

# Systemy szkoleniowe – odnawialne źródła energii

Nabywanie praktycznych  
umiejętności i wiedzy zorientowanej  
na realizację projektów



# Kwalifikacje poprzez jakość

## Niewyczerpane, stabilne, efektywne – przyszłość rysuje się w zielonych barwach

Proces przechodzenia od węgla, ropy i energii atomowej do odnawialnych form energii nabiera rozpędu. W obecnych czasach technologia osiągnęła punkt, w którym energię słoneczną, siłę wiatru, paliwa wodorowe oraz biomasy można wykorzystywać jako źródła energii przyjazne dla środowiska. Aby podtrzymać ten trend, na całym świecie prowadzone są działania mające na celu znalezienie i wyszkolenie doskonale wykwalifikowanego personelu technicznego.

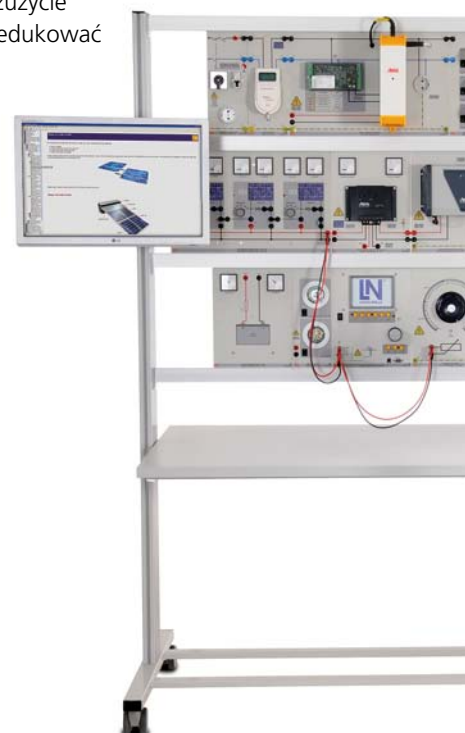
### Doskonałe perspektywy dla fotowoltaiki

- Abu Zabi ogłasza zainwestowanie około dwóch miliardów dolarów amerykańskich w technologię produkcji cienkowarstwowych modułów fotowoltaicznych w Masdarze.
- W Dolinie Krzemowej powstaje największa w USA elektrownia słoneczna o wydajności znamionowej wynoszącej 25 megawatów.
- W Niemczech powstały już zakłady wykorzystujące technologię fotowoltaiczną, które mogą wytworzyć moc pięciu gigawatów. Taka wydajność stanowi odpowiednik mocy generowanej przez pięć nowoczesnych elektrowni. Do roku 2020 moc wytwarzana za pomocą urządzeń fotowoltaicznych ma stopniowo wzrastać i osiągnąć poziom 40 GW.



### Czysta przyszłość dzięki energii wiatru

- Prognoza dla Niemiec: Do 2020 roku 25% energii elektrycznej będzie wytwarzane dzięki wykorzystaniu siły wiatru.
- Farma wiatrowa wytwarzająca moc trzech megawatów pozwala rocznie zmniejszyć zużycie ropy o 13 000 baryłek lub zredukować emisję CO<sub>2</sub> o 10 000 ton.



## Ogniwa paliwowe – moduły długoterminowego przechowywania energii

- Powszechnie stosowane jako rezerwowe źródło zasilania
- Stosowane w pojazdach o zerowej emisji
- Wykorzystywane w systemach wspomagających wytwarzanie energii



## Systemy szkoleniowe Lucas-Nülle – gwarancja przyszłych sukcesów

Technologie podlegają ciągłym i szybkim zmianom – a wraz z nimi wymagania dotyczące szkoleń. Firma Lucas-Nülle oferuje systemy szkoleniowe spełniające coraz wyższe i bardziej złożone wymagania edukacyjne. W dziedzinie odnawialnych źródeł energii systemy te obejmują następujące szkolenia:

- UniTrain-I „Fotowoltaika”
- System paneli szkoleniowych „Zaawansowana fotowoltaika”
- UniTrain-I „Technologia ogniw paliwowych”
- System paneli szkoleniowych „Zaawansowana technologia ogniw paliwowych”
- System paneli szkoleniowych „Małe elektrownie wiatrowe”
- System paneli szkoleniowych „Elektrownie wiatrowe z dwustronnie zasilanym generatorem asynchronicznym”



# Fotowoltaika

## Słoneczne perspektywy kursu z zakresu fotowoltaiki

W czasach ogromnych kosztów związanych z energetyką i większej świadomości problemów środowiskowych technologia fotowoltaiczna stanowi niezwykle interesującą alternatywę dla tradycyjnych metod wytwarzania energii. Dzięki kursowi z zakresu fotowoltaiki można nie tylko uzyskać najważniejsze informacje na temat ogniw słonecznych, lecz także wykonać symulację działania systemu fotowoltaicznego w trybie bezpośrednim lub przechowywania.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Zakres szkolenia

- Funkcje i zasady działania ogniw słonecznych
- Zapis charakterystyki działania modułu słonecznego
- Zależność prądu i napięcia modułu słonecznego od temperatury, iradiacji oraz kąta padania światła
- Obwody szeregowo, równoległe oraz inne typy obwodów obsługujących ogniwa słoneczne
- Wytwarzanie ogniw słonecznych
- Różne typy ogniw słonecznych
- Konstrukcja doładowywanego ogniwa słonecznego
- Różne typy elektrowni słonecznych
- Konfiguracja niezależnego systemu zasilania z doładowywanymi ogniwami słonecznymi

## Kurs multimedialny umożliwia integrację poszczególnych części eksperymentu

**What is a solar cell?**

**Structure of a PV cell**

PV cells are semiconductors which become electrically conductive on exposure to light or heat.

The following animation shows the schematic layout of a PV cell

1. **Rear-side metal contact:**  
The PV cell's voltage can be tapped via this contact.

2. **p-semiconductor layer:**  
Added to this semiconductor material are foreign atoms possessing fewer semiconductor. This is a p-type semiconductor layer.

3. **n-semiconductor layer:**  
Added to this semiconductor material are foreign atoms possessing more semiconductor. This is a n-type semiconductor layer.

4. **Contact fingers:**  
Together with the rear-side metal contact, the contact fingers make up the

5. **Anti-reflective layer:**

**The hot-spot phenomenon**

If a PV module's entire surface is shaded evenly, the module's output power naturally decreases, but the module suffers no damage. However, problems arise if the module is shaded unevenly, however, e.g. if just one PV cell is covered.

This can be easily demonstrated by a simplified, equivalent circuit diagram of a PV cell. This diagram represents a current source and diode connected in parallel.

Because a covered PV cell theoretically produces no current, the current source in the equivalent circuit diagram vanishes, leaving just the diode. If connected in series with several PV cells making up a module, the covered cell's diode is switched to the reverse direction, so that the module's overall voltage can drop across this cell. If this overall voltage exceeds the diode's reverse voltage, the diode gets damaged. While this overall voltage remains below the diode's reverse voltage, the diode experiences a power loss causing the cell to heat up and potentially damage the module. This effect is termed hot-spot.

### Korzyści

- Poprzez kurs multimedialny UniTrain-I przekazywana jest wiedza teoretyczna i praktyczna
- Kompletny zestaw urządzeń obejmujący wszystkie potrzebne komponenty
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- System działa z wykorzystaniem napięcia o wartości 12 V
- System obsługuje symulację awarii

# Zaawansowana fotowoltaika



## Praca projektowa z komponentami przemysłowymi

System szkoleniowy umożliwia realistyczną symulację trajektorii ruchu słońca. Emulatory umożliwiają prowadzenie praktycznych eksperymentów w laboratorium, bez udziału słońca.

Poprzez umożliwienie analizy danych pomiarowych za pomocą komputera, w ramach multimedialnego kursu z zakresu zaawansowanej fotowoltaiki przekazywana jest wiedza zarówno teoretyczna, jak i praktyczna.



Przykładowy eksperyment „Zaawansowana fotowoltaika” EPH 2

### Zakres szkolenia

#### Badanie modułów słonecznych

- Testowanie optymalnego ustawienia modułów słonecznych
- Zapis charakterystyki działania modułów słonecznych
- Badanie reakcji na częściowe zacielenie
- Badanie działania diod obejściowych
- Informacje o różnych typach okablowania modułów słonecznych

#### Konfigurowanie systemów fotowoltaicznych pod kątem działania niezależnego od sieci

- Instalowanie systemów fotowoltaicznych
- Konfigurowanie i testowanie niezależnego systemu fotowoltaicznego w trybie bezpośrednim

- Konfigurowanie i testowanie niezależnego systemu fotowoltaicznego w trybie przechowywania
- Konfigurowanie i testowanie niezależnego systemu fotowoltaicznego wytwarzającego napięcie przemiennicze o wartości 230 V

#### Konfigurowanie systemów fotowoltaicznych pod kątem działania równoległego z siecią

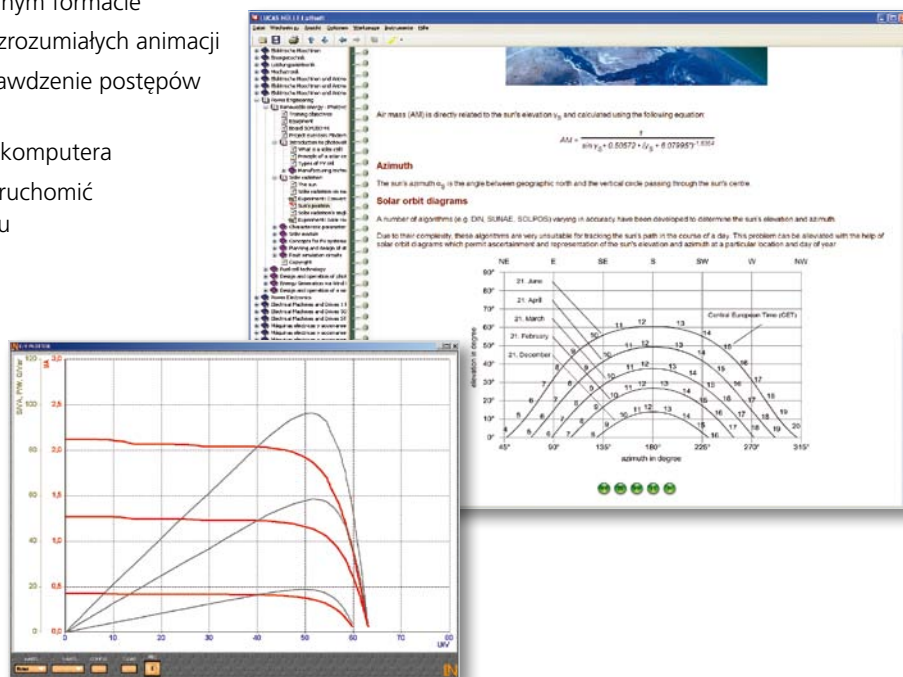
- Instalowanie, konfigurowanie i testowanie systemu fotowoltaicznego z zasilaniem sieciowym
- Pomiar energii wytwarzanej przez system fotowoltaiczny
- Określenie sprawności przemiennika podłączonego do sieci
- Badanie reakcji systemu fotowoltaicznego na awarie sieci zasilającej

# Zaawansowana fotowoltaika

## Trochę słońca w laboratorium

### Interaktywny asystent laboratoryjny

- Instrukcje „krok po kroku” w multimedialnym formacie
- Wyjaśnienie zasad fizycznych za pomocą zrozumiałych animacji
- Testy i narzędzia oceny umożliwiające sprawdzenie postępów w realizacji kursu
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- Wirtualne przyrządy pomiarowe można uruchomić bezpośrednio z podręcznika eksperymentu



### Moduł słoneczny z emulatorem wysokości

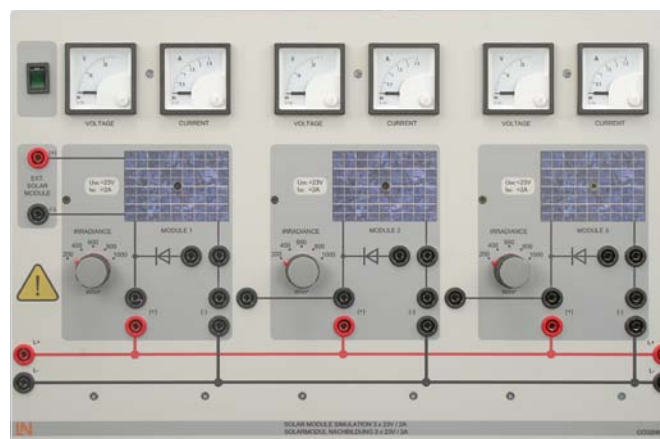
- Kąt padania promieni słonecznych można ustawić jako funkcję położenia (szerokości geograficznej), daty i godziny
- Nachylenie modułu słonecznego można regulować
- Polikrystaliczny moduł słoneczny o mocy 10 W
- Lampa halogenowa o mocy 500 W ze ściemniaczem
- Realistyczna emulacja trajektorii ruchu słońca





## Emulator słoneczny

- Trzy niezależne emulatory słoneczne umożliwiają prowadzenie eksperymentów nawet bez udziału światła słonecznego
- Regulowane natężenie światła w każdym emulatorze
- W zestawie znajdują się diody obojętne podłączane do obwodów
- Moc 120 VA



## Komponenty przemysłowe

- Regulator ładowania modułów słonecznych
- Przemiennek niezależny od sieci
- Przemiennek podłączony do sieci
- Prosty sposób działania i badania komponentów przemysłowych



## Korzyści

- Poprzez kurs „Interaktywny asystent laboratoryjny” przekazywana jest wiedza teoretyczna i praktyczna
- Wykorzystanie komponentów przemysłowych
- Możliwość prowadzenia różnorodnych eksperymentów dzięki wykorzystaniu rzeczywistego modułu słonecznego lub modelu symulacyjnego
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- Integracja z systemami wykorzystującymi technologie wytwarzania energii

# Elektrownie wiatrowe



## Dwustronnie zasilany generator asynchroniczny (DFIG – Double-fed Induction Generator)

Ten zestaw urządzeń przeznaczony jest do badania nowoczesnych elektrowni wiatrowych, w których wykorzystywane są dwustronnie zasilane generatory asynchroniczne. Działanie wiatru można emulować w sposób realistyczny za pomocą stanowiska kontrolnego serwow maszyny oraz oprogramowania „WindSim”. W celu ułatwienia obsługi i wizualizacji podczas eksperymentów do systemu można podłączyć komputer. Poprzez kurs multimedialny „Interaktywny asystent laboratoryjny” przekazywana jest wiedza teoretyczna; stanowią on także pomoc w wykonywaniu procedur eksperymentów oraz analizie danych pomiarowych.



Przykładowy eksperyment „Elektrownia wiatrowa” EWG 1

### Zakres szkolenia

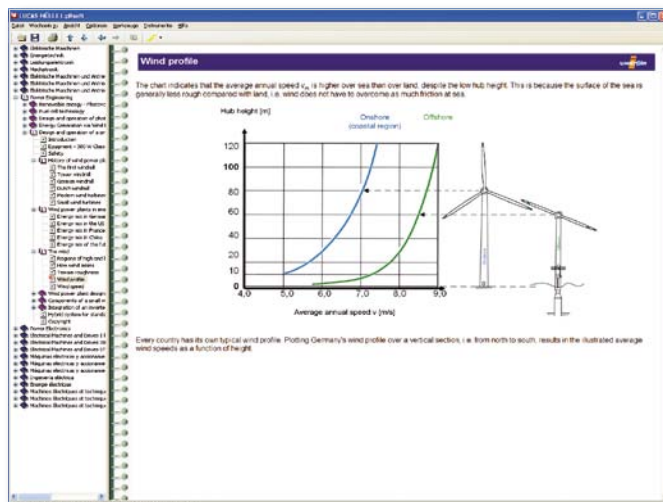
- Zrozumienie konstrukcji i działania nowoczesnych elektrowni wiatrowych
- Badanie podstaw fizycznych – „od wiatru do wału napędowego”
- Nauka o różnych koncepcjach elektrowni wiatrowych
- Konfiguracja i obsługa dwustronnie zasilanego asynchronicznego generatora wiatrowego
- Obsługa generatora przy różnych poziomach siły wiatru oraz regulowanych wyjściowych wartościach napięcia i częstotliwości
- Określanie optymalnych punktów pracy w zmiennych warunkach wiatrowych
- Badanie reakcji na awarie sieci powodowane przez spadki napięcia

# Elektrownie wiatrowe

## Świeży podmuch wiatru w laboratorium

### Interaktywny asystent laboratoryjny

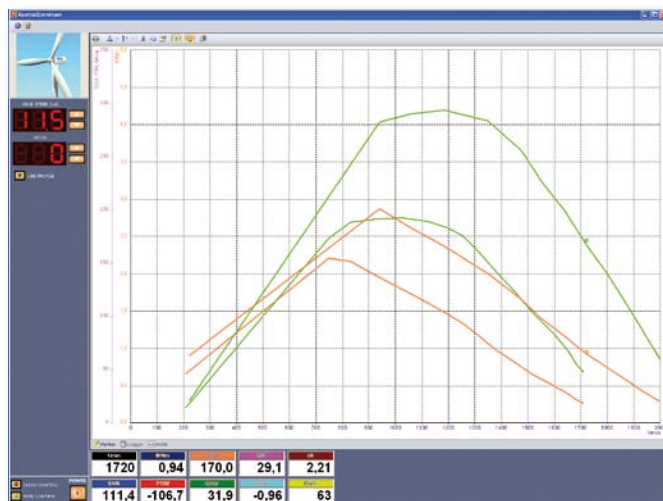
- Instrukcje „krok po kroku” w multimedialnym formacie
- Wyjaśnienie zasad fizycznych za pomocą zrozumiałych animacji
- Testy i narzędzia oceny umożliwiające sprawdzenie postępów w realizacji kursu
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- Wirtualne przyrządy pomiarowe można uruchomić bezpośrednio z podręcznika eksperymentu



### Emulator wiatru

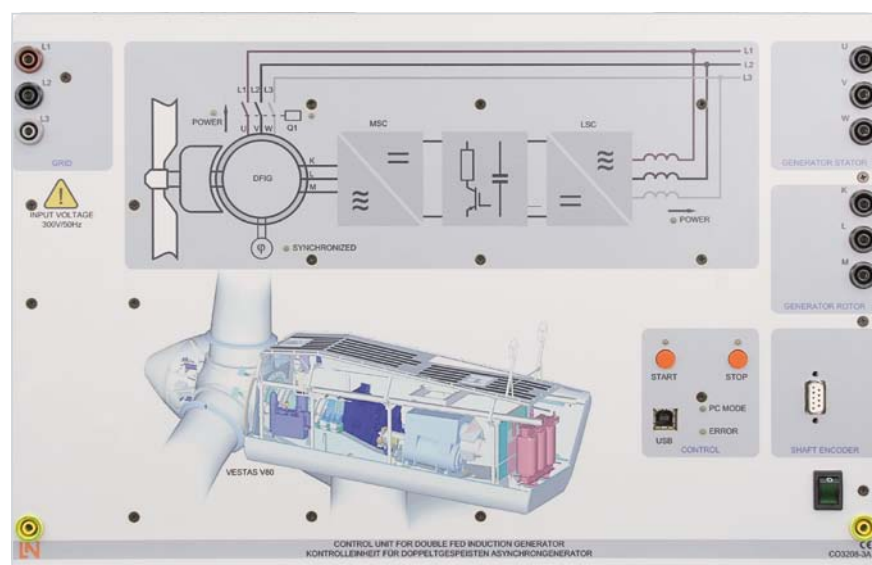
W prawdziwej elektrowni wiatrowej generatory są napędzane przez wiatr działający na łopaty o określonej geometrii. W laboratorium zadanie to realizowane jest za pomocą stanowiska kontrolnego serwomaszyny oraz oprogramowania „WindSim”. W ten sposób możliwa jest dokładna symulacja warunków panujących w prawdziwej elektrowni.

- Realistyczna emulacja działania wiatru i łopat o określonej geometrii
- Prędkość i moment obrotowy są automatycznie dostosowywane do siły wiatru i kąta nachylenia łopat
- Niezależne ustawianie kąta nachylenia i siły wiatru
- Możliwość określania profilu wiatru
- Możliwość rejestracji zmiennych parametrów mechanicznych i elektrycznych



## Dwustronnie zasilany generator asynchroniczny z jednostką sterującą

- Jednostka sterująca z dwoma przemiennikami
- Sterowanie generatorem w trybie podsynchronicznym i nadsynchronicznym
- Zintegrowany wyłącznik zasilania, obsługujący połączenie generatora z siecią
- Automatyczne sterowanie mocą czynną i pozorną, częstotliwością oraz napięciem
- Ręczna i automatyczna synchronizacja
- Pomiary i wyświetlanie wszystkich zmiennych w systemie
- Eksperymenty obejmujące reakcje na spadki napięcia w sieci



### Korzyści

- Poprzez kurs „Interaktywny asystent laboratoryjny” przekazywana jest wiedza teoretyczna i praktyczna
- Za pomocą stanowiska kontrolnego serwow maszyny można prowadzić dokładne emulacje działania oraz mechanicznej konstrukcji elektrowni wiatrowych
- Jednostka sterująca obsługiwana przez mikrosterownik współpracująca z dwustronnie zasilanym generatorem asynchronicznym zapewnia prostą obsługę i wizualizację podczas prowadzenia eksperymentów
- Najnowsza technologia obsługująca awarie związane ze spadkami napięcia w sieci
- Integracja z systemami wykorzystującymi technologie wytwarzania energii

# Małe elektrownie wiatrowe

## Zdecentralizowany system zasilania energią elektryczną

Obecnie uruchamiane są małe elektrownie wiatrowe o wydajności do 5 kW, umożliwiające decentralizację zasilania energią elektryczną. Wytwarzają one napięcie stałe. Energię można przechowywać w akumulatorach, wykorzystując regulatory ładowania. Przebieżniki wytwarzają napięcie przemiennie w celu dostarczenia zasilania do odbiorników podłączonych do sieci. Działanie energii wiatru oraz mechaniczną konstrukcję elektrowni wiatrowej można w sposób szczegółowy emulować dzięki wykorzystaniu stanowiska kontrolnego serwomaszyny oraz oprogramowania „WindSim”.



Przykładowy eksperyment „Mała elektrownia wiatrowa” EWG 2

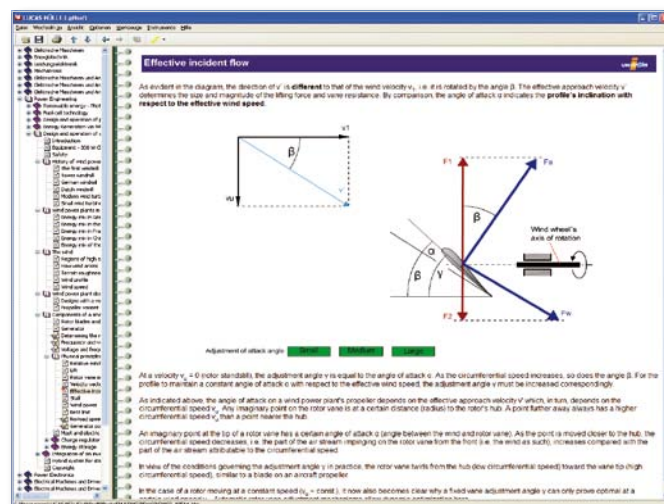
### Zakres szkolenia

- Zrozumienie konstrukcji i działania małych, nowoczesnych elektrowni wiatrowych
- Badanie podstaw fizycznych – „od wiatru do wału napędowego”
- Nauka o różnych koncepcjach elektrowni wiatrowych
- Konfiguracja i obsługa małego generatora wiatrowego
- Działanie przy różnych wartościach siły wiatru w trybie przechowywania
- Przechowywanie energii
- Optymalizacja systemu
- Konfigurowanie niezależnego systemu wytwarzającego napięcie przemiennie o wartości 230 V
- Badanie hybrydowych systemów autonomicznego zasilania wykorzystujących energię wiatru oraz układy fotowoltaiczne

## Przekonująca charakterystyka produktu

### Interaktywny asystent laboratoryjny

- Instrukcje „krok po kroku” w multimedialnym formacie
- Wyjaśnienie zasad fizycznych za pomocą zrozumiałych animacji
- Testy i narzędzia oceny umożliwiające sprawdzenie postępów w realizacji kursu
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- Wirtualne przyrządy pomiarowe można uruchomić bezpośrednio z podręcznika eksperymentu



### Generator synchroniczny

- Za pomocą stanowiska kontrolnego serwowalności można prowadzić dokładne emulacje działania oraz mechanicznej konstrukcji elektrowni wiatrowych
- Reakcje generatora laboratoryjnego są takie same jak w przypadku urządzenia stanowiącego część rzeczywistego systemu
- Mała elektrownia wiatrowa jest odpowiednia dla zastosowań zewnętrznych



### Zakres szkolenia

- Zrozumienie konstrukcji i działania nowoczesnych, małych elektrowni wiatrowych
- Badanie podstaw fizycznych – „od wiatru do energii elektrycznej”
- Poznanie różnych koncepcji elektrowni wiatrowych
- Konstrukcja i podstawowa obsługa małego generatora wiatrowego
- Działanie przy zmiennej sile wiatru w trybie offline
- Przechowywanie energii, optymalizacja systemu
- Konstrukcja niezależnego systemu wytwarzającego napięcie przemiennie o wartości 230 V
- Badanie niezależnych hybrydowych systemów zasilania wykorzystujących energię wiatru oraz układy fotowoltaiczne

# Technologia ogniw paliwowych

## Budowa i działanie ogniw paliwowych

Odnawialne źródła energii to rozwiązania, które już uznawane są za sposób na niedobory energii oczekiwane w XXI wieku. Wodorowe ogniwa paliwowe stanowią jedno z takich właśnie rozwiązań. Jest to technologia uzupełniająca, która będzie stosowana w przyszłości w systemach energetycznych w celu wytwarzania czystej energii pozyskiwanej z odnawialnego wodoru.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Zakres szkolenia

- Funkcje i zasady działania ogniw paliwowych
- Zapis charakterystyki działania modułu słonecznego
- Zrozumienie elektrochemicznych procesów elektrolizy (pierwsze i drugie prawo Faradaya)
- Określanie sprawności watogodzinowej ogniwa paliwowego i sprawności Faradaya
- Szeregowe i równoległe połączenie ogniw paliwowych
- Moc ogniw paliwowych
- Funkcje i zasady działania elektrolizerów
- Zapis charakterystyki napięciowo-prądowej elektrolizera
- Określanie sprawności watogodzinowej elektrolizera i sprawności Faradaya



## Kurs multimedialny umożliwia integrację poszczególnych części eksperymentu

**Possible applications**

Though its operating principle was discovered more than 150 years ago, it was only in the 1960s that the fuel cell was first employed in a technical application for space flight. The first experimental power plants arising in response to the energy crises of the 1970s and 80s did not prove long-lived. A number of additional applications have emerged since, and can be divided into three mobility classes:

**Stationary applications**

Stationary applications operate at a fixed location and cannot be transported. The advantage of this a supply of hydrogen via pipelines instead of cumbersome storage facilities on-site.

A typical example is a combined heat and power plant, which not only supplies electrical energy but also uses the thermal energy as a by-product to supply buildings with heat, for instance.

**Mobile applications**

These applications can move from one location to another, but are not compact enough to be carried around like portable equipment. Fuel cells of this class serve primarily to power electric drive motors. In this case, the hydrogen must be borne in mobile storage units which add to the degree of complexity.

Trucks, buses, submarines and trains can be powered by such applications. As an example, the Mercedes-Benz B-class passenger car is dealt with in some detail by this course.

**Portable applications**

Portable applications are small and light enough to be carried by people. This also goes for the storage units needed to continuously supply the fuel cells with hydrogen.

Applications here include standby power generators and power supply sources for mobile homes and caravans. Extremely compact fuel cells can also substitute batteries to power laptops and even cell phones.

**What are atoms?**

What a precise answer to this question for many years. However the only thing clear so far is the minuscule size of an atom. It is made up of countless atoms and molecules. An atom can be imagined as a sphere with a diameter of about 0.1 nm.

Not visible even with the most powerful of microscopes. In the course of time however, scientists have been able to infer the structure and characteristics of atoms. We will concentrate here on the atomic model developed by physicist Niels Bohr.

**Atomic components:**

A **proton** is a positively charged particle which can be represented as a sphere of a certain mass. Although this mass is incredibly small by human standards ( $1.6 \cdot 10^{-27}$  kg), it decisively influences an atom's total weight. Protons are situated inside the atom's nucleus.

A **neutron** is also a spherical particle of the same, tiny mass as a proton. In contrast to protons, however, neutrons have no charge. In other words, a neutron could be added to or removed from an atom without influencing its charge, though the atom's mass would increase or decrease by one unit as a result.

An **electron** is the exact opposite of a proton. Its mass is more than 1000 times lower than that of a proton or neutron. Furthermore, electrons are not situated inside the nucleus, but in orbits around it. Despite its negligible mass, the electron possesses a charge which is equal to that of a proton, but negative.

These components are always organized in the same pattern:

The orbits are so fast that, when observed from outside, the atom appears to be enclosed in a shell. Accordingly, one also speaks of electron shells.

### Korzyści

- Poprzez kurs „Interaktywny asystent laboratoryjny” przekazywana jest wiedza teoretyczna i praktyczna
- Kompaktowe urządzenie z podwójnym ogniwem paliwowym PEM, elektrolizerem PEM oraz modułem przechowywania gazu
- Bezpieczne zastosowanie wodoru
- Zasilanie zintegrowanego elektrolizera o parametrach 2V / 2,5 A
- Różne typy obciążenia (lampy, wentylatory)
- Zmienne obciążenie umożliwiające zapis różnych charakterystyk

# Zaawansowana technologia ogniw paliwowych

## Niezależny układ zasilania energią elektryczną z ogniwami paliwowymi

Technologie wytwarzania energii elektrycznej za pomocą ogniw paliwowych ciągle się rozwijają, stając się ważną dziedziną obejmującą różnorodne potencjalne zastosowania w technice motoryzacyjnej i elektrotechnice. Dzięki bezpiecznemu wykorzystaniu ogniw wodorowych i paliwowych ten system eksperymentalny może być stosowany do prowadzenia interesujących badań; sprawdza się zarówno w prezentacjach, jak i w praktyce laboratoryjnej. Kurs „Interaktywny asystent laboratoryjny” obejmuje teorię z prezentacjami animowanymi, instrukcje dotyczące eksperymentów oraz pola oceny wyników.



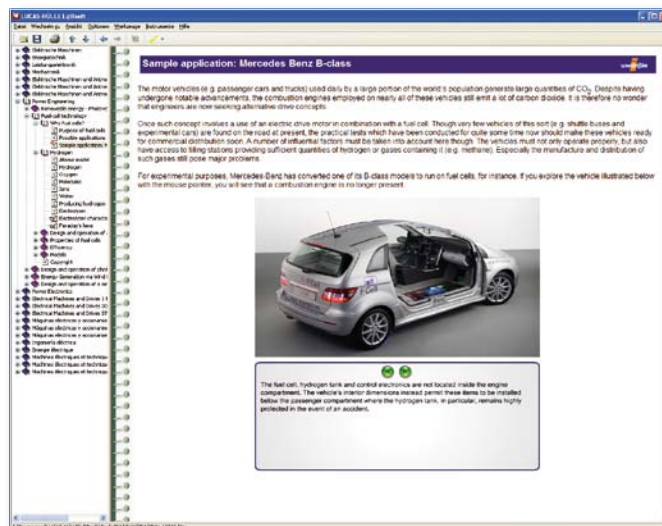
Przykładowy eksperyment „Stos ogniw paliwowych o mocy 50 VA z różnymi obciążeniami” EHY 1

### Zakres szkolenia

- Konstrukcja i działanie ogniwa paliwowego
- Konstrukcja i działanie elektrolizera
- Konstrukcja i działanie akumulatora metalowo-wodorkowego
- Termodynamika ogniwa paliwowego
- Charakterystyka i krzywa mocy ogniwa paliwowego
- Sprawność
- Komponenty potrzebne w niezależnych układach zasilania
- Elektroniczne układy zasilania i konwersja napięcia

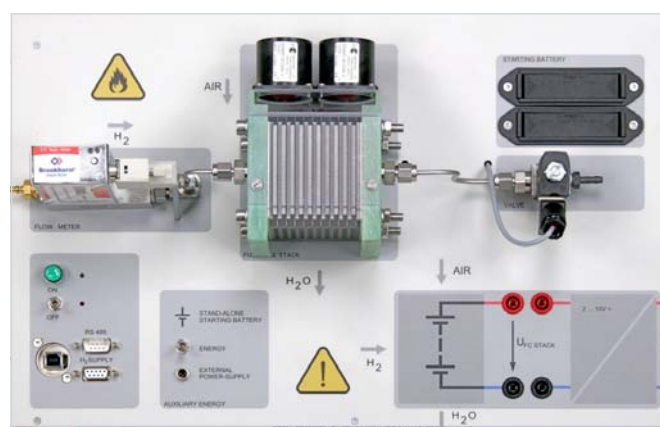
## Interaktywny asystent laboratoryjny

- Instrukcje „krok po kroku” w multimedialnym formacie
- Wyjaśnienie zasad fizycznych za pomocą zrozumiałych animacji
- Testy i narzędzia oceny umożliwiające sprawdzenie postępów w realizacji kursu
- Analiza danych pomiarowych za pomocą komputera
- Wirtualne przyrządy pomiarowe można uruchomić bezpośrednio z podręcznika eksperymentu



## Stos ogniw paliwowych

- Stos o mocy 50 VA
- Miernik zasilającego wodoru
- Wentylator o zmiennej prędkości do wentylacji ogniw paliwowych
- Pomiar wszystkich istotnych zmiennych



Stos ogniw paliwowych o mocy 50 VA

## Korzyści

- Poprzez kurs „Interaktywny asystent laboratoryjny” przekazywana jest wiedza teoretyczna i praktyczna
- Krótkie wprowadzenie do tematu ogniw paliwowych
- Bezpieczne eksperymenty z wodorem
- Stos ogniw paliwowych o mocy 50 VA
- Podłączenie zbiornika ciśnieniowego z wodorem
- Wysokowydajny elektrolizer
- Szeroki wybór różnych obciążeń
- Zmienne obciążenie umożliwiające zapis różnych charakterystyk

## Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH

Siemensstrasse 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf  
Telefon: +49 2273 567-0 · Faks: +49 2273 567-39  
[www.lucas-nuelle.com](http://www.lucas-nuelle.com)



Więcej informacji można znaleźć w naszym katalogu „Energetyka”.



**LN**<sup>®</sup>  
LUCAS-NÜLLE