)
- Immagazzinare l'energia ottenuta nella scatola di "stoccaggio dell'energia" e successivo utilizzo dell'energia (da parte degli utilizzatori)

#### **UNITÀ DI STUDIO ENERGIA EOLICA**

*Esercizi teorici:*

- Studio della conversione dell'energia elettrica in energia meccanica;
- Misura della velocità del vento mediante anemometro;
- Conoscenza operativa dell'elettricità generata dal vento in funzione dell'intensità del vento;
- Elaborazione della curva caratteristica tensione/corrente a velocità del vento costante;
- Caricare l'energia elettrica prodotta nella scatola di "stoccaggio dell'energia";
- Scaricare la scatola di "stoccaggio dell'energia" con gli utilizzatori;
- Produzione e immagazzinamento dell'elettricità.

## **TECNOLOGIA H2 E PILE A CARBURANTE MICROBIOLOGICHE (MFC)**

### *Esercizi teorici:*

- Produzione di idrogeno ed ossigeno dall'acqua mediante celle elettrolitiche grazie all'uso di elettricità prodotta da celle solari e/o da generatore di vento;
- Misura della velocità di produzione del gas in funzione della corrente fornita dall'elettrolizzatore;
- Produzione diretta di elettricità da pile a combustibile alimentate con l'idrogeno prodotto;
- Determinazione della curva caratteristica tensione/corrente dell'elettrolizzatore;
- Determinazione della potenza della pila a combustibile;
- Montaggio dei diversi componenti della pila a combustibile microbiologica;
- Uso di pile a combustibile microbiologiche per produrre elettricità direttamente da serbatoi grazie all'uso dei batteri.

### **SISTEMA INTEGRATO**

- Produzione integrata di elettricità da fonti rinnovabili diverse;
- Ciclo completo, partendo da fonti rinnovabili e producendo idrogeno per ottenere elettricità da H<sub>2</sub> e batteri.

#### **4. Servizi richiesti**

- Corrente elettrica di alimentazione: 220 V, monofase, 50/60 Hz.

#### **5. Peso e dimensioni (riferiti al sistema completo)**

- Peso: circa 200 kg.
- Dimensioni complessive: circa 1500x700x950 mm.

Cod. R01199/I 1115 Ed. 01 Rev. 01

In qualsiasi momento e senza preavviso, la Didacta Italia potrà apportare ai propri prodotti, ferme restando le caratteristiche essenziali descritte, le modifiche che riterrà opportune secondo le esigenze di carattere costruttivo o didattico.