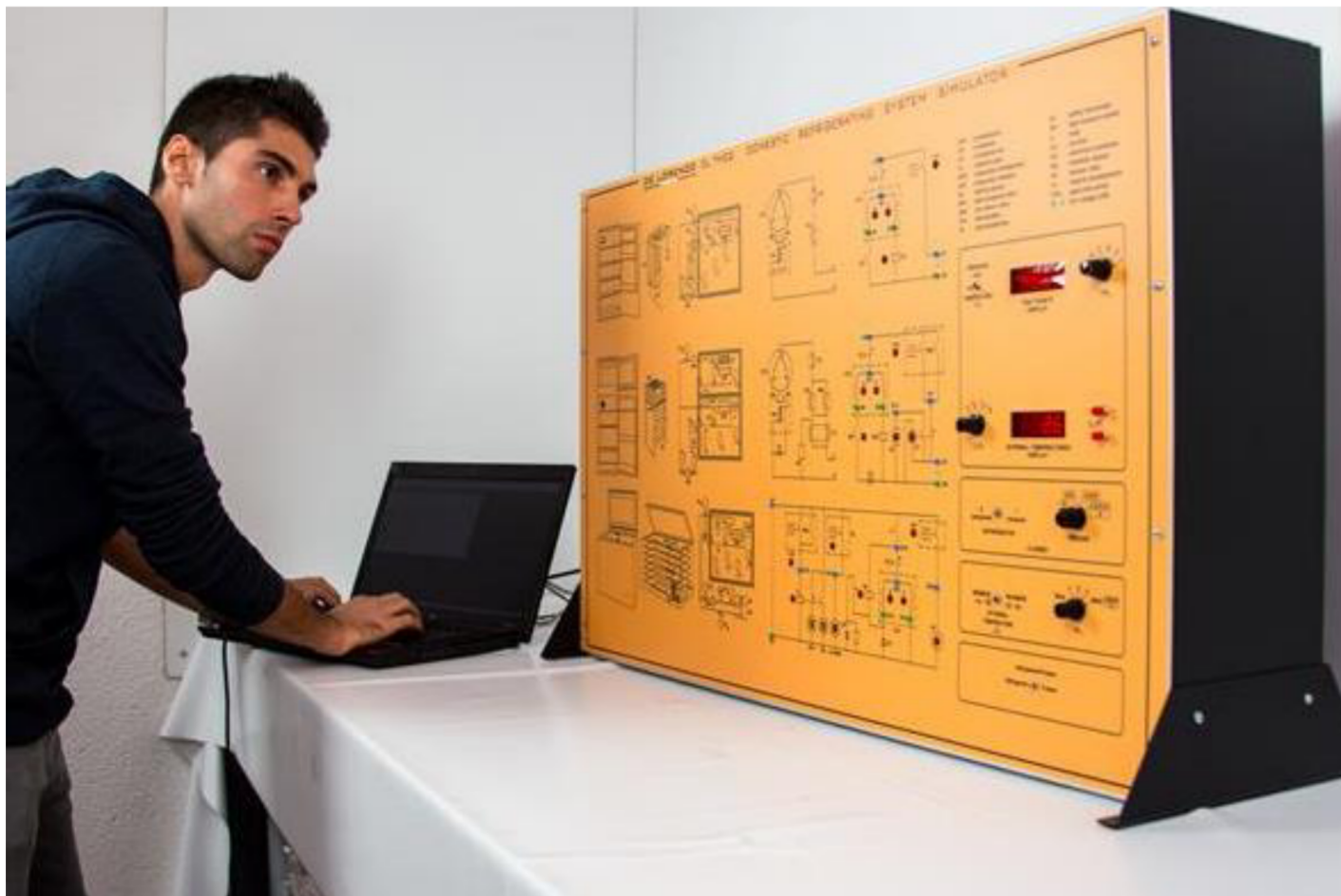


Spettabile  
I.I.S. "F.LLI TADDEI"  
CENTO

## Laboratorio per l'utilizzo delle energie rinnovabili



Si vuole realizzare un laboratorio per lo studio delle energie rinnovabili, dotato di trainer per lo studio di:

- TRAINER PER LO STUDIO DELLA ENERGIA SOLARE-EOLICA-CELLE A COMBUSTIBILE
- TRAINER AVANZATO PER LO STUDIO DELL'ENERGIA EOLICA/SOLARE
- SIMULATORE DI IMPIANTO SOLARE TERMICO
- PANNELLI FOTOVOLTAICI E TERMICI
- KIT DI INSTALLAZIONE ENERGIA SOLARE ED EOLICA

## **DL GREENKIT**

### **TRAINER PER LO STUDIO DELLA ENERGIA SOLARE-EOLICA-CELLE A COMBUSTIBILE**

Sistema didattico progettato per un primo approccio alle fonti di energia rinnovabile: energia solare, energia eolica e sistemi di celle a combustibile a idrogeno. Include cavi di collegamento, manuale teorico e pratico, porta seriale RS485 per comunicazione con PC e software per acquisizione e visualizzazione dati.

## **DL SUNWIND-A2**

### **TRAINER AVANZATO PER LO STUDIO DELL'ENERGIA EOLICA/SOLARE**

Trainer modulare per lo studio teorico e pratico di impianto elettrici con energia solare fotovoltaica ed energia eolica. Con il trainer avanzato per lo studio dell'energia eolica/solare, è possibile eseguire esperimenti per determinare le caratteristiche di un generatore eolico e di un pannello fotovoltaico, studiare il funzionamento off-grid con un regolatore di carica della batteria e il loro funzionamento on-grid con collegamento alla rete elettrica. Il sistema completo viene fornito con un modulo di simulazione della luce solare per uso interno.

## **DL TM12**

### **SIMULATORE DI IMPIANTO SOLARE TERMICO**

Sistema didattico per lo studio degli impianti solari usati per ottenere acqua calda per impianti sanitari, aria condizionata e altre applicazioni civili. Il simulatore permette una vasta gamma di applicazioni didattiche. L'impianto simula anche sei sonde di temperatura poste in diversi punti del circuito e un sensore di irradiazione solare che viene usato per calcolare l'energia sorbita. Il Simulatore è fornito con il software che permette allo studente di svolgere l'attività didattica tramite l'uso del Personal Computer, senza necessità di alcuna altra documentazione in linea.

## **DL TM11**

### **SIMULATORE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI E TERMICI**

Sistema didattico per lo studio dei pannelli solari fotovoltaici e pannelli solari termici. I componenti sono riprodotti sul pannello, tramite sinottici a colori che ne permettono una analisi completa del circuito idraulico, delle sue componenti e del circuito elettrico/elettronico di controllo e regolazione. Il simulatore permette una vasta gamma di applicazioni didattiche e analisi di ricerca guasti. Il Simulatore è fornito con il software che permette allo studente di svolgere l'attività didattica tramite l'uso del Personal Computer, senza necessità di alcuna altra documentazione in linea.

## **DL SOLAR-WIND KIT**

### **KIT DI INSTALLAZIONE ENERGIA SOLARE ED EOLICA**

Kit di componenti sviluppato per lo studio e il cablaggio dei componenti di un impianto solare microgrid. Attraverso questo sistema gli studenti possono imparare a progettare un impianto ad analizzare le caratteristiche elettriche dei principali componenti legato all'impianto.

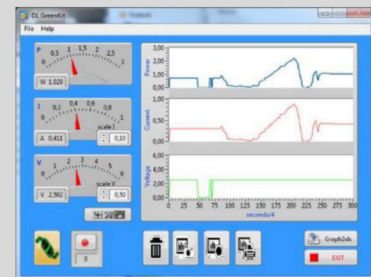


## TRAINER PER LO STUDIO DELLA ENERGIA SOLARE-EOLICA-CELLE A COMBUSTIBILE



**DL GREENKIT**

Questo sistema didattico è stato progettato per lo studio delle fonti di energia rinnovabile: **energia solare, energia eolica e sistemi di celle a combustibile a idrogeno.**



Completo di cavi di collegamento, manuale pratico, collegamento a PC tramite porta seriale RS485 e **software per acquisizione e visualizzazione dati.**

### OBIETTIVI DIDATTICI

#### Studio di un sistema solare

- Tensione e corrente in un pannello solare in funzione dell'intensità luminosa
  - Misurare le caratteristiche  $V_{oc}$  e  $I_{sc}$  di un pannello solare
  - Influenza della temperatura sui pannelli solari
  - Collegamento di pannelli solari in parallelo
  - Collegamento di pannelli solari in serie.
  - Influenza dell'angolo di inclinazione sui pannelli solari
  - Effetto dell'ombra sui pannelli solari
- Caratteristica Corrente-Tensione, curva di potenza ed efficienza di un pannello solare.
  - Studio del pannello solare sotto carico. (Tracciando il VI e la curva di potenza per determinare l'MPP).
  - Efficienza dei pannelli solari

#### Studio di un sistema eolico

- Esperimenti sull'energia eolica: studio dell'influenza della velocità e della direzione del vento
  - Studio e comprensione della potenza del vento

### COMPONENTI INCLUSI

- Celle a combustibile PEM reversibili
- Elettrolizzatore PEM
- Cella a combustibile a idrogeno reversibile da assemblare
- Bombole di idrogeno e ossigeno
- Siringa
- Motore e ventola con pala dell'elica
- Pannello solare da 1 Watt
- Cella solare da 0,75 Watt
- Mini turbina eolica (generatore di energia eolica)
  - È possibile valutare il passo della lama, il profilo della lama e il numero di lame
  - La paletta allinea automaticamente la turbina alla direzione del vento
  - Speciale alternatore trifase per una maggiore potenza di uscita
- Telaio del veicolo con luce a LED e motore
- Pacco batteria con cavi di collegamento
- Tre strumenti DC: range 10 V, 2 A.
- Resistore a decadi
- Faretto doppio con 2 lampade alogene.



- Influenza della velocità del vento sulla potenza generata.
- Influenza della direzione del vento sulla potenza generata.
- Lo studio dell'influenza delle caratteristiche delle turbine eoliche sulla potenza generata.
  - Influenza del numero di pale del rotore.
  - Influenza del campo.
  - Influenza della forma delle lame.
- Lo studio della caratteristica corrente-tensione del generatore eolico; l'influenza del carico sul movimento del rotore
  - Traccia la curva caratteristica corrente-tensione di un generatore eolico
  - Trovare l'MPP per diverse velocità del vento (Sintonizzazione per potenza massima)
  - Studiare la "stabilità" dell'aerogeneratore quando è influenzato dal carico (modalità frenante)

#### **Studio di un sistema di celle a combustibile**

- Comprensione dell'installazione generale delle celle a combustibile
- Comprensione della struttura della cella a combustibile (Assemblaggio di una cella a combustibile)
- Elettrolizzatore: produzione di idrogeno come metodo di accumulo di energia elettrica
  - Determinazione della tensione minima per la decomposizione dell'acqua
  - Determinazione del flusso di gas generato dall'elettrolizzatore
  - Determinazione della curva caratteristica V-I dell'elettrolizzatore PEM.
  - Efficienza energetica ed efficienza di Faraday dell'elettrolizzatore
- Cella a combustibile PEM: Produzione di energia elettrica dall'idrogeno immagazzinato.
  - Determinazione della caratteristica V-I e della curva di potenza di una cella a combustibile PEM.
  - Efficienza energetica ed efficienza di Faraday delle celle a combustibile PEM.

#### **Studio di un sistema ibrido (Autarchico).**

- Implementazione di un sistema solare eolico ibrido con accumulo di idrogeno.
- Implementazione di un sistema solare ibrido a celle a combustibile: studio dell'autonomia di un'auto alimentata a idrogeno.

#### **CARATTERISTICHE GENERALI**

Ore medie di formazione: 8h.  
ca. dimensioni imballo: 0,81x0,61x0,61 m.  
Peso netto: 29 kg.

#### **Note:**

DL GREENKIT richiede un ventilatore da tavolo. Non è incluso nel kit.



## TRAINER AVANZATO PER LO STUDIO DELL'ENERGIA EOLICA/SOLARE



### DL SUNWIND-A2

Trainer modulare per lo studio teorico e pratico di impianto elettrici con energia solare fotovoltaica ed energia eolica. Con il trainer avanzato per lo studio dell'energia eolica/solare, è possibile eseguire esperimenti per determinare le caratteristiche di un generatore eolico e di un pannello fotovoltaico, studiare il funzionamento off-grid con un regolatore di carica della batteria e il loro funzionamento on-grid con collegamento alla rete elettrica. Il sistema completo viene fornito con un modulo di simulazione della luce solare per uso interno.

Il Trainer Avanzato per lo Studio dell'Energia Eolica/Solare è fornito con software sviluppato in LabVIEW che comunica con i componenti principali del sistema modulare attraverso la comunicazione seriale RS485 utilizzando il protocollo RTU Modbus per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati.





## OBIETTIVI FORMATIVI

### Studio di una turbina eolica:

- Identificazione dei componenti di una turbina eolica.
- Funzionamento dell'interruttore della turbina eolica.
- Calcolo dell'energia eolica
- Misurazione dell'energia elettrica della turbina eolica.
- Studio della turbina eolica con carico.

### Studio di un impianto eolico off-grid:

- Dimensionamento di un sistema eolico off-grid.
- Regolazione e ricarica della batteria.
- Fornitura di carico CC con energia eolica immagazzinata in una batteria.
- Fornitura di carico CA con energia eolica e una batteria.
- Calcolo dell'autonomia del sistema con diversi carichi.

### Studio di un impianto eolico on-grid:

- Misurazione dell'elettricità prodotta da un generatore eolico, erogata/prelevata dalla rete elettrica, e ricarica di lampade CA.
- Calcolo dell'efficienza di un sistema eolico on-grid completo.
- Investigazione della risposta di un impianto eolico ad un guasto.
- Bilancio energetico.

### Studio di un pannello solare fotovoltaico:

- Misurazione della radiazione solare: cambio dell'inclinazione e dell'azimut del pannello solare.
- Studio della risposta del modulo fotovoltaico alla formazione di ombre.
- Registrazione delle caratteristiche dei moduli solari: curva di tensione-irraggiamento del pannello solare, curva corrente-irraggiamento del pannello solare (calcolo della resistenza interna del pannello solare), conseguimento della curva tensione-corrente del pannello solare, conseguimento della curva corrente-potenza del pannello solare, misurazione della tensione e della corrente del modulo fotovoltaico con sovraccarico.

### Studio di un impianto solare fotovoltaico off-grid:

- Sistema off grid: misurazione della potenza generata di un sistema fotovoltaico e della ricarica della batteria.

## SPECIFICHE TECNICHE

- Modulo ponte raddrizzatore trifase.
- Modulo di carico CC. Include una lampada dicroica da 20W e lampade LED da 3W, con interruttori indipendenti.
- Modulo di gestione del carico con tre uscite monofase indipendenti per lo studio dinamico di diversi tipi di carico.
- Modulo monitor di rete utilizzato per misurare i parametri elettrici in un circuito monofase.
- Modulo interruttore automatico.
- Alimentatore monofase fisso regolato alla tensione di rete con uscita di tensione regolata fissa ausiliaria 12Vcc per alimentare i moduli di misura.
- Batteria 100Ah con modulo di protezione della batteria.
- Gruppo motore/generatore per la simulazione di una turbina eolica. Composto da un motore brushless ed un generatore trifase a magneti permanenti
- Modulo di controllo per azionamento del motore brushless.
- Modulo inverter off-grid, con uscita ad onda sinusoidale pura alla tensione di rete.
- Controllore di carica della turbina eolica con sistema frenante.
- Modulo di misurazione multifunzione per applicazioni eoliche: include quattro strumenti separati per misurare tutti i parametri fondamentali per lo studio di un sistema eolico.
- Modulo elettronico di regolazione della carica, con schermo LCD, tracciamento MPPT e monitor di energia.
- Carico CC attivo utilizzato nei laboratori di energie rinnovabili configurabile come resistenza costante o corrente costante.
- Pannello fotovoltaico inclinabile, 90W, 12V, con cella per la misurazione dell'irradiazione solare e un sensore di temperatura.
- Un inverter grid-tie con uscita alla tensione di rete, 12V, 300W.
- Modulo di misurazione multifunzione: irraggiamento solare, temperatura del pannello solare, 2 misuratori di potenza CC e 1 misuratore di potenza CA.
- Modulo inverter off-grid, con uscita sinusoidale alla tensione di rete. Potenza media: 300W.



- Sistema off grid: utilizzo di un pannello solare e di una batteria per fornire un carico CC.
- Sistema off grid: progettazione e test di un impianto fotovoltaico autonomo in stoccaggio diretto e 230V CA.

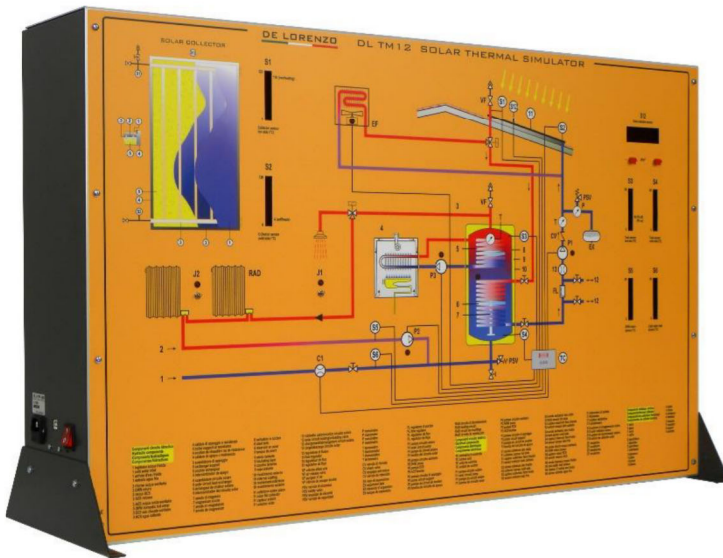
Studio di un impianto solare fotovoltaico on-grid:

- Sistema on grid: misurazione dell'energia elettrica prodotta dal pannello solare, erogata/prelevata dalla rete, e caricamento di lampade CA.
- Sistema on grid: determinazione dell'efficienza dell'inverter collegato alla rete.
- Sistema on grid: studio della risposta di un impianto fotovoltaico ad un guasto di rete.

- Simulatore solare costituito da lampade alogene per fornire energia al modulo fotovoltaico per uso interno.
- Telaio a tre livelli.



## SIMULATORE DI IMPIANTO SOLARE TERMICO



**DL TM12**

Sistema didattico per lo studio teorico degli impianti solari usati per ottenere acqua calda per impianti sanitari, aria condizionata e altre applicazioni civili.

Il simulatore permette una vasta gamma di applicazioni didattiche. L'impianto simula anche sei sonde di temperatura poste in diversi punti del circuito e un sensore di irradiazione solare che viene usato per calcolare l'energia assorbita.

### OBIETTIVI FORMATIVI

Il simulatore permette le seguenti attività didattiche:

- Identificazione e conoscenza di tutti i componenti dei circuiti solari termici e dei loro collegamenti.
- Interpretazione dei parametri tecnici di tutti i componenti.
- Criteri di dimensionamento per impianti di acqua calda sanitaria, ecc.
- Criteri per l'assemblaggio e manutenzione degli impianti.
- Interpretazione dei dati forniti dal sistema di controllo.

Dimensioni: 0,66 x 1,04 x 0,35 m.

Peso netto: 16 kg.

Ore di formazione: 10 h.

Il sistema è fornito completo di un manuale di esercitazioni contenente la teoria riguardante gli impianti solari termici ed affronta i seguenti argomenti:

- L'energia solare
- Sistemi di sfruttamento dell'energia solare
- Tipi di impianti solari termici
- Componenti principali di un impianto solare termico

### DESCRIZIONE TECNICA

Il simulatore rappresenta le seguenti tre unità operative:

#### **IMPIANTO PRIMARIO**

Rappresentato sul pannello dallo schema di circolazione del liquido che riscalda l'acqua contenuta nel serbatoio di stoccaggio, proveniente dal collettore.

#### **COLLETTORE SOLARE TERMICO**

Dotato di due sonde per la temperatura liquido caldo (mandata) e freddo (ritorno). Un sensore di luminosità rileva la radiazione solare e consente all'impianto di essere operativo o fermo (notte). Questa parte del circuito è completa di un sistema automatico di abbassamento della temperatura qualora fosse eccessiva nel circuito primario.



- Dimensionamento dei collettori, delle tubazioni e dei serbatoi
- Esempi di dimensionamento di un impianto

## ***CIRCUITO SECONDARIO (utilizzo ACS)***

Come applicazione della produzione di acqua calda, viene rappresentato il circuito di utilizzo casalingo dell' acqua calda prodotta. In questa parte del circuito sono presenti: una sonda accumulo lato caldo, una sul lato freddo, una sull'ingresso acqua fredda ed una sul ritorno dell'acqua calda utilizzata. La presenza di display e barre led consente di visualizzare i valori delle temperature controllando in tal modo il funzionamento dell'impianto.



## PANNELLI FOTOVOLTAICI E TERMICI



**DL TM11**

Il simulatore permette lo studio, la sperimentazione e la ricerca guasti relativamente ai seguenti componenti e sistemi:

- cella fotovoltaica di silicio monocristallino quadrata da 135 mm di lato;
- due celle fotovoltaiche collegate in serie;
- due celle fotovoltaiche collegate in parallelo;
- pannello di 36 celle fotovoltaiche collegate in serie;
- pannello termico a circolazione di liquidi.

Tali impianti sono riprodotti sul pannello, tramite sinottici a colori che ne permettono una analisi completa del circuito idraulico, delle sue componenti e del circuito elettrico/elettronico di controllo e regolazione.

### OBIETTIVI FORMATIVI

E' possibile simulare il comportamento di componenti ed impianti, in base alle condizioni operative che studenti ed insegnanti possono gestire direttamente sul pannello o attraverso il personal computer.

Quest'ultimo mantiene costantemente sotto controllo la simulazione in atto, visualizzandone l'andamento tramite segnali ed indicatori analogici e digitali; in tal modo lo studente, attraverso opportune misure e test, può procedere alla ricerca guasti.

Dimensioni: 0.66 x 1.04 x 0.35 m.

Peso netto: 16 kg.

Tempo medio di formazione: 10 h.

Il Simulatore è fornito con il software Student Navigator che permette allo studente di svolgere l'attività didattica tramite l'uso del Personal Computer, senza necessità di alcuna altra documentazione in linea.

Lo Student Navigator è, inoltre, dotato di interfaccia con il software di Gestione del Laboratorio.

### DESCRIZIONE TECNICA

La sperimentazione sui sistemi fotovoltaici (sopradescritti) è così organizzata:

- possibilità di simulare diversi valori della intensità della radiazione solare ( $W/m^2$ );
- possibilità di simulare diversi valori della temperatura delle celle fotovoltaiche;
- possibilità di variare il carico elettrico collegato ai sistemi fotovoltaici suddetti;
- rilievo delle curve caratteristiche tensione-corrente ( $V-I$ ), fornite dai sistemi fotovoltaici, al variare della intensità della radiazione solare e della temperatura delle celle;
- rilievo delle curve caratteristiche tensione-potenza ( $V-P$ ), fornite dai sistemi fotovoltaici, al variare della intensità della radiazione solare e della temperatura delle celle;
- valutazione della efficienza di conversione (energia radiante - energia elettrica) dei sistemi fotovoltaici in dotazione.

La sperimentazione sul pannello termico a circolazione di liquido è così organizzata:

- possibilità di simulare diversi valori della intensità della radiazione solare ( $W/m^2$ );
- possibilità di simulare diversi valori della temperatura del liquido termico vettore in ingresso al pannello;
- possibilità di variare la portata del liquido termico vettore attraverso il pannello termico;
- valutazione della temperatura del liquido termico vettore in uscita al pannello, al variare della intensità della radiazione solare e della temperatura in ingresso;
- valutazione della efficienza di conversione (energia radiante-energia termica) del pannello termico.



## KIT DI INSTALLAZIONE ENERGIA SOLARE ED EOLICA



**DL SOLAR-WIND KIT**

Kit di energia solare fotovoltaica ed eolica per la generazione di energia elettrica.

### OBIETTIVI FORMATIVI

- Studiare come l'irradiazione solare influenza la tensione di uscita del pannello solare.
- Calcolare la resistenza interna dei pannelli solari.
- Ottenere una curva di irradiazione giornaliera.
- Coprire il pannello solare con diversi materiali.
- Studiare come la velocità del vento influenza la tensione di uscita della turbina eolica.
- Testare il sistema di frenata della turbina eolica.
- Caricare la batteria usando l'energia solare.
- Caricare la batteria usando l'energia eolica.
- Utilizzare sia l'energia solare sia l'energia immagazzinata nella batteria per alimentare il carico CC.
- Testare il sistema completo.

### SPECIFICHE TECNICHE

- Due **pannelli fotovoltaici** inclinabili, 90W, 12V.
- Una **struttura** di supporto per il pannello.
- Un modulo di **regolazione di corrente** elettronico, con schermo LCD, uscita a 12 V, 30 A.
- Una **turbina eolica**, 160W, 12V.
- Un **inverter**, con uscita alla tensione di rete, 12 V, 30 A, 300 W.
- Un interruttore di **controllo della batteria**, 0-600 V, 32A con **batteria**, 100 Ah.
- Due **lampade alla tensione di rete**, dicriche da 35W e LED 3W, con interruttori indipendenti.
- Due **lampade a 12V**, dicriche da 20 W e LED 3W, con interruttori indipendenti.
- **Cavi, connettori e accessori.**
- Un telaio per sostenere i componenti elettrici del sistema: lampade, interruttori, protezioni, etc.

Ore di formazione in media: 10h.

Il sistema è fornito di manuale d'installazione.