

# Tréningové systémy pre elektroenergetiku

Komplexné laboratórium  
elektroenergetiky



# Obsah

## **Kvalifikácia prostredníctvom kvality**

Tréningové systémy pre elektroenergetiku ..... 4

## **Komplexná prezentácia didaktického obsahu**

Didaktické médiá pre všetky systémy z ponuky Lucas-Nülle ..... 5

## **Od výroby elektrickej energie až po jej spotrebu**

Prenosová sústava budúcnosti - inteligentné siete ..... 6

Prepojené systémy v elektroenergetickom laboratóriu ..... 8

Najlepšie vybavenie pre budúcnosť ..... 10

Softvér SCADA Power-LAB ..... 11

**Všetko na jeden pohľad** ..... 12

## **Viac ako tréningový systém**

Kompletné riešenie laboratória elektroenergetiky ..... 14



# Obsah

<b>Základy elektroenergetiky</b> .....	16
Jednosmerné, striedavé a trojfázové obvody (UniTrain-I) .....	20
Magnetizmus / Elektromagnetizmus (UniTrain-I) .....	23
Meranie s multimetrom (UniTrain-I) .....	24
Siete a modely sietí (UniTrain-I) .....	25
Prúdový a napäťový transformátor .....	26
<b>Výroba elektrickej energie</b> .....	28
Trojfázové synchronne generátory (UniTrain-I) .....	32
Regulácia generátora a synchronizácia .....	33
Ochrana generátora .....	35
<b>Výroba energie z obnoviteľných zdrojov</b> .....	38
Fotovoltaika (UniTrain-I) .....	42
Pokročilá fotovoltaika .....	44
Veterné elektrárne .....	48
Technika palivových článkov (UniTrain-I) .....	54
Pokročilá technika palivových článkov .....	56
<b>Transformátory</b> .....	58
Trojfázový transformátor (UniTrain-I) .....	62
Vyšetrovanie transformátorov .....	63
Ochrana transformátorov .....	64
<b>Prenos energie</b> .....	66
Vyšetrovanie trojfázových vedení .....	70
Paralelné a sériové zapojenie vodičov .....	71
Vedenie s kompenzáciou zemného spojenia .....	72
Prenosové systémy so synchronným generátorom .....	73
Ochrana vedení .....	74
<b>Distribúcia energie</b> .....	78
Systém trojfázových prípojnic .....	82
Nadprúdová ochrana prípojnic .....	83
<b>Manažment energie</b> .....	84
Komplexná kontrola spotrebiteľa, meranie spotreby energie a kontrola špičkovej záťaže .....	88
Dynamický spotrebič .....	89
Ručná alebo automatická kompenzácia jalového výkonu .....	90
Ochrana elektrických spotrebičov .....	91

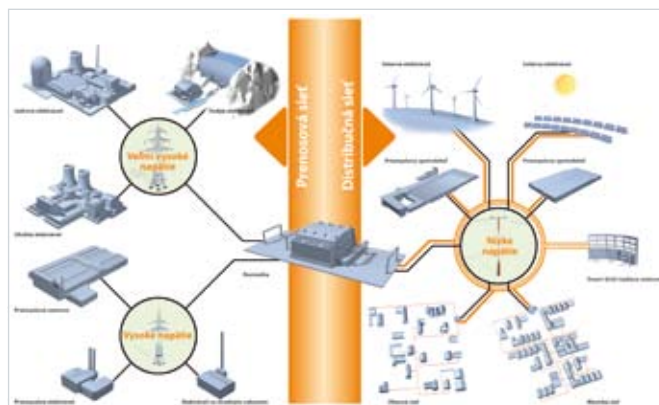
# Kvalifikácia prostredníctvom kvality

## Tréningové systémy pre elektroenergetiku

### Technický pokrok ...

Nastáva posun vo výrobe energie od uhoľných, mazutových a jadrových elektrární ku obnoviteľným zdrojom. Dnešná technika umožňuje využívanie energetických zdrojov, ktoré nepoškodzujú životné prostredie. Sem patria solárna energia, veterná energia, vodík a biomasa. V súlade s týmto trendom vzniká dopyt na dobre vzdelaných technikov.

Výroba elektrickej energie, jej prenos a distribúcia a taktiež ochrana zariadení, hospodárne využívanie energie sú vo vzťahu k inteligentným sieťam (Smart Grid) aktuálnymi témami súčasnosti!



### ... má veľký vplyv na vzdelávanie

Didaktický systém firmy Lucas-Nülle na vzdelávanie v elektroenergetike umožňuje vyučujúcim názorne vysvetliť technické súvislosti elektroenergetiky vo forme zodpovedajúcej súčasnej praxi. Elektroenergetika obsahuje výrobu, prenos, distribúciu a využitie elektrickej energie ako aj príslušnú techniku ochrany pre uvedené oblasti.

Systém je mimoriadne variabilný a je schopný bez problémov sa prispôbiť požiadavkám pre vzdelávanie od úrovne stredoškolskej prípravy elektrikárov až po univerzitné inžinierske vzdelávanie.



### Vaše výhody

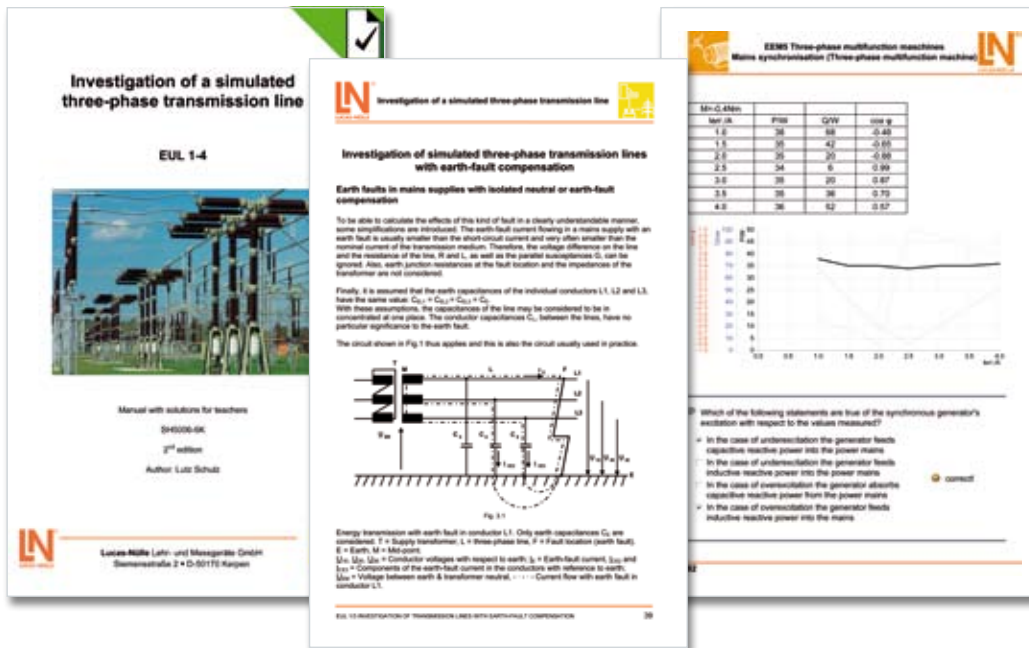
- Rozsiahly, ucelený program – od výroby energie cez prenos a distribúciu až po spotrebu energie
- Integrácia obnoviteľných energií do konvenčnej elektroenergetiky
- Kontrola riadenia prostredníctvom SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Modulárne usporiadanie systému pre merania na postupné vysvetlenie súvislostí pomocou meraní
- Zbernicové usporiadanie všetkých úrovní napätia umožňuje rýchle a prehľadné zapájanie meraní
- Realistická simulácia 380 kV prenosového vedenia s dĺžkou 300 km a 150 km
- Používanie bežných priemyslových prístrojov modernej číslicovej techniky
- Vysoká bezpečnosť práce prostredníctvom výlučného používania bezpečnostných zdrojov a vodičov
- Technika ochrany pre všetky oblasti elektroenergetiky

# Komplexná prezentácia didaktického obsahu

## Didaktické médiá pre všetky systémy z ponuky Lucas-Nülle

### Učebnice

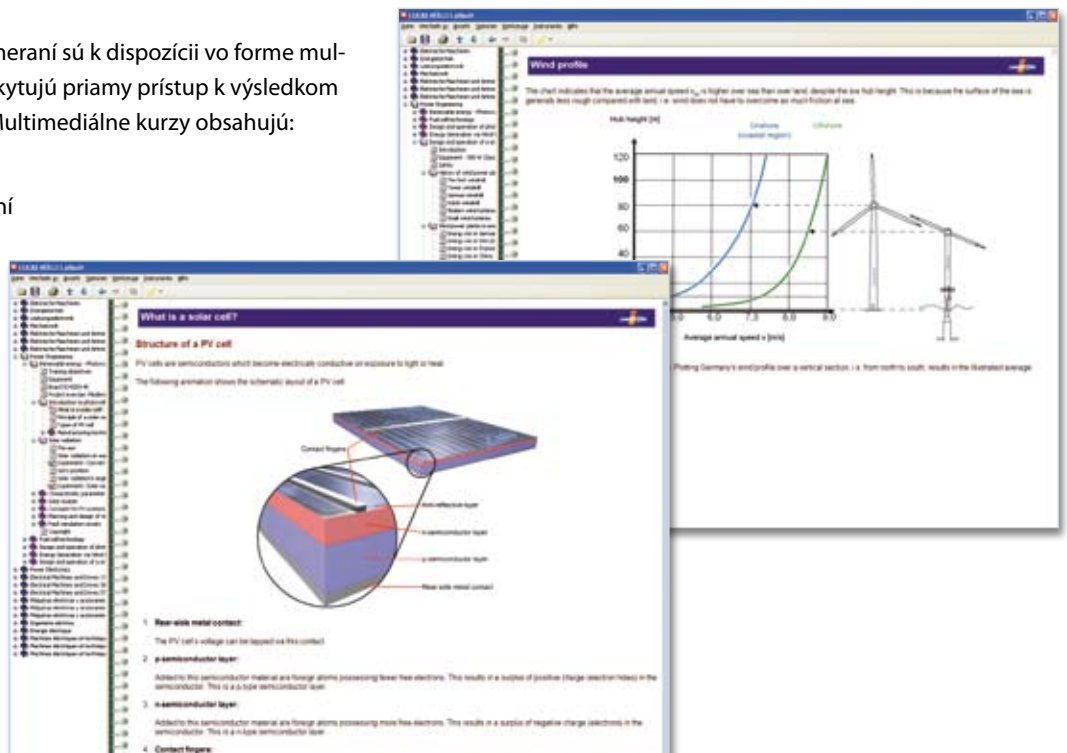
Ponúkajú okrem podrobného popisu meraní aj početné projekty, príklady, cvičenia a riešenia.



### Multimediálne kurzy

Mnohé návody na zapojenie meraní sú k dispozícii vo forme multimediálneho kurzu. Tieto poskytujú priamy prístup k výsledkom meraní rozličných prístrojov. Multimediálne kurzy obsahujú:

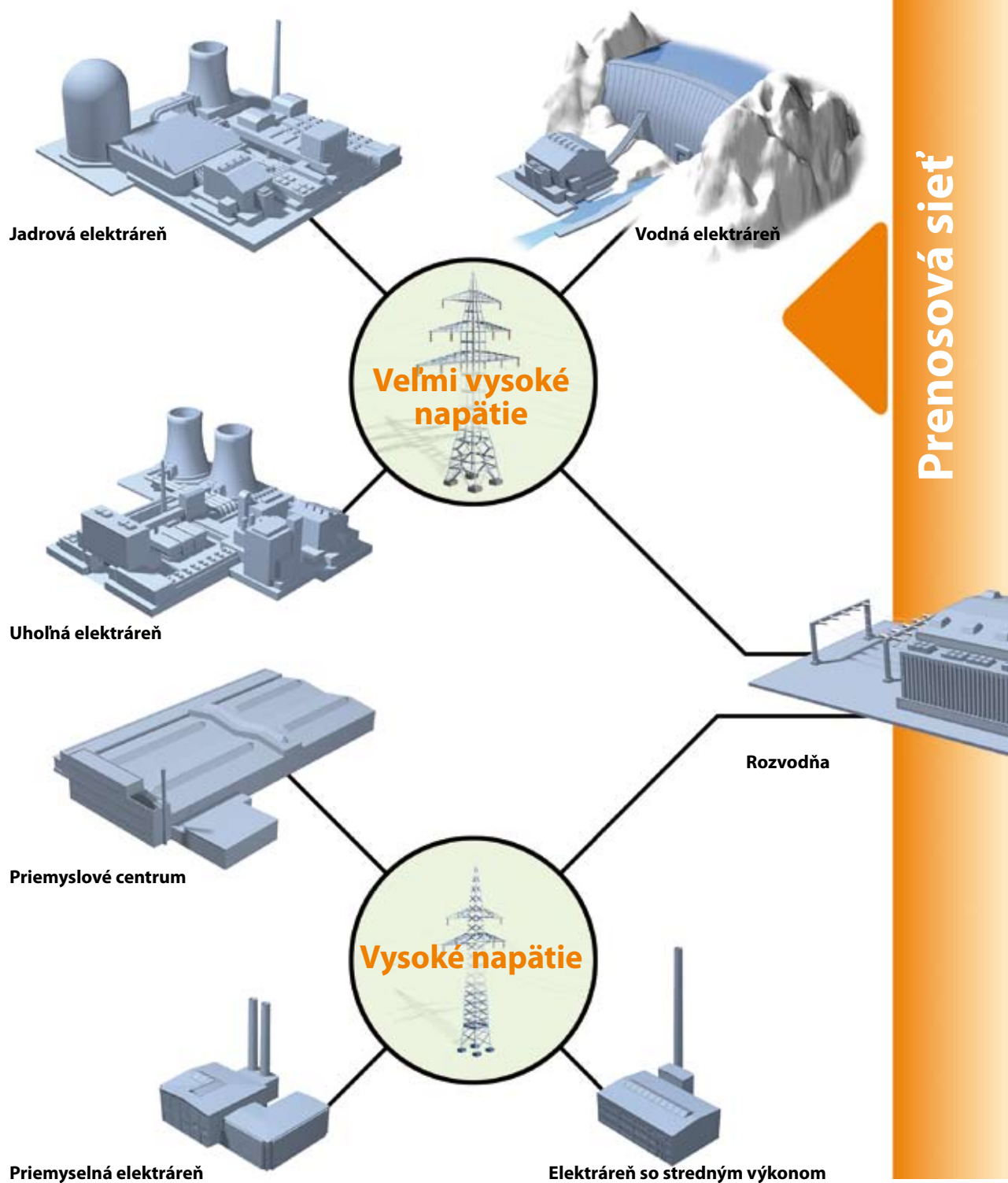
- testy vedomostí
- interaktívne zapájanie meraní
- navigačnú lištu
- animácie

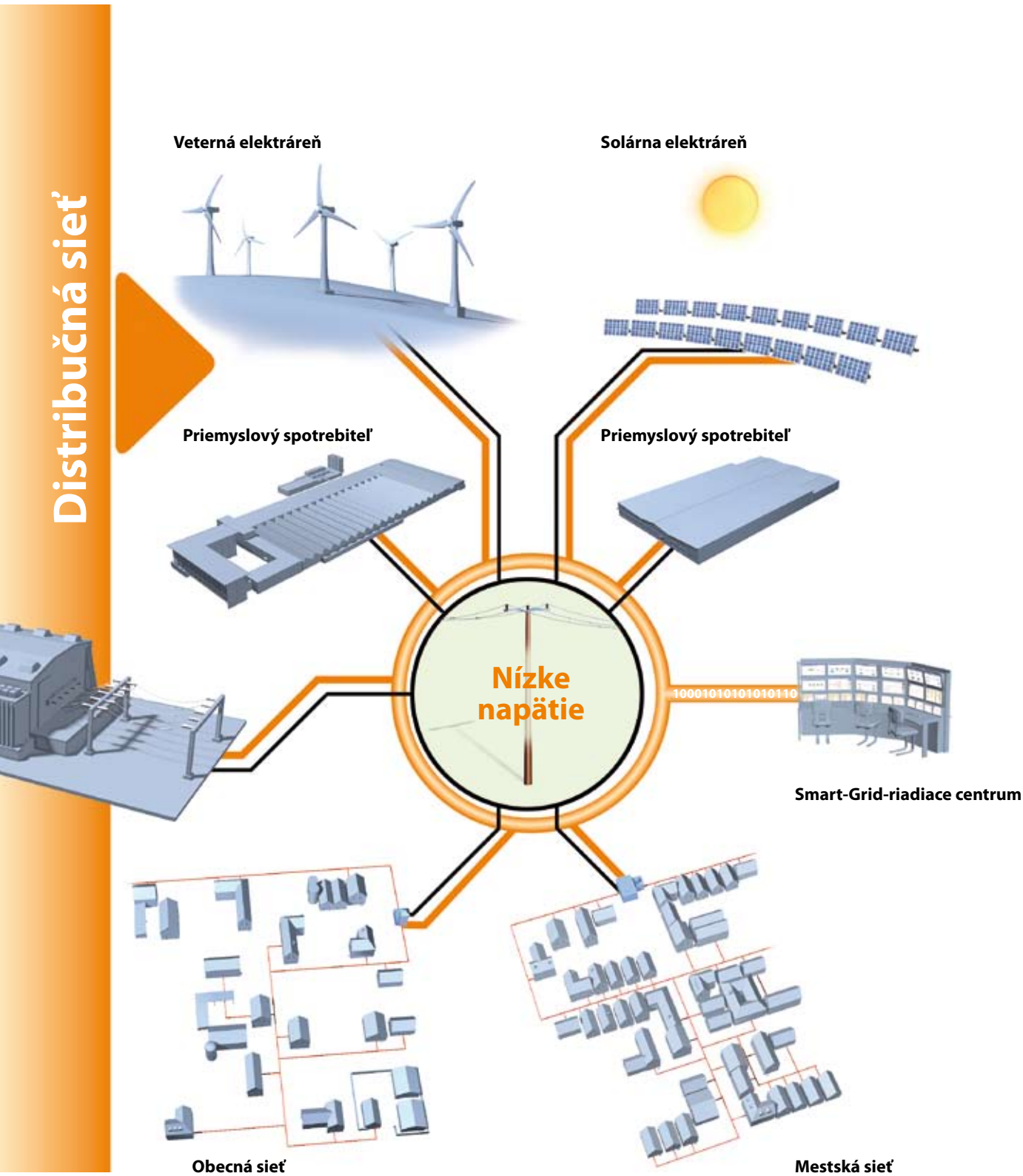


# Od výroby elektrickej energie až po jej spotrebu

## Prenosová sústava budúcnosti - inteligentné siete

Prostredníctvom zariadení Lucas-Nülle je možná simulácia kompletnej prenosovej sústavy od výroby elektrickej energia až po jej konečnú spotrebu.





# Od výroby elektrickej energie až po jej spotrebu

## Prepojené systémy v elektroenergetickom laboratóriu

### Inteligentné laboratórium

Zariadenia výrobcu Lucas-Nülle GmbH z oblasti elektroenergetiky je možné navzájom ľubovoľne kombinovať.

Napríklad elektrickú energiu vyprodukovanú v laboratóriu so systémov obnoviteľných zdrojov je možné pomocou systému prenosových vedení priviesť na systém transformátorov, upraviť ju pre jednofázovú sústavu a priviesť na ľubovoľný spotrebič. Všetky zbernicové systémy, meracie prístroje a ochranné zariadenia je možné navzájom kombinovať a centrálné vyhodnocovať a riadiť prostredníctvom softvéru SCADA Power-Lab. Takýto systém nekladie budovaniu a skúmaniu inteligentných sietí v laboratóriu nijaké hranice.





10010010101001010111000101010101000101010100001010010100100010010100010101010



**Prenos**



**Distribúcia**



**Spotreba**

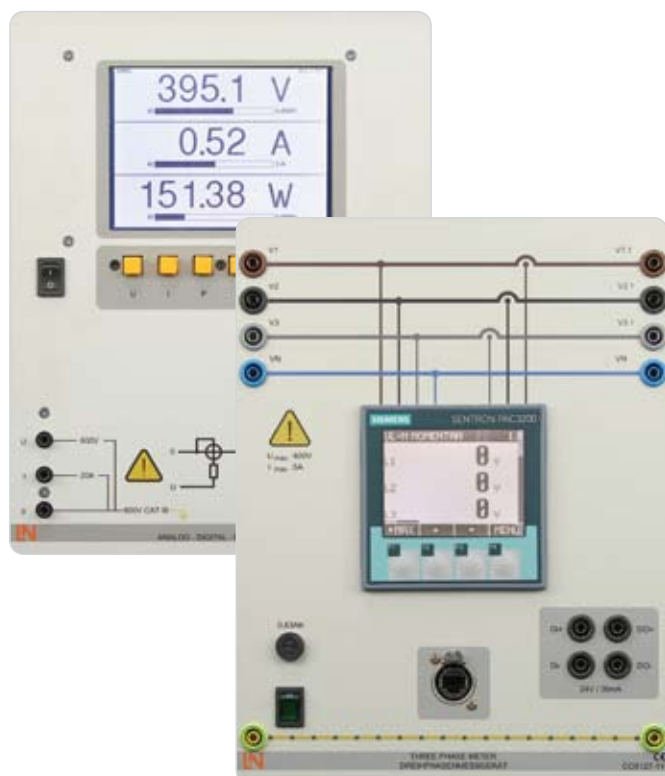
# Od výroby elektrickej energie až po jej spotrebu

## Najlepšie vybavenie pre budúcnosť

### Inteligentné siete – „Smart Grid“

V blízkej budúcnosti budú elektrické rozvodné siete vybavené novou technikou. Stúpajúci podiel využívania obnoviteľných zdrojov bude vyžadovať flexibilné riadenie siete a ich kompatibilitu so štruktúrou konvenčných elektrární. Rôznorodosť zdrojov energie a počet decentralných elektrární vyžaduje nové riadenie prevádzky siete – inteligentné siete – „Smart Grid“:

- Lepšia koordinácia výroby a spotreby energie
- Nasadenie moderných informačných technológií ako internet, snímače, riadiace prístroje s bezdrátovým prenosom
- „Smart Metering“ – inteligentné elektromery na koncových bodoch distribučnej siete
- Presunutie spotreby domácností mimo dobu špičkového zaťaženia siete
- Automatické spúšťanie pružných aplikácií v domácnosti (napr. pranie) mimo dobu špičky priamo z inteligentnej siete

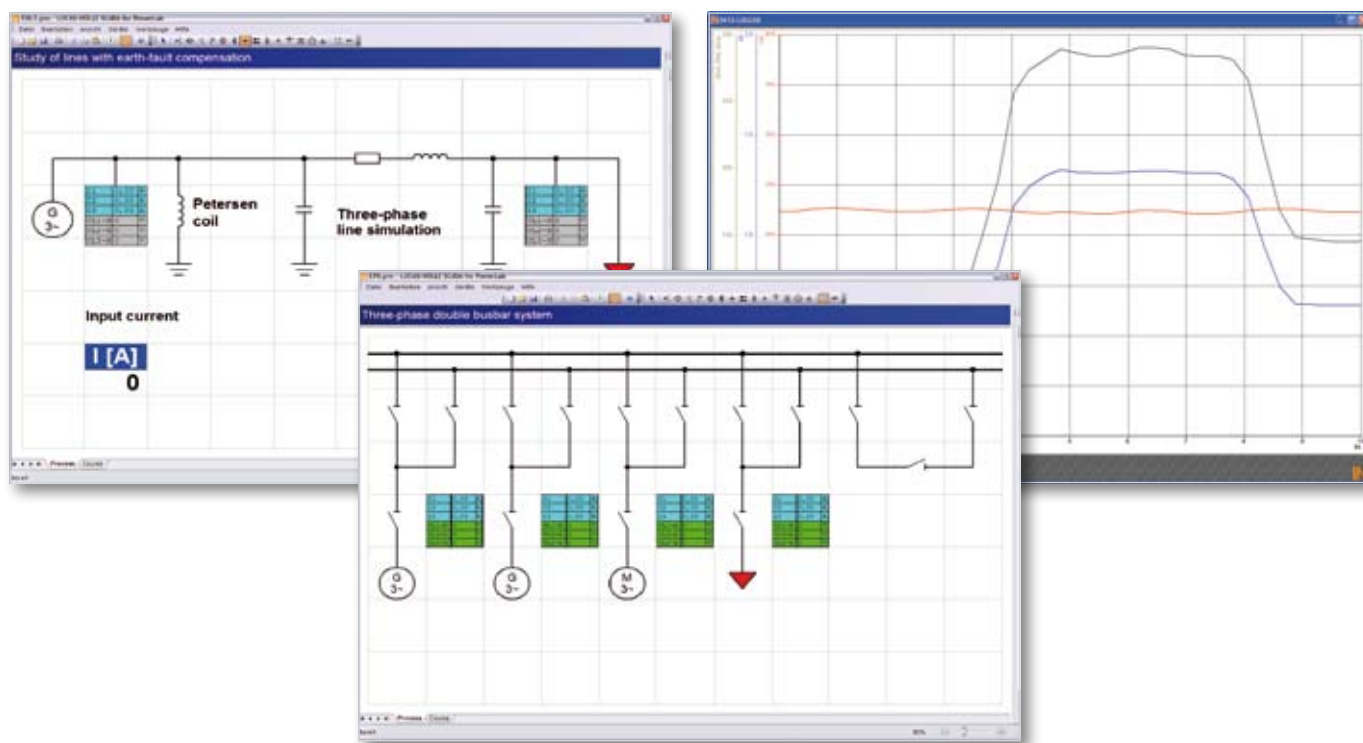


### Didaktické systémy Lucas-Nülle sú najlepšie pripravené na tento vývoj:

- Inteligentné meracie prístroje, ktoré sú dostupné cez rôzne komunikačné rozhrania, (napr. LAN, RS485, USB) a riadiace prvky
- Softvér SCADA Power-LAB na inteligentné riadenie a vyhodnocovanie inteligentných sietí

## SCADA Power-LAB Software

Pod Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) môžeme rozumieť kontrolu, riadenie a získavanie dát z technických procesov v reálnom čase. V elektroenergetike je systém SCADA využívaný od výroby a prenosu energie cez ochranu až po konečnú spotrebu. SCADA poskytuje personálu možnosť sledovania a zadávania dát v procesoch. Namerané hodnoty zobrazuje na monitoroch v reálnom čase. Riadiace signály môžu byť menené počas priebehu procesu. Systém SCADA dokáže aj automaticky riadiť procesy. Snímanie mnohých hodnôt umožňuje lepšie plánovanie a ekonomickú optimalizáciu. Systém môže byť diaľkovo riadený prostredníctvom lokálnej dátovej siete (LAN).



### Vaše výhody

- Symbolické usporiadanie všetkých elektroenergetických zariadení Lucas-Nülle na monitore
- Zobrazenie nameraných hodnôt a stavov
- Softvér môže riadiť dôležité parametre a signály
- Meracie hodnoty z prístrojov môžu byť zosnímané, zobrazené po dlhšiu dobu, vyhodnotené a exportované
- Realizácia a analýza inteligentných sietí (Smart Grid)
- Automatická zmena prípojnice

# Všetko na jeden pohľad

## Ochrana elektroenergetických zariadení

SCADA

EGP

SCADA

ETP

### Ochrana generátorov

- Diferenciálna ochrana generátora
- Nadprúdová ochrana
- Ochrana pred nesúmerným zaťažením
- Ochrana pred spätným prúdom
- Ochrana pred prepätím/podpätím
- Ochrana statoru
- Ochrana rotoru

### Ochrana transformátorov

- Diferenciálna ochrana transformátora
- Časová nadprúdová ochrana

## Skúmanie elektroenergetických zariadení

SCADA

EUG

SCADA

EUT

### Výroba elektrickej energie

- Trojfázové synchronne generátory
- Synchronizačné zapojenia
- Automatická regulácia výkonu a faktoru výkonu

### Obnoviteľné energie

- Veterná energia
- Fotovoltaik
- Palivové články



### Transformátor

- Transformátor naprázdno a nakrátko
- Transformátor s ohmickou kapacitnou a indukčnou záťažou
- Paralelný chod transformátorov
- Rozdelenie výkonu pre rozličné skupiny



## Základy elektroenergetiky

### Základy elektrotechniky

- Jednosmerné obvody
- Striedavé obvody
- Trojfázové obvody
- Magnetizmus/elektromagnetizmus
- Meranie s multimetrom



**SCADA****ELP****Ochrana vedení**

- Ochrana proti podpätiu/prepätiu
- Fázové ochrany
- Nadprúdové ochrany
- Zemné spojenie v sieťach
- Ochrana paralelných vedení
- Porovnávacie ochrany

**SCADA****EDP****Ochrana prípojnic**

- Nadprúdová ochrana dvojitych prípojnic

**SCADA****ECP****Ochrana elektrických spotrebičov**

- Ochrana elektrických strojov
- Moduly riadenia motorov

**SCADA****EUL****Prenos elektrickej energie**

- Merania na trojfázových vedeniach
- Merania na paralelných vedeniach
- Merania na vedeniach s kompenzáciou zemného spojenia
- Merania na prenosových systémoch so synchronným generátorom

**SCADA****EPD****Distribúcia elektrickej energie**

- Systém dvojitych trojfázových prípojnic
- Ručné prepínanie prípojnic
- Automatické prepínanie prípojnic pomocou PC

**SCADA****EUC****Spotreba elektrickej energie**

- Komplexné spotrebiče
- Kompenzácia jalového výkonu
- Meranie spotreby energie
- Kontrola špičkovej záťaže
- Manažment energie

**EUB****Transformátory napätia a prúdu**

- Transformátor prúdu pre ochrany
- Transformátor napätia pre ochrany

**ENU****Siete a modely**

- Tranzitné procesy v jednosmerných a striedavých sieťach
- Model jednofázovej siete



# Viac ako tréningový systém

## Kompletné riešenie laboratória elektroenergetiky

Pútavá prezentácia komplexného didaktického obsahu modernými médiami



Obnoviteľné energie:  
veterná elektrárňa, palivové bunky, fotovoltika



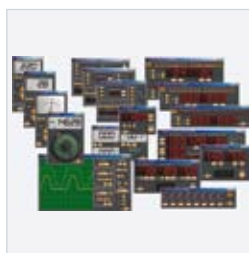
Smart Grid: riadenie celého toku energie systémom SCADA

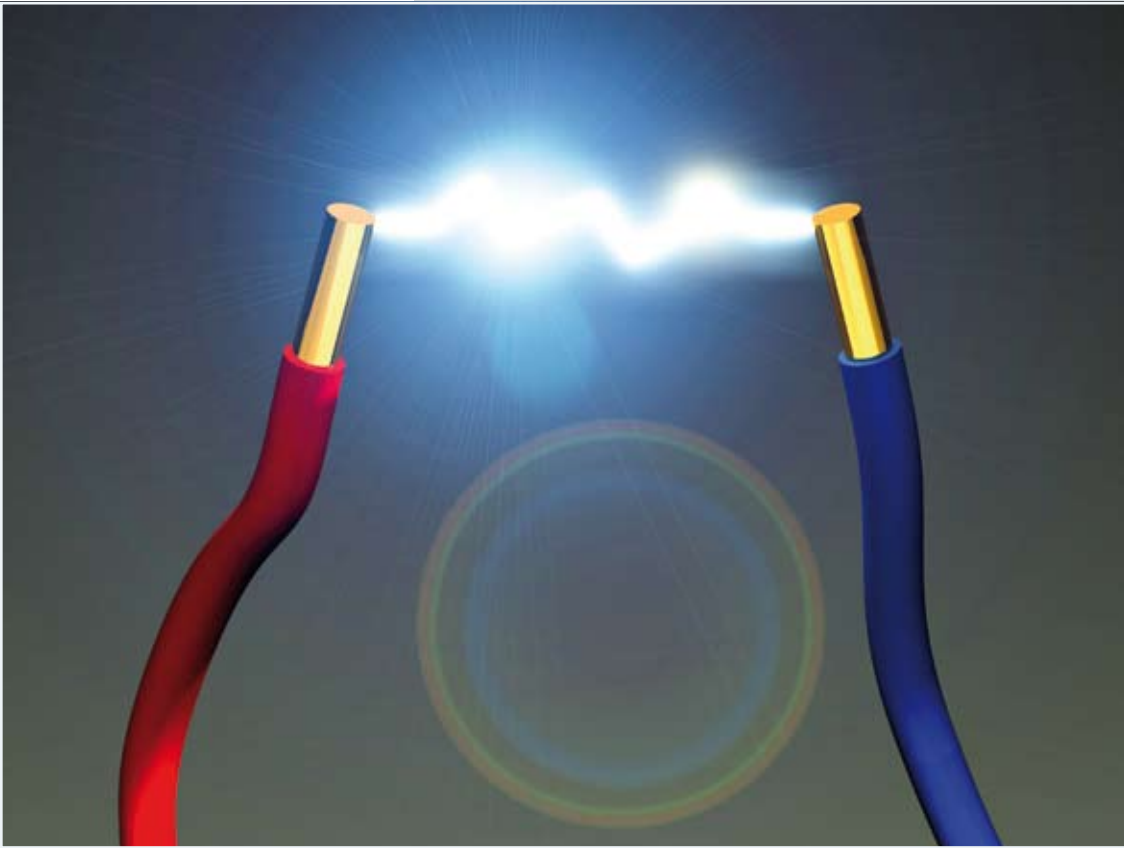
**SCADA**



Kompletné riešenie pre elektroenergetiku: od výroby cez prenos a distribúciu až po spotrebu.

Multimediálne vyučovanie so systémom UniTrain-I





# Základy elektroenergetiky

Jednosmerné obvody (UniTrain-I) .....	20
Striedavé obvody (UniTrain-I) .....	21
Trojfázové obvody (UniTrain-I) .....	22
Magnetizmus / elektromagnetizmus (UniTrain-I) .....	23
Meranie s multimetrom (UniTrain-I) .....	24
Siete a modely sietí (UniTrain-I) .....	25
Prúdové a napäťové transformátory .....	26



# Základy elektroenergetiky

## Multimediálny vstup do elektroenergetiky prepojený s praxou

Multimediálny experimentálny a tréningový systém UniTrain-I obsahuje softvér s prehľadným usporiadaním, ktorý sprevádza žiakov pomocou textov, grafiky a animácií teoretickým úvodom a pripojenými meraniami. Okrem softvéru, každý kurz obsahuje sadu obvodov na plošných spojoch - experimentálnych kariet-, na ktorých sú zapájané praktické úlohy.

Multimediálne kurzy UniTrain-I poskytujú prehľad o aktuálnych otázkach z elektroenergetiky prostredníctvom početných meraní a animácií. Základné jednosmerné, striedavé a trojfázové obvody ako aj transformátory sú spracované v rôznych kurzoch. Typické, obzvlášť dôležité procesy prebiehajúce pri výrobe a distribúcii elektrickej energie sú vysvetľované pomocou meraní na bezpečnom nízkom napätí.



### Vaše výhody

- Teória a prax súčasne na jednom mieste
- Vysoká motivácia žiakov použitím nových médií a PC
- Rýchly nárast vedomostí prostredníctvom kurzov
- Rýchle pochopenie učiva prostredníctvom animovanej teórie
- Získavanie manuálnych zručností pri meraniach
- Častá spätná väzba pomocou otázok a testov vedomostí
- Vedené vyhľadávanie chýb s integrovaným simulátorom chýb
- Bezpečné používanie vďaka nízkemu napätiu pri meraniach
- Veľký výber kurzov
- Vzorové riešenia pre učiteľa

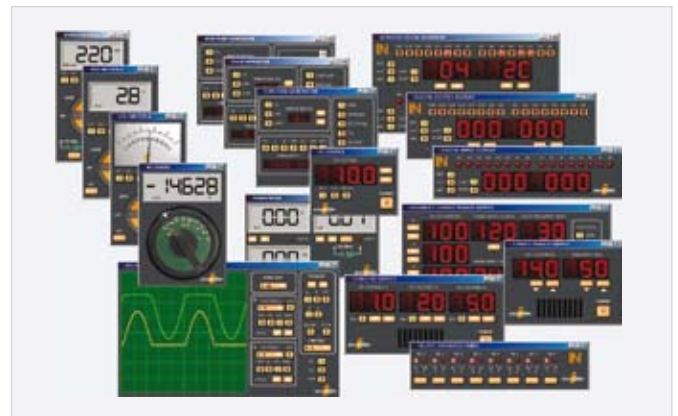
### System UniTrain-I

- Plnohodnotné, prenosné laboratórium
- Multimediálne kurzy
- High-Tech- merací a riadiaci interfejs
- Teória a prax súčasne



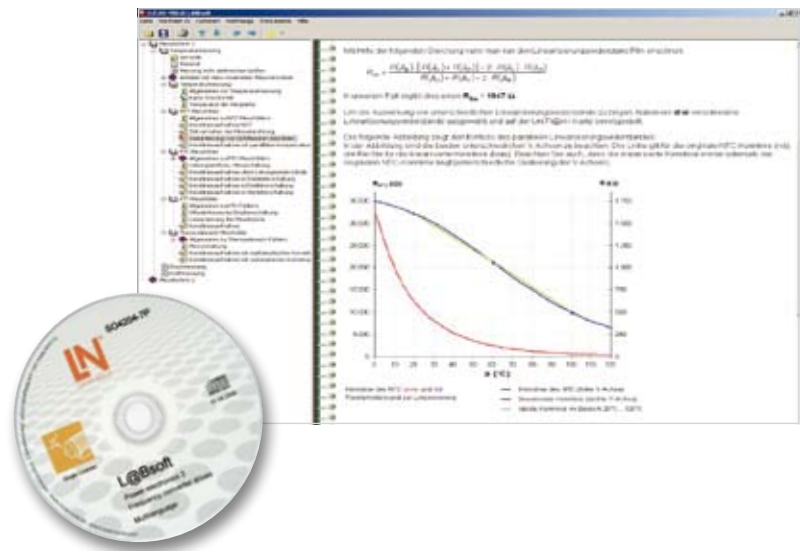
### Integrované prístroje a zdroje

- Multimeter, ampérmeter, voltmeter
- 2-kanálový pamäťový osciloskop
- Generátor funkcií a signálov
- Trojfázový zdroj pre AC a DC
- Trojfázový zdroj
- ... a mnoho iných prístrojov



### Vzdelávací a merací softvér LabSoft

- Veľký výber kurzov
- Rozsiahla teória
- Animácie
- Interaktívne merania s návodom
- Volná navigácia
- Dokumentácia výsledkov meraní
- Editovateľné testy vedomostí



# Jednosmerné obvody

## Prúd, napätie a odpor

Prúd, napätie, odpor – vysvetlenie základov elektrotechniky pomocou meraní. Základné elektrotechnické zákony sú v kurze spracované v početných, ľahko pochopiteľných meraniach názorne doplnených animáciami a textami.



**UniTrain**  
SYSTEM

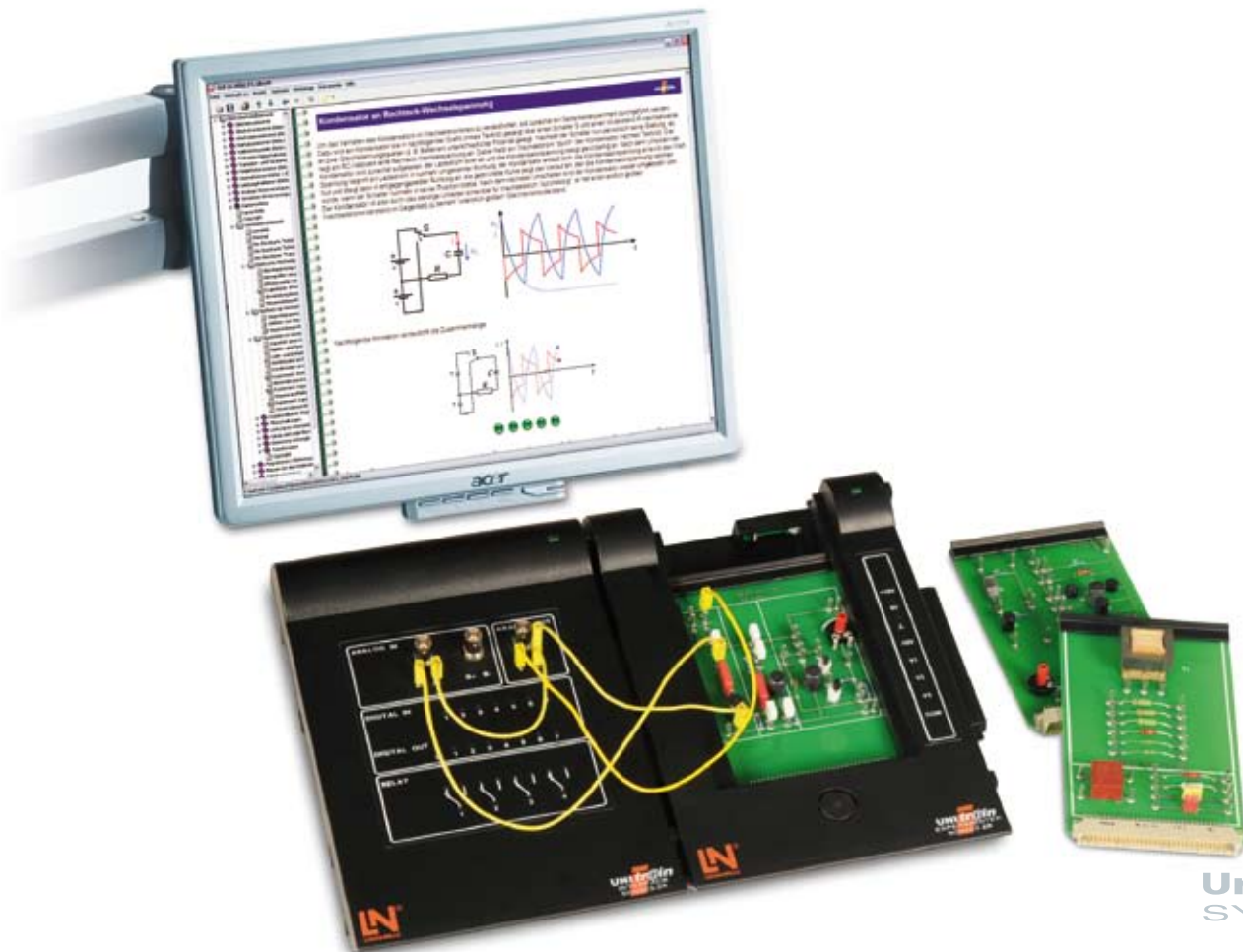
### Vyučovací obsah

- Základné pojmy: elektrický náboj, elektrické pole, prúd, napätie, odpor a výkon
- Zaoberanie s napájacími zdrojmi a meracími prístrojmi
- Experimentálne objasnenie Ohmovho a Kirchhoffových zákonov
- Meranie na sériových, paralelných obvodoch a deličoch napätia
- Snímanie charakteristík premenlivých odporov (LDR, NTC, PTC, VDR)
- Skúmanie cievky a kondenzátora v jednosmerných obvodoch
- Hľadanie chýb

# Striedavé obvody

## Indukčnosť, kapacita, oscilačný obvod/transformátor

Ako sa chovajú cievky a kondenzátory so striedavým prúdom? Čo je oscilačný obvod a ako pracuje transformátor?



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Charakteristiky periodických a sínusových signálov
- Zaobchádzanie s fázorovým diagramom
- Meranie jalového odporu cievky a kondenzátora
- Vysvetlenie účinného, jalového a zdanlivého výkonu
- Určenie frekvenčnej charakteristiky jednoduchého obvodu s filtrom
- Elektrické oscilačné obvody: rezonancia, rýchlosť, šírka pásma a medzný kmitočet
- Meranie kmitočtu sériových a paralelných rezonančných obvodov
- Meranie chodu so záťažou, bez záťaže a nakrátko
- Kmitočet transformátorov a prenášačov
- Hľadanie chýb

# Trojfázové obvody

## Zapojenie hviezda - trojuholník, trojfázový generátor

Trojfázový prúd má veľký význam v elektroenergetike a technike pohonov, ako aj pri výrobe a prenose elektrickej energie a pri prevádzke výkonných priemyslových strojov.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Meranie združených a fázových veličín v trojfázovej sieti
- Vysvetlenie zákonitostí medzi združeným a fázovým napätím prostredníctvom merania
- Ohmický a kapacitný spotrebič v zapojení hviezda- trojuholník
- Fázový posun medzi združeným a fázovým napätím
- Meranie prúdov v nulovom vodiči
- Účinky prerušenia nulového vodiča
- Meranie prúdu a napätia pri symetrickej a nesymetrickej záťaži
- Meranie výkonu pri trojfázovej záťaži

# Magnetizmus/elektromagnetizmus

## Magnetické pole, indukcia, súčiastky

Magnetizmus a elektrina sú navzájom prepojené. Mnohé elektrotechnické súčiastky využívajú (elektro-) magnetické efekty.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Magnetizmus: magnetické póly, magnetické pole, línie poľa a sila poľa
- Materiály tvrdých a mäkkých magnetov, hysteréza
- Skúmanie magnetických polí vodičov, ktorými tečie prúd
- Skúmanie magnetických polí cievky (vzduchová cievka, cievka s jadrom)
- Elektromagnetická indukcia a Lorentzova sila
- Konštrukcia a funkcie transformátora
- Skúmanie transformátora pri rozličných záťažach
- Konštrukcia a funkcie elektromagnetických súčiastok: relé, jazýčkové relé, Hallov spínač
- Skúmanie aplikačných obvodov

# Meranie s multimetrom

## Meranie prúdu, napätia, odporov a diód

Správne merať a bezpečne pracovať – v kurze je vysvetlené bezpečné zaobchádzanie s ľubovoľnými meracími prístrojmi prostredníctvom početných meraní a animácií.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Poznávanie ovládacích prvkov multimetra
- Nebezpečenstvo pri meraní na elektrických obvodoch
- Meranie jednosmerného a striedavého napätia s multimetrom
- Meranie jednosmerného a striedavého prúdu s multimetrom
- Meranie odporu a diód
- Meranie nastavenia nuly a meranie priechodnosti
- Nastavenie meracieho rozsahu
- Poznávanie možných zdrojov chýb pri meraní
- Vysvetlenie merania súčiastok v neznámom obvode pomocou meraní prúdu a napätia

# Siete a modely sietí

## Tranzitné procesy v jednosmerných a striedavých sieťach

Siete na distribúciu elektrickej energie pozostávajú zo štruktúry paralelne alebo sériovo zapojených vodičov. V nízko-, stredno-, alebo vysokonapäťových sieťach prebiehajú dva rôzne procesy: stacionárne (konštantné zaťaženie) a prechodné (prechodové deje). Prechodné deje nastávajú pri skrate a pri iných chybách. Aj spínanie v sieti môže za určitých podmienok zapríčiniť prechodný stav. Tieto typické procesy, obzvlášť dôležité pri výrobe a rozvode elektrickej energie, sú objasnené prostredníctvom meraní na bezpečnom napätí.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Význam spínacích postupov v sieťach
- Účinky (riziká) spínacích postupov v energetických sieťach
- Experimentálne meranie strát prúdu a napätia pri zapnutí jednosmerného napätia
- Skúmanie pôsobenia rôznej záťaže (R, L, C) na priebeh signálu
- Experimentálne meranie strát prúdu a napätia pri zapnutí striedavého napätia
- Skúmanie pôsobenia zapínacích a vypínacích časov
- Meranie priebehu signálu pri rôznych vypínacích časoch
- Stanovenie optimálnych časov spínania
- Analyzovanie spínacích a vypínacích procesov s komplexnou záťažou (R,L,C) pri rôznych spínacích časoch

# Prúdový a napäťový transformátor

## Transformátor pre bezpečnostné zariadenia

Prúdový a napäťový transformátor je často používaný na rôzne úlohy v elektroenergetike. V rôznych meraniach budú preskúvané: chyba prúdu, nadprúdový faktor, chyba uhla a celková chyba transformátora pri rozličnej záťaži. Ďalej môžu byť spracované požiadavky na transformátor pri normálnej prevádzke, pri skrate a pri nesymetrickej chybe.



Príklad zapojenia „Transformátor EUB 1“

### Vyučovací obsah

- Sekundárny prúd transformátora ako funkcia primárneho prúdu
- Vplyv záťaže na chybu prúdu
- Preskúšanie faktoru menovitého nadprúdu
- Prúdový transformátor v trojvodičovej sieti
- Prúdový transformátor v štvorvodičovej sieti
- Určenie nulového prúdu

## Transformátor pre bezpečnostné zariadenia

Ochrana zariadení a ich častí nezávisí iba od selektívnych bezpečnostných zariadení ale aj od korektného získavania a merania najmenších chybových prúdov a napätí. Na rôznych uzlových bodoch sú vykonávané merania za účelom správneho zistenia a lokalizácie možných chýb.



Príklad zapojenia „Transformátor EUB 2“

### Vyučovací obsah

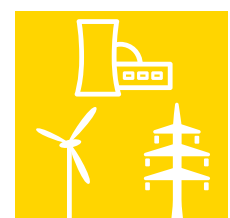
- Charakteristiky napätového transformátora
- Výpočet napätovej chyby a triedy presnosti
- Vplyv záťaže na chovanie prevodu
- Trojfázový transformátor v „zdravej“ sieti
- Trojfázový transformátor v sieti so skratom v primárnom vinutí



Zdroj: Woodward SEG

# Výroba elektrickej energie

Synchrónne stroje (UniTrain-I) .....	32
Regulácia generátora a synchronizácia .....	33
Ochrana generátora .....	35



# Výroba elektrickej energie

## Pomocou trojfázových synchronných generátorov

Okrem základných zapojení s trojfázovým synchronným generátorom, obsahujú cvičenia v tejto oblasti aj zapojenia s ručnou a automatickou synchronizáciou, ako aj merania s automatickou reguláciou faktoru výkonu (účinníka - regulácia  $\cos \phi$ ) a výkonu. Tento model umožňuje simuláciu elektrárne pracujúcej osamotene alebo v sieti. Je požadovaná účinná ochrana generátorov voči vnútorným a vonkajším chybám. Môžu byť pripojené početné bezpečnostné zariadenia.



### Trojfázové synchronne generátory

Elektrická energia je väčšinou vyrábaná trojfázovými generátormi. To platí pre klasické ako aj pre veterné elektrárne. Tieto generátory musia mať účinnú ochranu voči vnútorným aj vonkajším poruchám zabezpečenú početnými bezpečnostnými zariadeniami.



Zdroj: Woodward SEG

### Servo brzdiaci a pohonný stend

Dôležitá súčasť vybavenia elektroenergetického laboratória je servo brzdiaci a pohonný systém pre meranie elektrických strojov a generátorov. Pozostáva z digitálnej riadiacej jednotky, servo-pohonu a softvéru ActiveServo. Systém spája najmodernejšiu techniku s jednoduchou obsluhou. Okrem poháňania a brzdenia dokáže realisticky emulovať modely pracovného zaťaženia strojov. Takže je možné stroje, generátory a pohony vystavovať typickej priemyselovej záťaži aj v laboratórnych podmienkach.



### Tréningové systémy

Naše tréningové systémy pokrývajú nasledovné témy:

- UniTrain-I trojfázové synchronne generátory
- Systém experimentálnych panelov A4 „Regulácia generátora a synchronizácia“
- Systém experimentálnych panelov A4 „Ochrana generátorov“



# Synchrónne stroje

## Stroj s krúžkovou kotvou, synchrónny stroj, reluktančný stroj

Reluktančné stroje sú motory budúcnosti. Už dnes sú široko nasadzované spolu s trojfázovými synchrónnymi strojmi s krúžkovou kotvou.



**UniTrain**  
SYSTEM

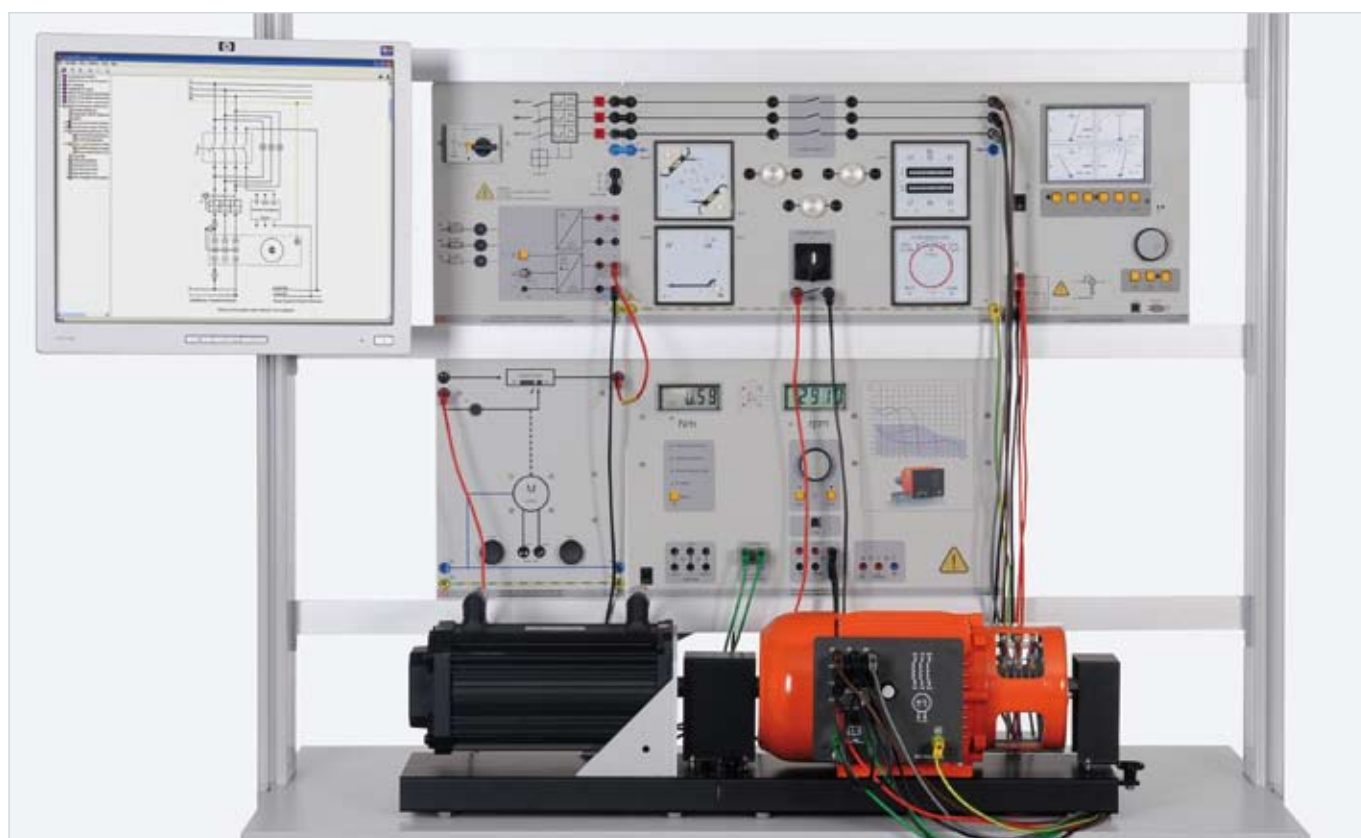
### Vyučovací obsah

- Vysvetlenie technológie a jej použitie v praxi
- Spracovanie fyziky potrebnej pre pochopenie
- Spúšťanie strojov so spúšťacím odporom ako aj s variabilnou frekvenciou
- Riadenie otáčok
- Vykonávanie rôznych zapojení:
  - pripojenie motora s krúžkovou kotvou
  - vplyv otvoreného alebo zacloneného rotorového vinutia
  - pôsobenie rôznych budiacich napätí

# Regulácia generátora a synchronizácia

## Ručne riadený synchronizačný obvod

Elektrická energia je väčšinou vyrábaná trojfázovými generátormi. To platí pre klasické elektrárne aj pre generátory veterných elektrární. Okrem základných zapojení synchrónneho generátora, môžu byť vykonávané rôzne zapojenia na tému manuálne riadenej synchronizácie so sieťou.



Príklad zapojenia „Ručne riadený synchronizačný obvod EUG 1“

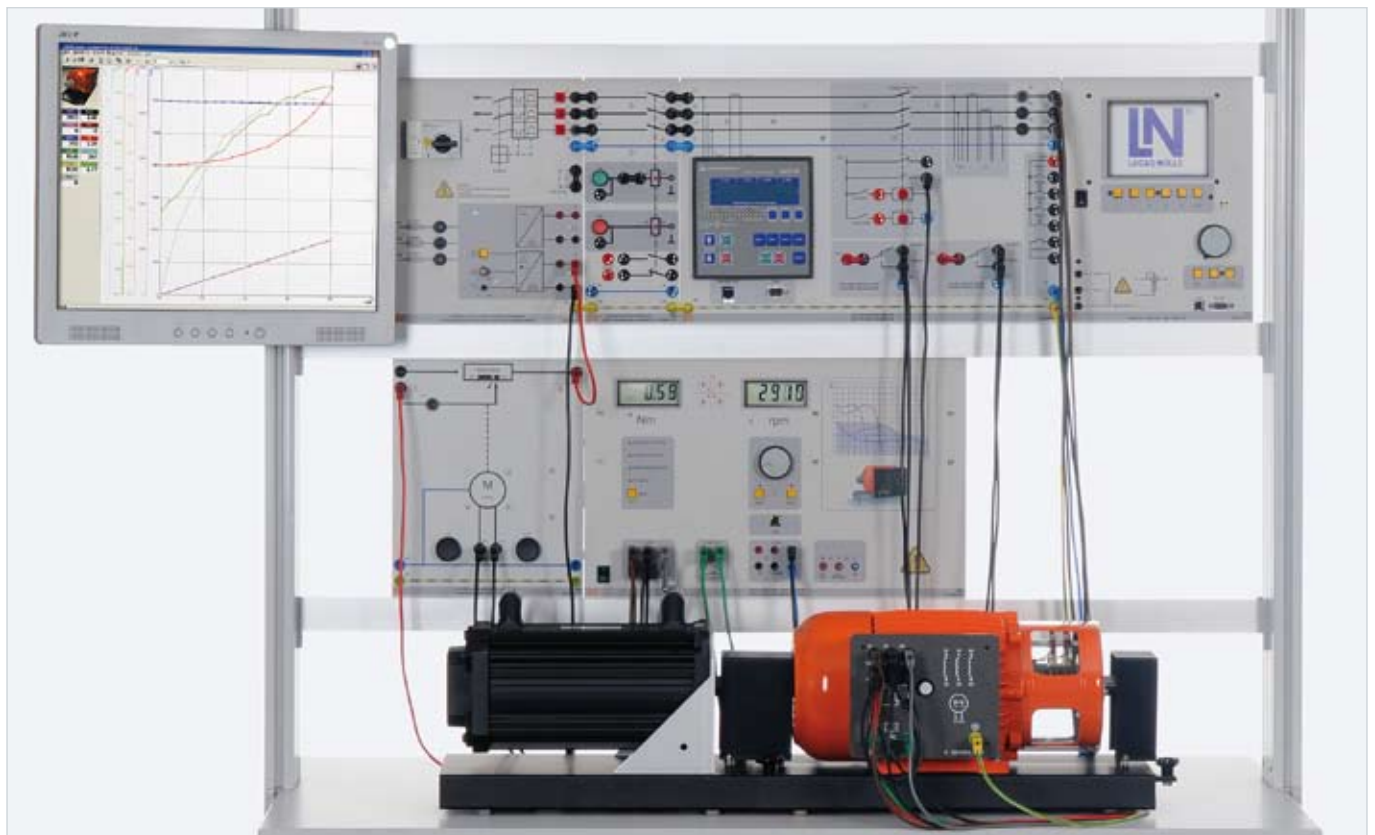
### Vyučovací obsah

- Obvod s tmavými synchr. žiarovkami
- Obvod s rozsvietenými synchr. žiarovkami
- Chod naprázdno
- Zisk činného výkonu
- Zisk indukčného jalového výkonu
- Zisk kapacitného jalového výkonu

# Regulácia generátora a synchronizácia

## Automatické synchronizačné obvody, regulácia výkonu a faktoru výkonu

Okrem zapojení obvodov s automatickou synchronizáciou budú vykonávané zapojenia zamerané na automatickú reguláciu faktoru výkonu (účinníka –  $\cos \varphi$ ) a reguláciu výkonu. Tak je možné simulovať samostatne zapojenú elektrárňu alebo elektrárňu zapojenú do siete.



Príklad zapojenia „Automatické synchronizačné obvody EUG 2“

### Vyučovací obsah

#### Automatické synchronizačné obvody

- Uvedenie prístrojov do prevádzky a nastavenie parametrov
- Synchronizácia v testovacej prevádzke
- Synchronizácia s reálnou sieťou
- Chovanie automatizovaných prístrojov pri chybách v programe

#### Automatická regulácia faktoru výkonu

- Nastavenie parametrov automatickej regulácie  $\cos \varphi$
- Synchronizácia generátora so sieťou
- Regulácia  $\cos \varphi$  synchronného generátora
- Regulácia  $\cos \varphi$  siete

#### Automatická regulácia výkonu

- Nastavenie parametrov automatickej regulácie výkonu
- Synchronizácia generátora so sieťou
- Chovanie regulátora pri regulácii výkonu a pri rušení
- Citlivosť a smer pôsobenia regulátora výkonu

# Ochrana generátora

## Multifunkčné relé

Na účinnú ochranu generátorov pred vonkajšími a vnútornými poruchami sú používané početné bezpečnostné zariadenia. Nadprúdová ochrana predstavuje rezervnú ochranu, ktorú je možno použiť aj pre zachytenie vonkajších porúch ako napr. skrat generátora alebo preťaženie. Ochrana statora zachytáva poruchy pri zemnom spojení statora generátora. Skupinu ochranných obvodov generátora „EGP“ uzatvára skúmanie spätnej wattovej ochrany, ochrany pri nesymetrickej záťaži a ochrany proti nadpätíu a podpätíu.



Príklad zapojenia „Ochrana generátora EGP 1“

### Vyučovací obsah

#### Nadprúdová ochrana

- Reakčný čas a chovanie pri vypínaní pri trojpólových poruchách
- Stanovenie vypínacích časov

#### Ochrana pri nesymetrickej záťaži

- Reakčný čas a chovanie pri vypínaní pri nesymetrickej záťaži
- Chovanie pri recidíve a vypínacie časy
- Vyšetrovanie charakteristiky relé  $TA = f(\text{nesymetrická záťaž})$

#### Spätná wattová ochrana

- Synchronizácia generátora so sieťou (prifázovanie)

- Zistenie motorického režimu a odpojenie generátora pri spätnom toku energie

#### Ochrana pred nadpätím a podpätím

- Reakcia pri výpadku fázy
- Vyšetrovanie reakčného a vypínacieho času

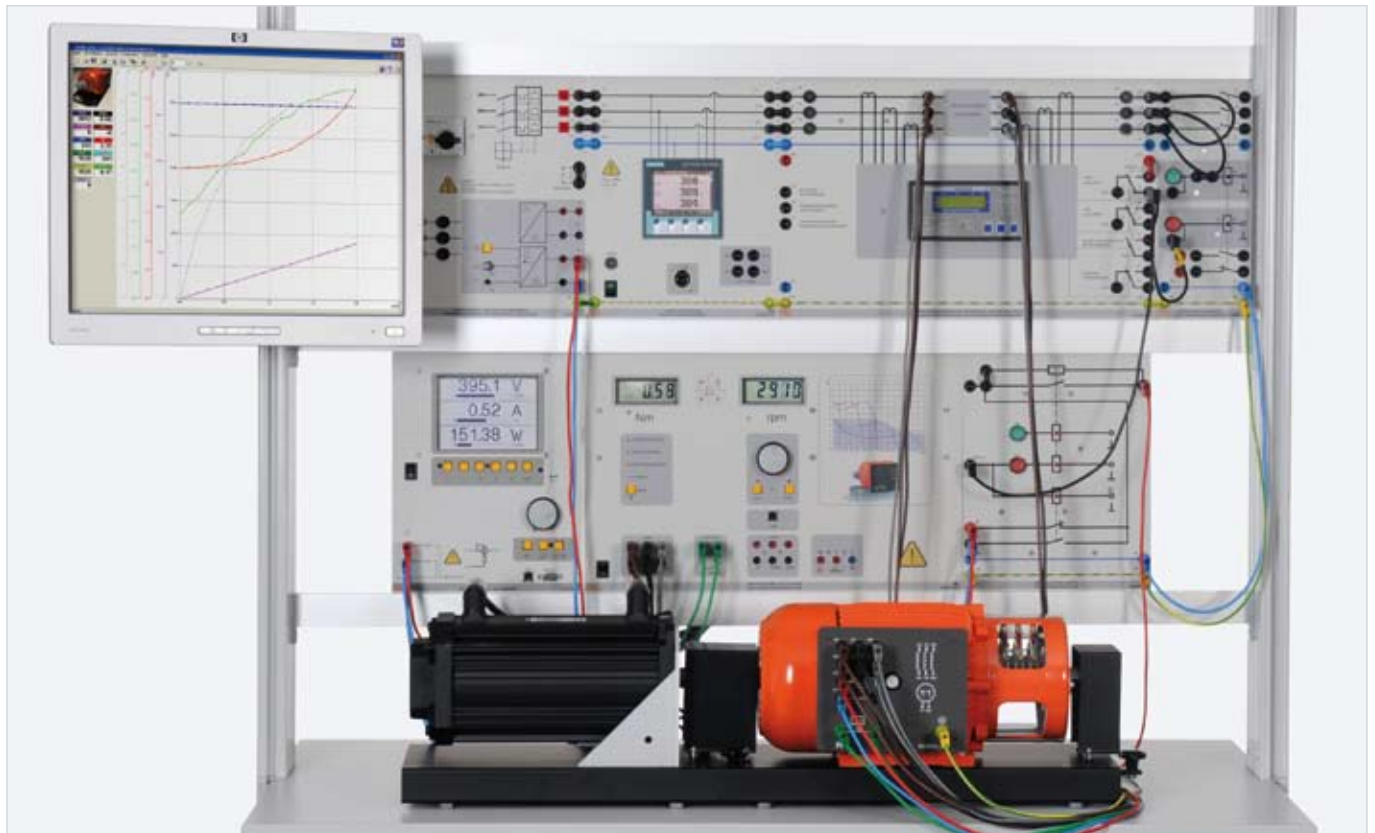
#### Ochrana statora

- Vyšetrovanie systémových napätí pri normálnej prevádzke alebo pri zemnom spojení statora
- Meranie vypínacieho času
- Výpočet prúdov zemného spojenia

# Ochrana generátora

## Diferenciálna ochrana generátora

Diferenciálna ochrana generátora slúži ako hlavná ochrana pri vnútorných poruchách ako je skrat, skrat vinutia a skrat závitú alebo zemné spojenie.



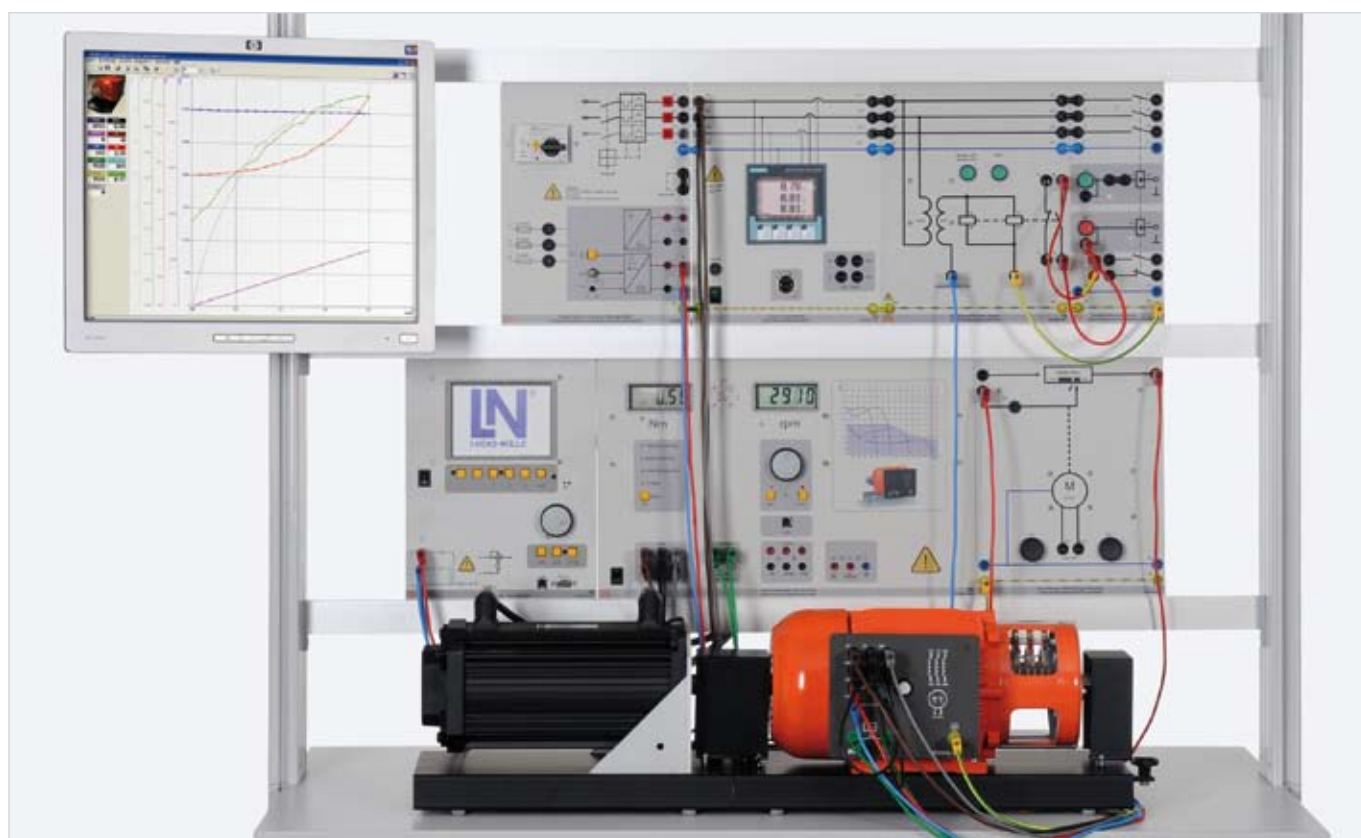
Príklad zapojenia „Diferenciálna ochrana generátora EGP 2“

### Vyučovací obsah

- Výpočet prahových hodnôt ochrán
- Identifikácia porúch v rámci chráneného pásma
- Kontrola vypínania a odbudenia pri poruchách v rámci a mimo chráneného pásma
- Vypnutie a odbudenie generátora
- Meranie prahových prúdov ochrán pri symetrických a nesymetrických poruchách
- Porovnanie zistených a nastavených hodnôt

## Ochrana rotora

Ochrana rotora bude použitá pre zachytenie porúch zemnenia v budiacom obvode synchronného stroja.



Príklad zapojenia, Ochrana rotora generátora EGP 3"

### Vyučovací obsah

- Uvedenie synchronného generátora do prevádzky
- Vyšetrovanie generátora pri normálnom chode a pri skrate rotora
- Meranie skratových prúdov
- Ochranné relé motora v režime zemného spojenia:
  - prípojenie a testovanie ochranného relé rotora
  - priebeh rozličných skratov rotora
  - kontrola chybových hlásení a vypnutie



# Výroba energie z obnovitelných zdrojů

Fotovoltaika (UniTrain-I) .....	42
Pokročilá fotovoltaika .....	44
Veterné elektrárne .....	48
Malá veterná elektrárneň .....	52
Technika palivových článků (UniTrain-I) .....	54
Pokročilá technika palivových článků .....	56



# Výroba energie z obnoviteľných zdrojov

## Nevyčerpatelná, udržateľná, reálna – budúcnosť je zelená

Prichádza posun od uhlia, ropy a jadrovej energie ku obnoviteľným formám energie. Dnešné technológie dospeli do bodu, keď sú schopné využiť solárnu energiu, veternú energiu, vodíkové palivo a biomasu ako environmentálne prijateľné zdroje energie. V súlade s týmto trendom vyniká dopyt na dobre pripravený a kvalifikovaný personál.

Technológie sa dnes menia v rýchлом tempe. S nimi sú spojené stúpajúce nároky na vzdelávanie. Lucas-Nülle disponuje vhodnými tréningovými systémami, ktoré spĺňajú komplexné požiadavky súčasného vzdelávania.



### Jasně vyhlídky s fotovoltaikou

- Abu Dhabi oznámilo investiční výši přibližně dvě miliardy US dolarů do technologií na výrobu fotovoltaických modulů v městě Masdar.
- Během zahájení výstavby největší solární elektrárny v USA s menovitým výkonem 25 megawattů v Silicon Valley.
- V Německu byly vybudovány fotovoltaické systémy schopné dodávat až pět gigawattů. Jejich výkon je ekvivalentní pěti moderním elektrárnám na tuhé palivo. Do roku 2020 vzroste postupně kapacita fotovoltaických systémů na 40 GW.



### Čistá budoucnost s větrnou energií

- Předpověď pro Německo: Do roku 2030 bude 25% elektrické energie produkováno silou větru.
- Každých 3,0 megawattů větrných elektráren ušetří ročně 13,000 barelů ropy nebo 10,000 tun CO<sub>2</sub>.



### Palivové články – jednotky s možností dlouhodobé produkce energie

- Častěji používané jako záložní zdroje energie
- Používané v vozidlech s nulovými emisemi
- Používané v kogeneračních jednotkách



# Fotovoltaika

## Slnčný prospekt s kurzom Fotovoltaika

V čase znižovania nákladov na energiu a zvyšovania environmentálneho cítenia predstavuje fotovoltaika veľmi zaujímavú alternatívu k súčasným energetickým zdrojom. V kurze Fotovoltaika spoznáte a preskúmate nielen základy solárnych článkov, ale aj simuláciu fotovoltaického systému v priamom a úspornom režime.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Poznanie funkcií a spôsobu činnosti solárnych panelov
- Snímanie charakteristík solárneho modulu
- Poznávanie závislosti prúdov a napätia solárneho modulu od teploty, sily slnečného žiarenia a uhlu dopadu slnečného žiarenia
- Poznávanie sériového, paralelného a iného zapojenia solárnych panelov
- Objasnenie rôznych typov solárnych panelov
- Vedieť zapojiť solárny akumulátor
- Poznať rôzne typy solárnych zariadení
- Zapojenie ostrovnej siete so solárnym akumulátorom

## Podpora experimentov multimediálnym kurzom

**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.

- Rear-side metal contact:** The PV cell's voltage can be tapped via this contact.
- p-semiconductor layer:** Added to this semiconductor material are foreign atoms possessing fewer semiconductor. This is a p-type semiconductor layer.
- n-semiconductor layer:** Added to this semiconductor material are foreign atoms possessing more semiconductor. This is a n-type semiconductor layer.
- Contact fingers:** Together with the rear-side metal contact, the contact fingers make up the
- Antireflective 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 the 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.

### Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom UniTrain-I
- Kompletné vybavenie so všetkými potrebnými komponentmi
- Vyhodnotenie nameraných údajov s podporou PC
- Systém pracuje s napätím 12 V
- Systém podporuje simuláciu chýb

# Pokročilá fotovoltaika



## Práca na projekte s priemyslovými komponentmi

Tréningový systém umožňuje realistickú simuláciu priebehu slnečného procesu. Pomocou emulácie je možné vykonávať laboratórne merania zodpovedajúce praxi aj bez slnka.

Sprostredkovanie vedomostí, know-how a vyhodnotenie merania pomocou PC je vykonávané v multimediálnom kurze Pokročilá fotovoltaika.



Príklad zapojenia „Pokročilá fotovoltaika EPH 2“

### Vyučovací obsah

#### Vyšetrovanie solárnych modulov

- Optimálne nastavenie solárneho modulu
- Snímanie charakteristík solárneho modulu
- Vyšetrovanie chovania pri čiastočnom vypnutí
- Vyšetrovanie činnosti bypasových diód
- Vedieť prepájať solárne moduly

#### Zostavenie FV-zariadenia v ostrovnom režime

- Inštalácia fotovoltaického (FV) zariadenia
- Zostavenie a test ostrovného FV zariadenia v priamom režime

- Zostavenie a test ostrovného FV zariadenia v nabíjacom režime
- Zostavenie a test ostrovného FV zariadenia pre výrobu 230-V striedavého napätia 230 V

#### Zostavenie FV-zariadenia pripojeného k sieti

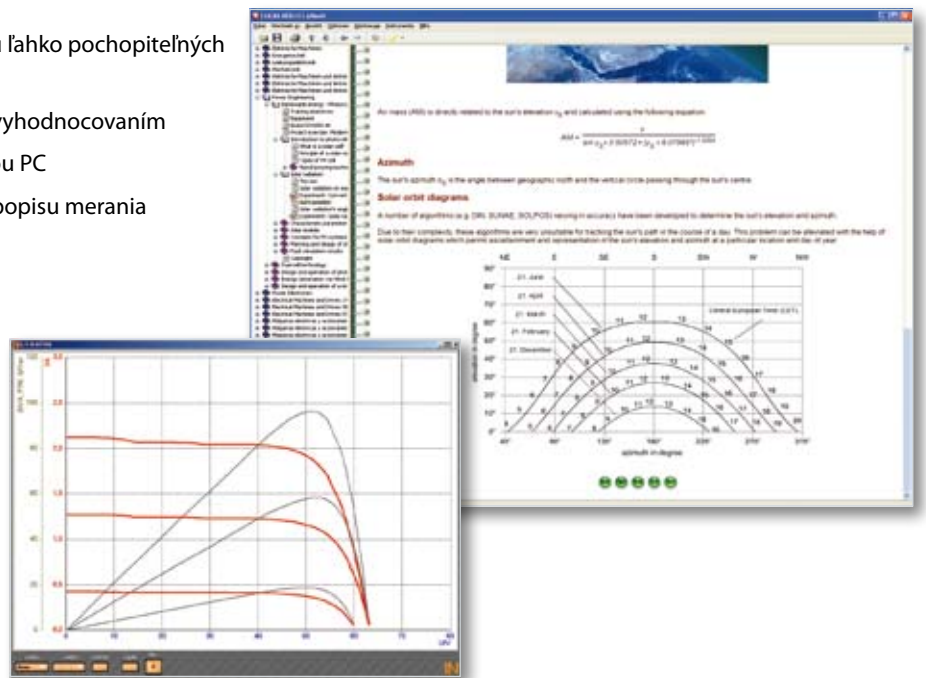
- Zostavenie, inštalácia a test FV zariadenia pripojeného na sieť
- Meranie energie vyprodukovanej FV zariadením
- Stanovenie stupňa účinnosti sieťového striedača
- Pozorovanie chovania FV zariadenia pri výpadku siete

# Pokročilá fotovoltika

## Slnko v laboratóriu

### „Interaktívny Lab Assistant“

- Multimediálny návod krok za krokom
- Vysvetlenie fyzikálnych základov pomocou ľahko pochopiteľných animácií
- Testovanie nárastu vedomostí otázkami s vyhodnocovaním
- Vyhodnocovanie nameraných dát pomocou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z popisu merania



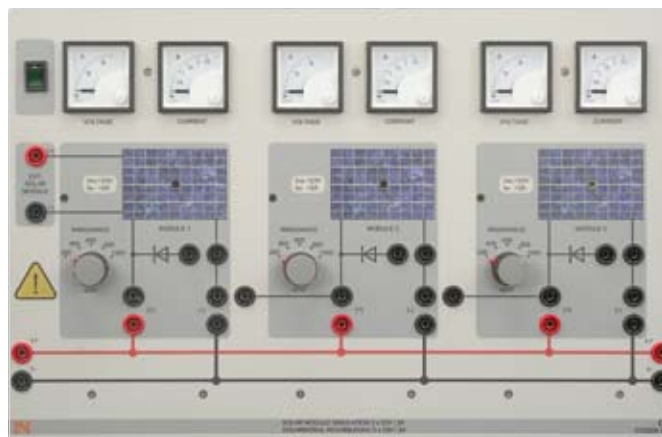
### Solárny modul s emulátorom výšky

- Nastaviteľný uhol dopadu slnečného svetla v závislosti od polohy (stupňa zemepisnej šírky) dátumu a času
- Nastaviteľné naklonenie solárneho článku
- 10 W polykrýštalický solárny článok
- 500 W halogenový reflektor so stmievačom
- Realistická emulácia pohybu slnka



## Solárny emulátor

- Umožňuje vykonávanie meraní aj bez slnka pomocou troch nezávislých modulov solárnych emulátorov
- Každý emulátor má samostatne nastaviteľnú intenzitu svetla
- Obsahuje spínateľné bypasové diódy
- Výkon 120 VA



## Priemyslové komponenty

- Regulátor dobíjania článkov
- Striedač pre ostrovný systém
- Striedač pre systém pripojený na sieť
- Jednoduchá obsluha a vyšetřovanie priemyslových komponentov



## Vaše výhody

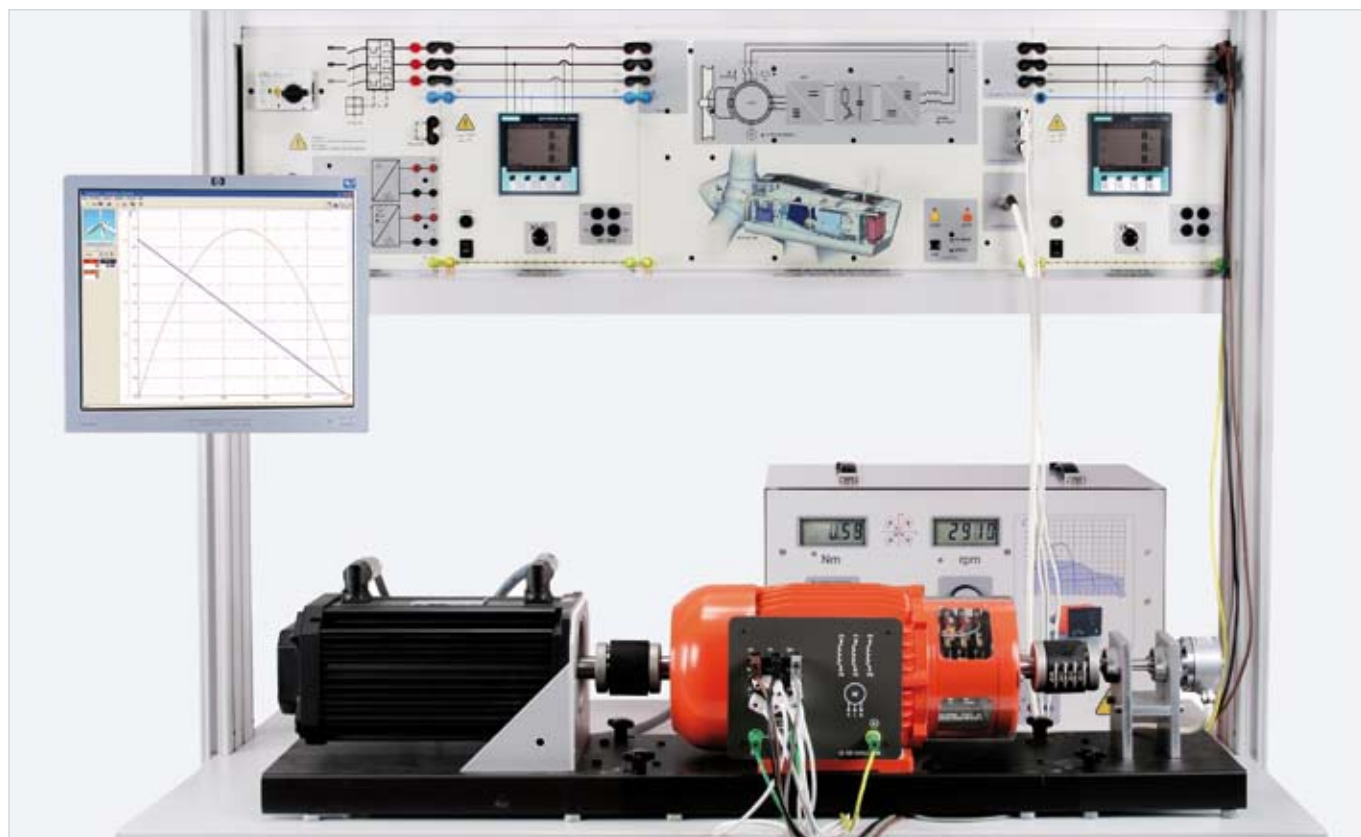
- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimedialným kurzom „Interaktívny Lab Assistant“
- Použitie priemyslových komponentov
- Flexibilné vykonávanie pokusov pomocou reálneho solárneho článku alebo jeho simulácie
- Vyhodnocovanie nameraných dát s podporou PC
- Integrácia do systému elektroenergetiky

# Veterné elektrárny



## Asynchrónny generátor s dvojitým napájaním (DFIG)

Zariadenie umožňuje vyšetovanie modernej veternej elektrárne s asynchrónnym generátorom s dvojitým napájaním. Vietor je realisticky emulovaný servobrzdou a softvérom „WindSim“. Pripojením na PC je možná komfortná obsluha a vizualizácia experimentov. Príslušný multimediálny kurz „Interaktívny Lab Assistant“ sprostredkuje teoretické vedomosti a poskytne podporu pri meraniach a vyhodnotení nameraných dát.



Príklad zapojenia „Veterná elektrárň EWG 1“

### Vyučovací obsah

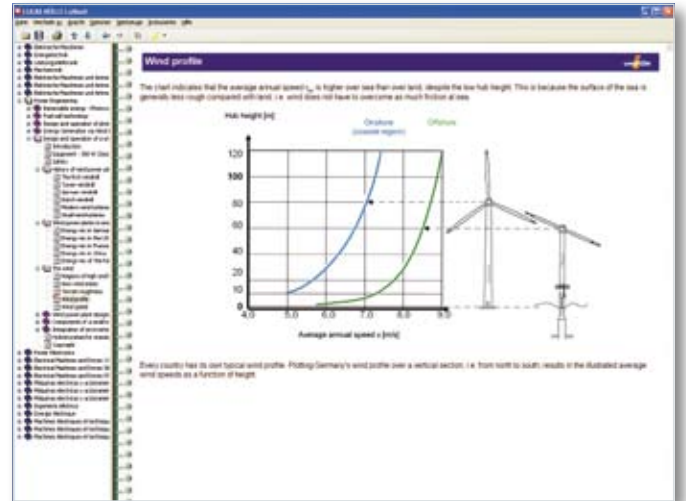
- Pochopenie konštrukcie a funkcií moderných veterných elektrární
- Spracovanie fyzikálnych základov „od vetra po hriadel“
- Poznávanie rôznych konceptov veterných elektrární
- Konštrukcia a uvedenie do prevádzky asynchrónneho generátora veternej elektrárne s dvojitým napájaním
- Prevádzka generátora pri rôznej sile vetra a regulácia výstupného napätia a frekvencie
- Stanovenie optimálnych pracovných bodov pri premenlivej sile vetra
- Vyšetovanie chovania pri poruchách siete „Fault-ride-through“

# Veterné elektrárne

## Čerstvý vietor v laboratóriu

### „Interaktívny Lab Assistant“

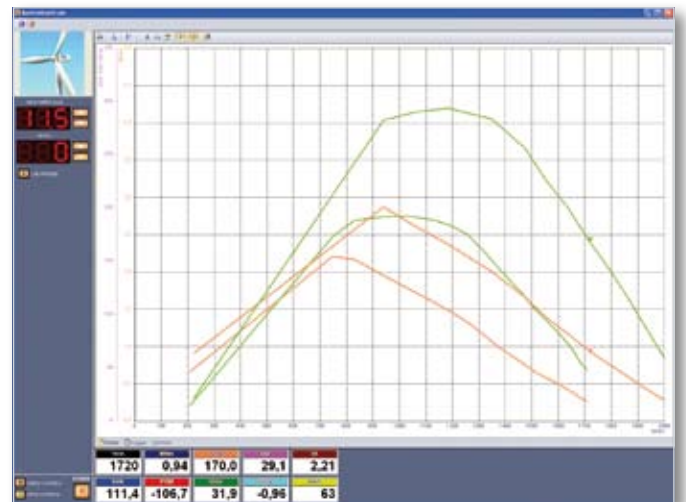
- Multimediálny návod krok za krokom
- Vysvetlenie fyzikálnych základov pomocou ľahko pochopiteľných animácií
- Testovanie nárastu vedomostí otázkami s vyhodnocovaním
- Vyhodnocovanie nameraných dát pomocou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z popisu merania



### Emulátor vetra

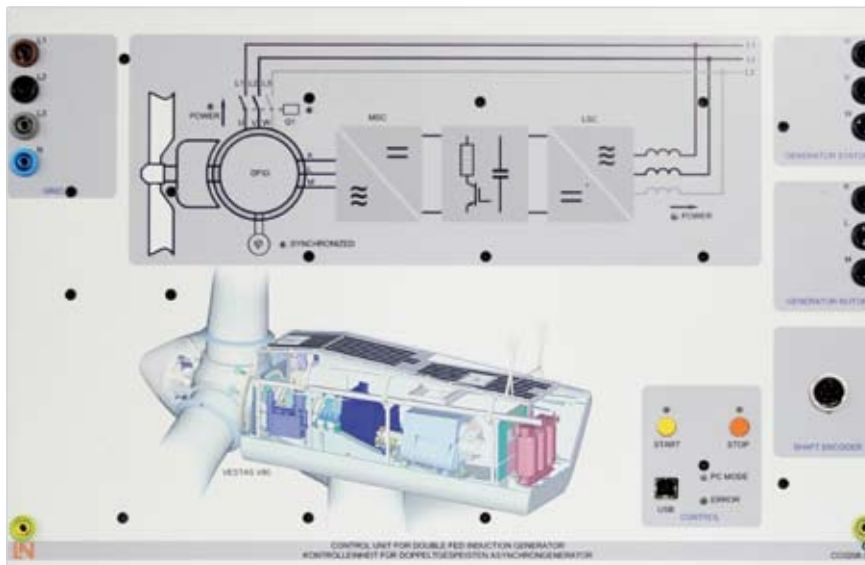
Vietor a geometria listov vrtule zabezpečujú v reálnych veterných elektrárnach pohon generátora. V laboratóriu funkciu vetra preberá servobrzdza a softvér WindSim. Dokážu emulovať rovnaké podmienky ako pri reálnych veterných elektrárnach.

- Realistická emulácia vetra a geometrie listov vrtule
- Automatické nastavenie otáčok a momentu v závislosti od sily vetra a uhla listov vrtule
- Navzájom nezávislé nastavovanie sily vetra a uhla listov vrtule
- Zadanie profilu vetra
- Záznam mechanických aj elektrických hodnôt



## Asynchrónny generátor s dvojitým napájaním s riadiacou jednotkou

- Riadiaca jednotka s dvomi riadenými striedačmi
- Riadenie generátora v pod a nad synchronnom režime
- Integrovaný výkonový vypínač pre pripojenie generátora na sieť
- Automatická regulácia činného a jalového výkonu, frekvencie a napätia
- Manuálna a automatická synchronizácia
- Meranie a zobrazenie všetkých systémových veličín
- Experimenty s poruchami „Fault-ride-through“



### Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimedialným kurzom „Interaktívny Lab Assistant“
- Do podrobností presná emulácia sily vetra a mechanickej konštrukcie veternej elektrárne pomocou servobrzd
- Riadiaca jednotka s mikrokontrolérom na riadenie asynchrónneho generátora s dvojitým napájaním umožňuje komfortnú obsluhu a vizualizáciu v priebehu meraní
- Najmodernejšia technológia s „Fault-ride-through“
- Integrácia do systémov elektroenergetiky

# Malé veterné elektrárne

## Prúd pre decentrálne napájanie

Malé veterné elektrárne s výkonom do 5 kW sú používané ako decentrálne zdroje napájania. Tieto zariadenia produkujú jednosmerné napätie. Energiu je možné ukladať do akumulátorov prostredníctvom regulátora nabíjania. Striedač vyrába striedavé napätie pre prevádzku spotrebičov pripájaných na sieť.

Pôsobenie sily vetra sa mechanická konštrukcia zariadenia dá veľmi podrobne emulovať pomocou servobrzdzy a softvéru „WindSim“.



Príklad zapojenia „Malá veterná elektrárň EWG 2“

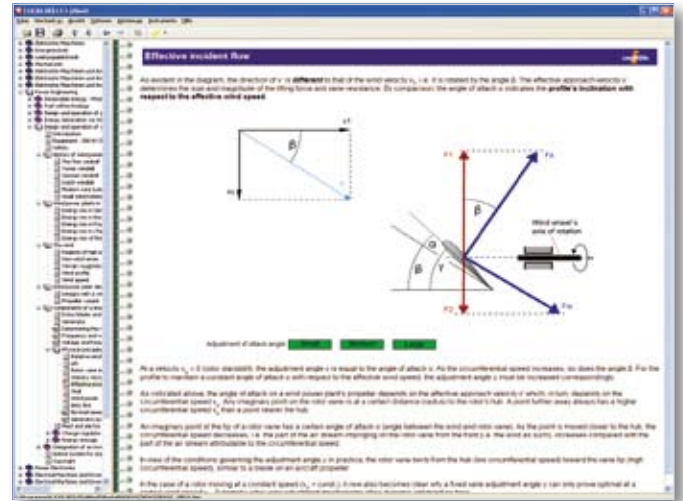
### Vyučovací obsah

- Porozumieť konštrukcii a funkciám moderných malých veterných elektrární
- Spracovanie fyzikálnych základov „od vetra po hriadeľ“
- Poznávanie rôznych konceptov veterných elektrární
- Konštrukcia a uvedenie do prevádzky malého generátora
- Prevádzka s premenlivou silou vetra v nabíjacom režime
- Ukladanie energie
- Optimalizácia zariadenia
- Zapojenie ostrovného zariadenia pre produkciu striedavého napätia 230 V
- Poznať hybridné systémy pre autonómne zásobovanie prúdom pomocou veternej energie a fotovoltiky

## Vlastnosti produktu, ktoré presvedčia

### „Interaktívny Lab Assistant“

- Multimediálny návod krok za krokom
- Vysvetlenie fyzikálnych základov pomocou ľahko pochopiteľných animácií
- Testovanie nárastu vedomostí otázkami s vyhodnocovaním
- Vyhodnocovanie nameraných dát pomocou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z popisu merania



### Synchronný generátor

- Pôsobenie sily vetra a mechanická konštrukcia zariadenia sa dá veľmi podrobne emulovať pomocou servobrzd a softvéru „WindSim“.
- Chovanie generátora v laboratóriu zodpovedá chovaniu reálnych zariadení
- Malá veterná elektrárň s možnosťou reálnej prevádzky vo vonkajšom prostredí



### Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom „Interaktívny Lab Assistant“
- Do podrobností presná emulácia sily vetra a mechanickej konštrukcie veternej elektrárne pomocou servobrzd
- Chovanie generátora v laboratóriu zodpovedá chovaniu reálnych zariadení
- Reálna malá veterná elektrárň pre použitie vo vonkajšom prostredí vrátane sady s vrtulou a stĺpom

# Technika palivových článkov

## Konštrukcia a funkcie palivových článkov

Obnoviteľné energie sú dnes považované za riešenie nedostatku energie v 21. storočí. Palivové články na vodíkovom základe sú časťou tohto riešenia. Čistá energia z obnoviteľných vodíkových zdrojov bude v energetických systémoch budúcnosti využívaná ako doplnkový zdroj.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Poznávanie funkčných princípov a činnosti palivových článkov
- Snímanie charakteristík palivového článku
- Vysvetlenie elektrochemického procesu elektrolýzy (1. a 2. Faradayov zákon)
- Stanovenie Faradayovho a energetického stupňa účinnosti palivového článku
- Sériové a paralelné zapojenie palivových článkov
- Pozorovanie výkonu palivového článku
- Poznávanie funkcií a činnosti elektrolyzér
- Snímanie U,I charakteristiky elektrolyzéra
- Stanovenie Faradayovho a energetického stupňa účinnosti elektrolyzéra

## Podpora experimentov multimediálnym kurzom

**Possible applications**

Though its operating principle was discovered more than 150 years ago, it was only in the 1900s 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 is 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 the portable equipment. Fuel cells of this class serve primarily to power electric drive motors. In this case, the hydrogen must be taken 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 D-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 gives 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 cottages. Extremely compact fuel cells can also substitute batteries to power laptops and even cell-phones.

**What are atoms?**

It might seem a simple question, but it has puzzled scientists for many years. However the only thing clear so far is the minuscule size of an atom - 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 define 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 its mass is exceedingly small by human standards ( $1.67 \times 10^{-27}$  kg), it nevertheless 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 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 orbitals are so far that, when observed from outside, the atom appears to be enclosed in a shell. Accordingly, one also speaks of electron shells.

### Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom „Interaktívny Lab Assistant“
- Kompaktný prístroj s PEM - dvojitým palivovým článkom a PEM- elektrolyzér s plynovým akumulátorom
- Bezpečná manipulácia s vodíkom
- Zabudované napájanie 2 V / 2,5 A pre napájanie elektrolyzéra
- Početné záťaže (svetlá, ventilátor)
- Premennivá záťaž pre snímanie charakteristík

# Pokročilá technika palivových článkov

## Autonómne napájanie energiou z palivového článku

Výroba elektrickej energie pomocou palivových článkov sa stáva významnou technickou témou v súvisi s rozvojom početných aplikácií v elektrotechnike a elektromobiloch. Experimentálny systém umožňuje bezpečné zaobchádzanie s vodíkom a palivovými článkami, ponúka veľa zaujímavých pokusov a je k dispozícii pre predvážacie účely aj pre praktickú prevádzku. Animovaná teória, návody na merania a záznam výsledkov meraní je realizovaný pomocou „Interactive Lab Assistant“.



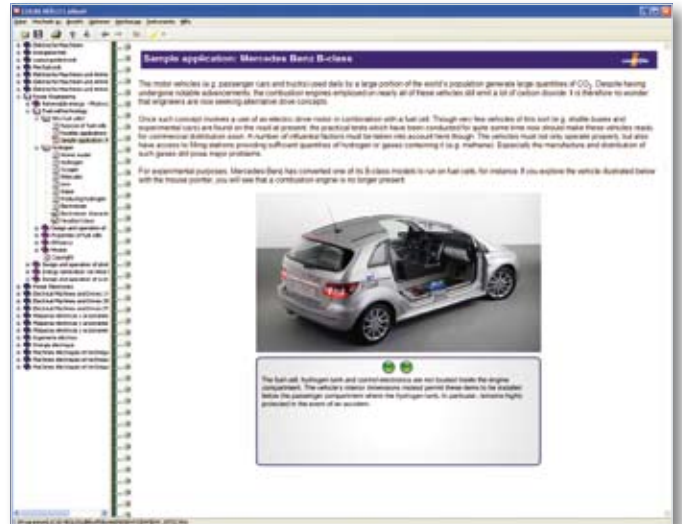
Príklad zapojenia „50-VA-palivový článok so spotrebičmi EHY 1“

### Vyučovací obsah

- Konštrukcia a funkcie palivového článku
- Konštrukcia a funkcie elektrolyzéra
- Konštrukcia a funkcie metalhydridového akumulátora
- Termodynamika palivového článku
- Charakteristiky a výkonová krivka palivového článku
- Stupeň účinnosti
- Komponenty potrebné pre autonómnu činnosť
- Výkonová elektronika a menič napätia

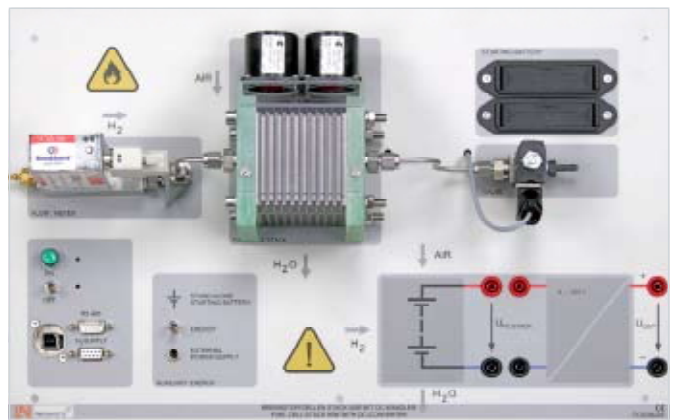
## „Interaktívny Lab Assistant“

- Multimediálny návod krok za krokom
- Vysvetlenie fyzikálnych základov pomocou ľahko pochopiteľných animácií
- Testovanie nárastu vedomostí otázkami s vyhodnocovaním
- Vyhodnocovanie nameraných dát pomocou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z popisu merania



## Palivové články

- 50 VA palivový článok
- Prietokomer pre prietok vodíka
- Ventilátor s variabilnými otáčkami na vetranie palivového článku
- Meranie všetkých relevantných veličín



50-VA-palivové články

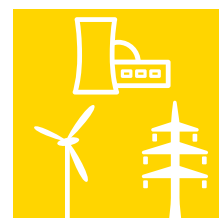
## Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom „Interaktívny Lab Assistant“
- Jednoduchý vstup do tematiky palivových článkov
- Bezpečné experimentovanie s vodíkom
- 50 VA palivový článok
- Prepojenie s vodíkovým akumulátorom
- Výkonný elektrolyzér
- Rôzne typy záťaží
- Premennivá záťaž pre snímanie charakteristík



# Transformátory

Trojfázový transformátor (UniTrain-I) .....	62
Vyšetovanie transformátorov .....	63
Ochrana transformátorov .....	64



# Transformátory

## Transformovať a chrániť

V elektroenergetike sa transformátory používajú na vzájomné spájanie sietí s rôznou úrovňou napätia. V transformátorovniach je elektrina transformovaná do regionálnej distribučnej siete so stredným napätím 10 a 36 kV z prenosového rozvodu. Distribučný rozvod zásobuje koncových odberateľov nízkeho napätia 400 V alebo 230 V. Ústredným zariadením transformátorovne je transformátor a jeho bezpečnostné zariadenia. Tieto komplexné zariadenia sú vysvetľované tréningovým systémom pomocou meraní a simulácií porúch, ktoré zodpovedajú praxi.



### Transformátory

Transformátory sú elektrické stroje používané na zmenu striedavého alebo trojfázového prúdu na vyššie alebo nižšie napätie. Trojfázové transformátory majú zvlášť veľký význam pri prenose elektrickej energie. V elektroenergetike sa transformátory používajú na vzájomné spojenie prenosových sústav s rôznou úrovňou napätia.



Zdroj: SIEMENS

### Ochrana transformátorov

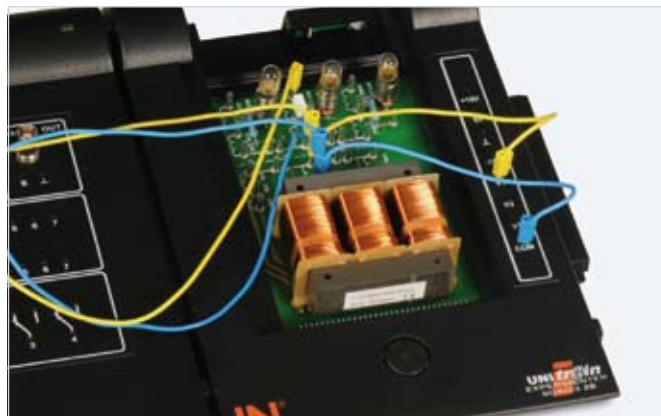
Rozdielová ochrana transformátorov (od cca. 1 MVA), kombinovaná s nadprúdovou ochranou je vyšetovaná prostredníctvom meraní v režimoch normálnej prevádzky a pri rôznych poruchách. Zároveň je možné rôzne usporiadanie zapojenia vinutí (hviezda, trojuholník) v rôznych spínacích obvodoch s hviezdicovým usporiadaním s voľným, priamym uzemnením alebo uzemnením uzemňovacou cievkou. Vypínacie kritériá pri rôznych prúdoch budú preskúmané na základe posúdenia citlivosti charakteristík.



### Tréningové systémy

Naše tréningové systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

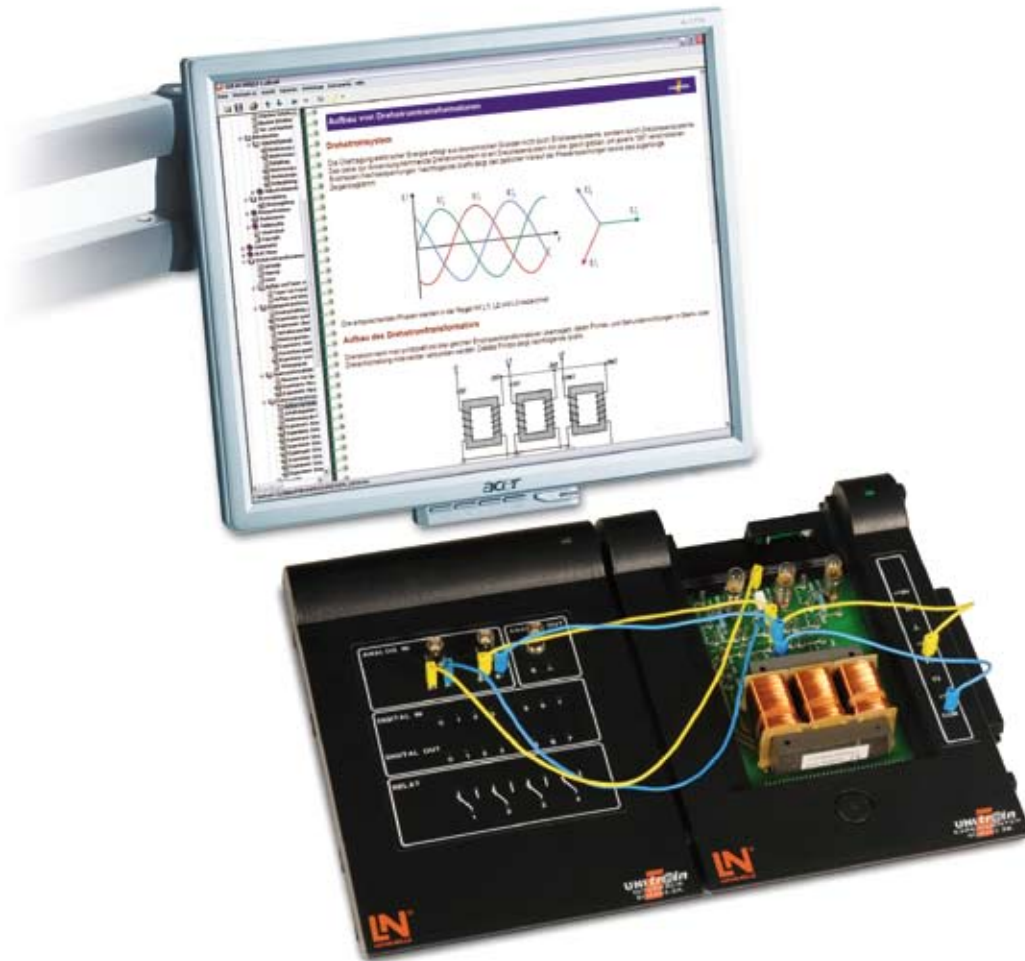
- UniTrain-I „Trojfázový transformátor“
- Systém panelov A4 „Vyšetovanie transformátorov“
- Systém panelov A4 „Ochrana transformátorov“



# Trojfázový transformátor

## Typy vyhotovenia, spôsoby pripojenia, chovanie pri zaťažení

Transformátory sú elektrické stroje používané na zmenu striedavého alebo trojfázového prúdu na vyššie alebo nižšie napätie. Trojfázové transformátory majú zvlášť veľký význam pri prenose elektrickej energie.



**UniTrain**  
SYSTEM

### Vyučovací obsah

- Poznanie princípů a schém transformátorů
- Pozorovanie chovania jednofázových transformátorů pri záťaži v jedno- a štvorkvadrantovom režime
- Meranie prúdu a napätia so záťažou a bez záťaže
- Pozorovanie chovania pri záťaži
- Pozorovanie účinků pôsobenia záťaženia na rôzne spínacie skupiny
- Vyšetřovanie nesymetrického záťaženia rôznych spínacích skupín
- Určenie skratového napätia

# Vyšetrovanie transformátorov

## Transformátory

V elektroenergetike sa transformátory používajú na vzájomné spojenie prenosových sústav s rôznou úrovňou napätia. V pokusných meraniach bude preskúmaná schéma zapojenia transformátora a meraním budú zistené charakteristické veličiny.



Príklad zapojenia „Vyšetrovanie transformátorov EUT“

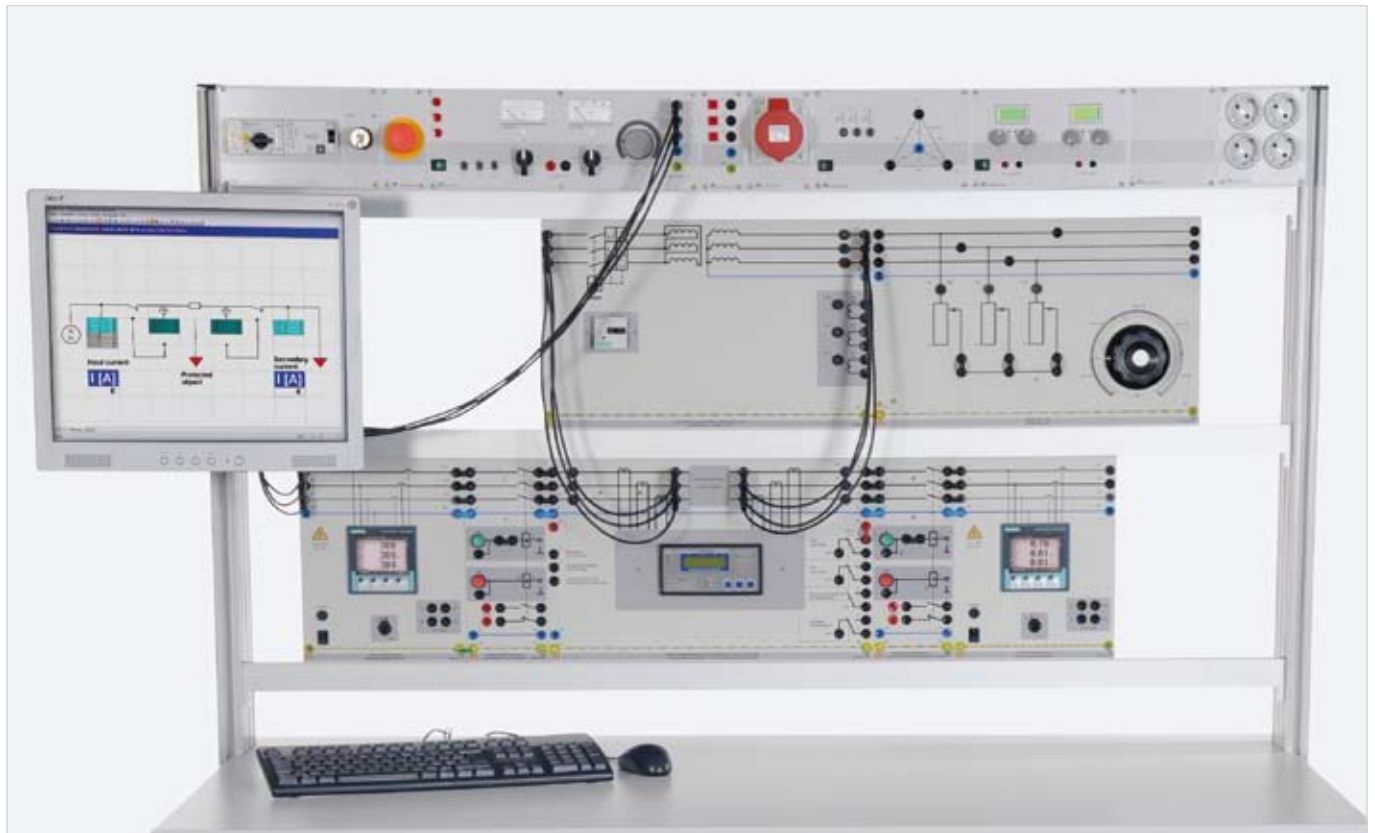
### Vyučovací obsah

- Viacfázový transformátor naprázdno a v skrate
- Viacfázový transformátor s ohmickým, indukčným a kapacitným zatažením
- Paralelná prevádzka viacfázových transformátorov
- Rozdelenie prúdu pre rôzne skupiny zapojení
- Stanovenie nulovej impedancie
- Vyšetrovanie prevodových pomerov

# Ochrana transformátorov

## Rozdielová ochrana transformátorov

Rozdielová ochrana transformátorov (od cca. 1 MVA), kombinovaná s nadprúdovou ochranou je vyšetrovaná prostredníctvom meraní v režimoch normálnej prevádzky a pri rôznych poruchách. Zároveň je možné rôzne usporiadanie zapojenia vinutí (hviezda, trojuholník) v rôznych spínacích obvodoch s hviezdicovým usporiadaním s voľným, priamym uzemnením alebo uzemnením uzemňovacou cievkou. Vypínacie kritériá pri rôznych prúdoch budú preskúmané na základe posúdenia citlivosti charakteristík.



Príklad zapojenia „Rozdielová ochrana transformátorov ETP 1“

### Vyučovací obsah

- Zisťovanie vnútorných porúch transformátora a jeho vypínanie
- Zachytenie nárazových spínacích prúdov (RUSH) bez vypnutia
- Vypínanie pri poruchách spôsobených nesprávne dimenzovaným transformátorom
- Výber vypínacej charakteristiky s prihliadnutím na rozdielové prúdy

## Nadprúdová ochrana

Nadprúdová ochrana dopĺňa ochranné opatrenia rozdielovej ochrany transformátora. Nadprúdová ochrana chráni transformátor pred skratmi mimo rozsahu rozdielovej ochrany a pred preťažením.



Príklad zapojenia „Nadprúdová ochrana ETP 2“

### Vyučovací obsah

- Nastavenie parametrov relé nadprúdovej ochrany s prihliadnutím na prúdový prevod
- Získanie prahových hodnôt pre symetrické a nesymetrické poruchy
- Spúšťanie ochrany pri poruchách zapríčinených chovaním transformátora pri jeho zapínaní
- Chovanie transformátora pri zapnutí so zreteľom na ochranu



# Prenos energie

Vyšetřovanie trojfázových vedení .....	70
Paralelné a sériové zapojenie vedení .....	71
Vedenia s kompenzáciou zemného spojenia .....	72
Prenosové systémy so synchronným generátorom .....	73
Ochrana vedení .....	74



# Prenos energie

## Prenosové vedenia a ochrana prenosových vedení

Vysokonapäťové vedenia spravidla prenášajú napätia od 110 kV do 380 kV, pretože mestá a priemyslové zóny sú napájané napätím 110 kV a pre diaľkové prenosy sa používa napätie 380 kV. Simulácia vedení je koncipovaná tak, že napätia na modeli môžu byť v rozsahu od 110 V do 380 V. Výber rôznych úrovni napätia je uskutočňovaný prostredníctvom krycích fólií. Na tréningovom systéme môžu byť vykonávané merania v režimoch: naprázdno, normálna prevádzka, skrat zemným spojením s kompenzáciou zemného spojenia alebo bez kompenzácie zemného spojenia. Zariadenie poskytuje možnosť vybudovania komplexných štruktúr vedení, ktoré môžu byť v rámci simulácie zapojené sériovo alebo paralelne. Napájanie vedení môže byť zo siete alebo zo synchronného generátora.



### Vysokonapäťové vedenia

Vaše výhody

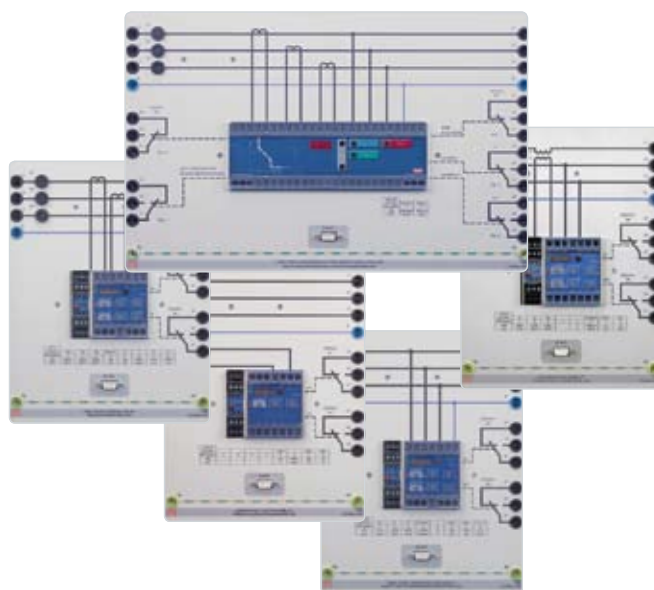
- Vyšetrovanie prenosových vedení 380 kV je pre vašu bezpečnosť vykonávané v oblasti nízkeho napätia ale napriek tomu si zaradenie zachovalo vlastnosti skutočných vysokonapäťových vedení!
- Realistická simulácia prenosových vedení 380 kV s dĺžkami 300 km a 150 km
- Inovatívna zmena dĺžky vedenia prostredníctvom krycích fólií
- Kompenzácia zemného spojenia Petersenovou tlmivkou
- Možnosť simulácie symetrických a nesymetrických porúch



### Moderná bezpečnostná technika

Bezpečnostné zariadenia stredno- a vysokonapäťových sietí sú v praxi pripájané prúdovými a napäťovými transformátormi.

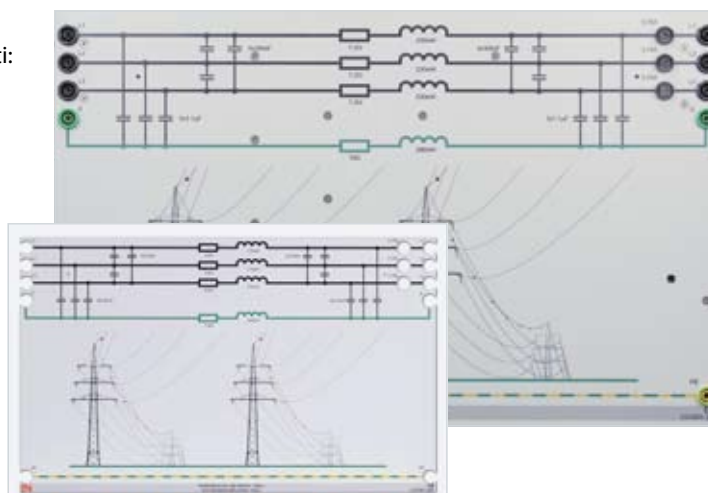
- Použitie kompaktných originálnych relé s modernou digitálnou technikou
- Použitie priemyslových bezpečnostných relé od renomovaných výrobcov s celosvetovou pôsobnosťou
- Kontrola bezpečnostných zariadení prostredníctvom SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Doplnkový prípravok pre kontrolu relé umožňuje testovanie jednotlivých relé



### Tréningové systémy

Naše tréningové systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

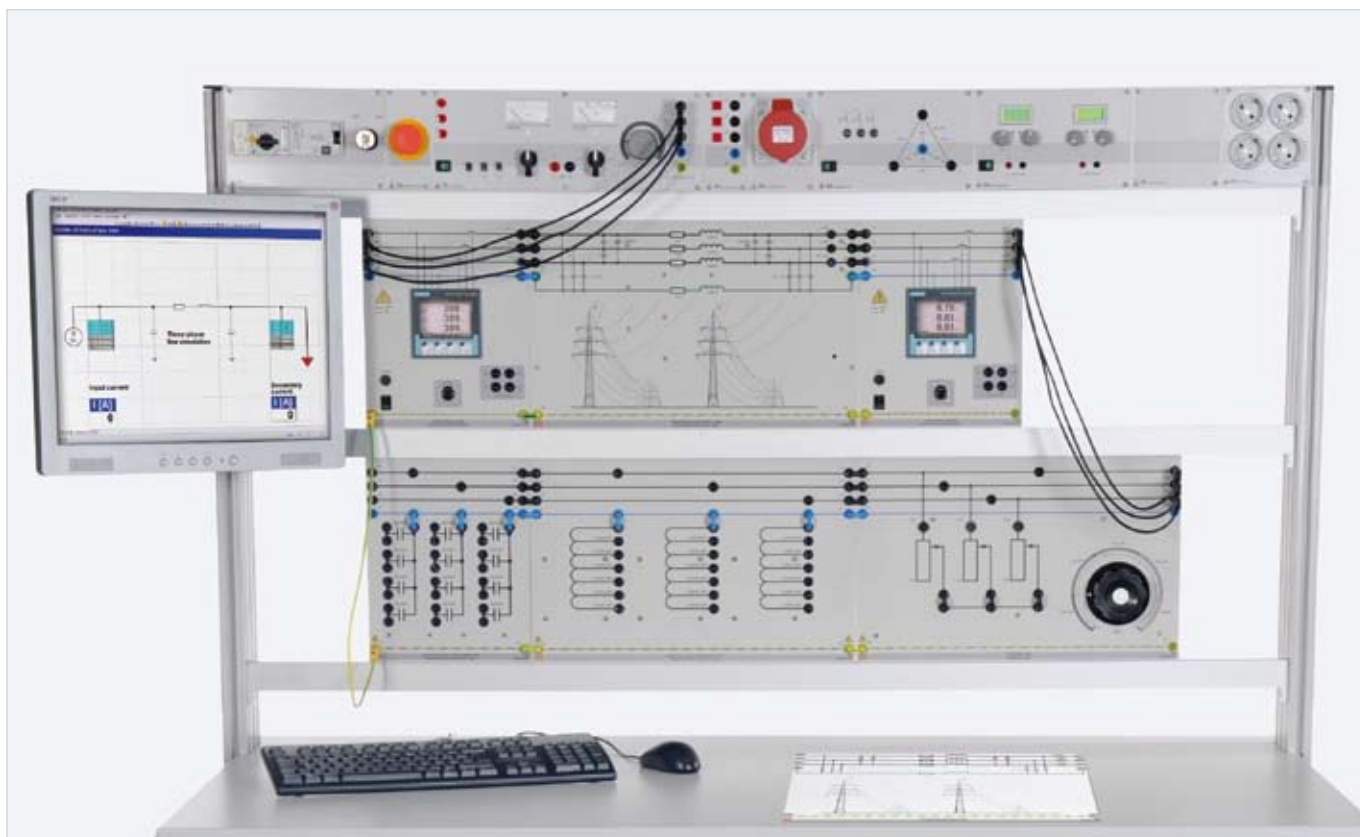
- Systém panelov A4 „Prenosové vedenia“
- Systém panelov A4 „Ochrana prenosových vedení“



# Prenosové vedenia

## Vyšetrovanie trojfázových vedení

Vyšetrovanie prenosových vedení 380 kV je pre vašu bezpečnosť vykonávané v oblasti nízkeho napätia ale napriek tomu si zariadenie zachovalo vlastnosti skutočných vysokonapäťových vedení! Realistická simulácia prenosových vedení 380 kV automaticky prepína medzi dĺžkami 300 km a 150 km podľa použitých krycích fólií.



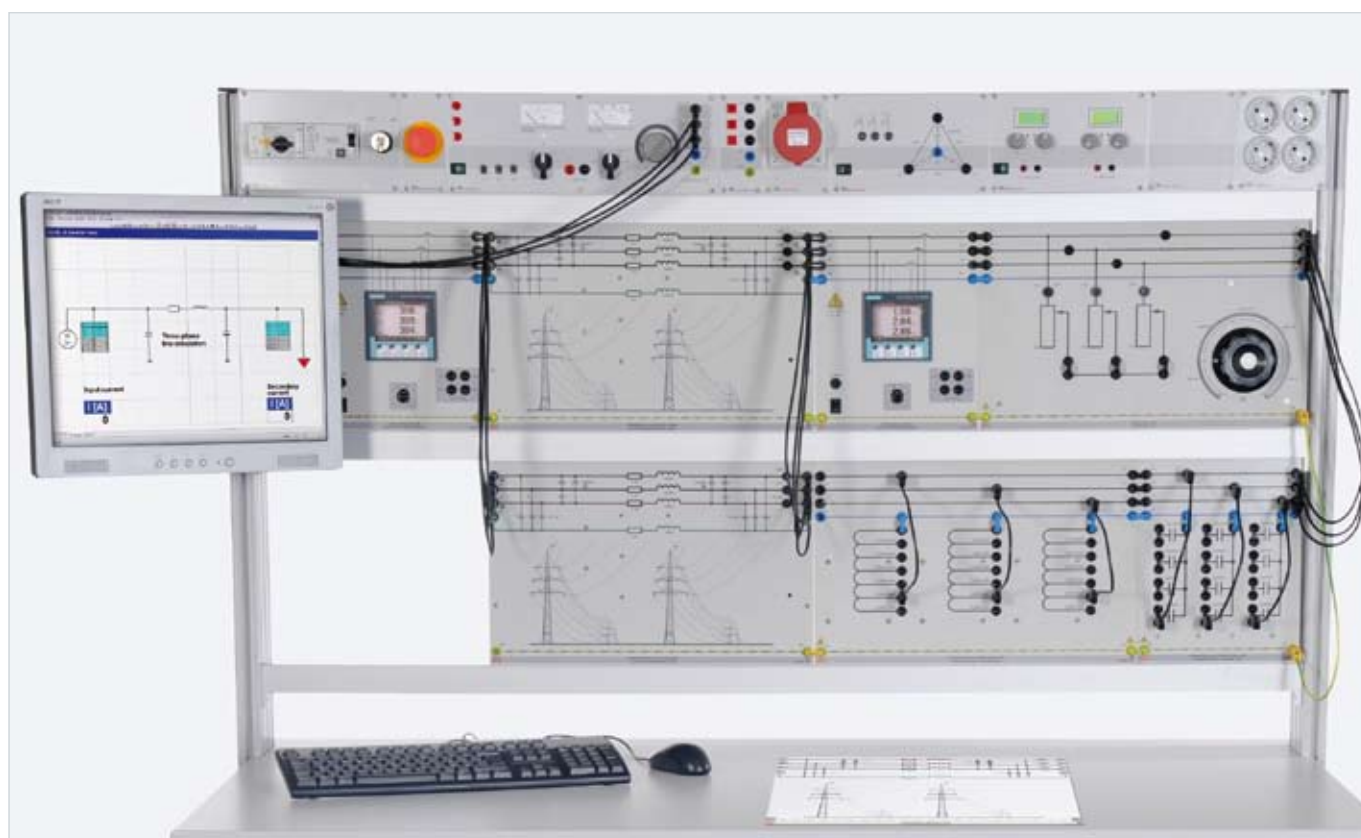
Príklad zapojenia „Vyšetrovanie trojfázových vedení EUL 1“

### Vyučovací obsah

- Zvýšenie napätia na vedení v režime naprázdno
- Úbytok napätia v závislosti od dĺžky vedenia
- Úbytok napätia v závislosti účinníka ( $\cos \phi$ )
- Kapacitný a indukčný stratový výkon vedenia v závislosti od  $U$  a  $I$
- Fázový posun na vedení

## Paralelné a sériové zapojenie vedení

Zariadenie poskytuje možnosť vybudovania komplexných štruktúr vedení, ktoré môžu byť v rámci simulácie zapojené sériovo alebo paralelne.



Príklad zapojenia „Vyšetovanie paralelných vedení EUL 2“

### Vyučovací obsah

- Rozloženie výkonu a prúdu pri paralelných vedeniach s rovnakou dĺžkou
- Rozloženie výkonu a prúdu pri paralelných vedeniach s nerovnakou dĺžkou
- Rozloženie výkonu a prúdu pri sériových vedeniach s rovnakou dĺžkou
- Rozloženie výkonu a prúdu pri sériových vedeniach s nerovnakou dĺžkou
- Rozloženie výkonu, tok výkonu
- Rozloženie napätia
- Kvalitatívne a kvantitatívne vyhodnotenie technických prevádzkových súvislostí

# Prenosové vedenia

## Vedenie s kompenzáciou zemného spojenia

Kompenzácia zemného spojenia slúži v systémoch prenosu elektrickej energie na kompenzovanie porúch zapríčinených zemným spojením prenosových vedení. Kompenzácia zemného spojenia sa vzťahuje iba na trojfázové systémy a používa cievku, ktorá je pomenovaná podľa svojho objaviteľa ako Petersenova tlmivka alebo aj zhášacia tlmivka. Tá kompenzuje elektrický prúd vznikajúci pri skratoch a chráni elektrické zariadenia, pred ktorými je umiestnená.



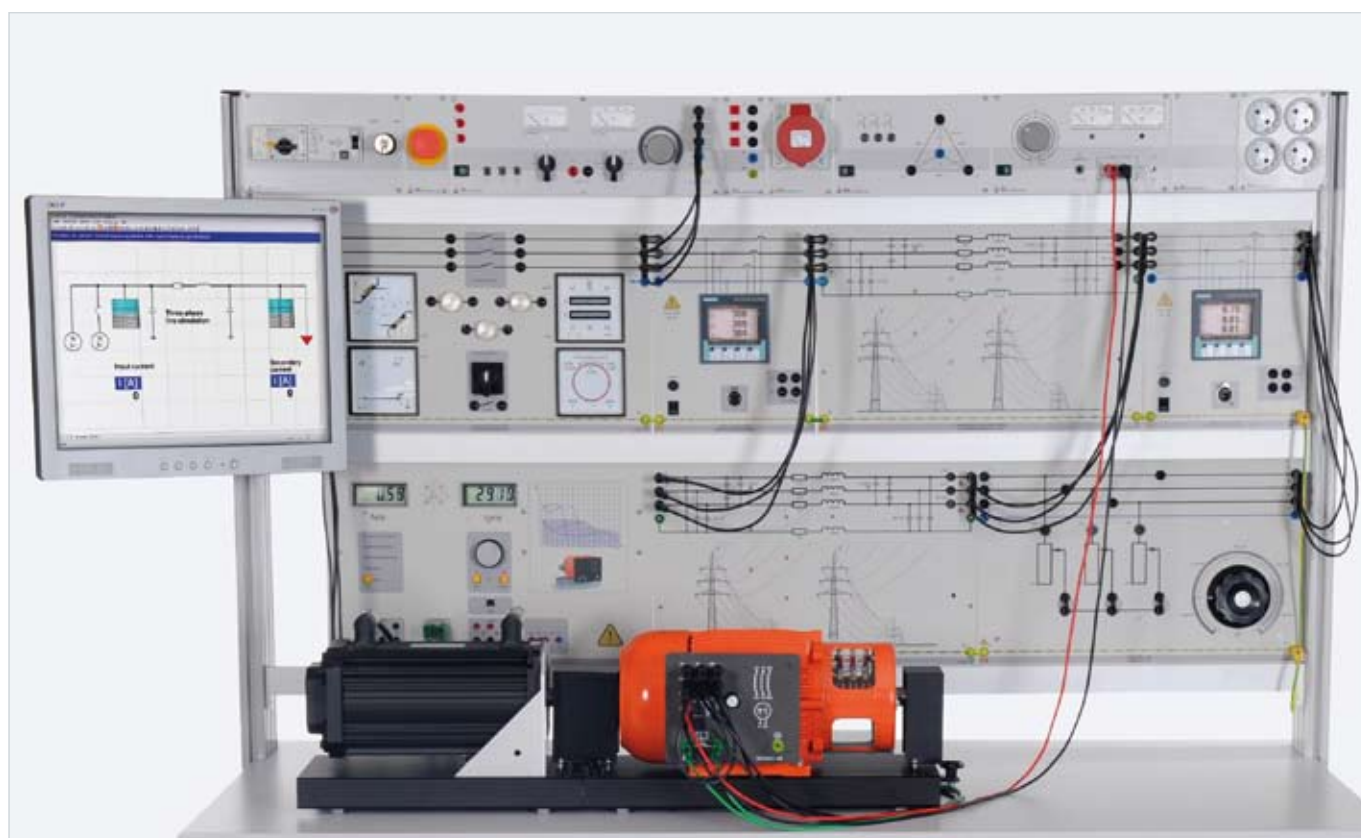
Príklad zapojenia „Vyšetovanie vedení s kompenzáciou zemného spojenia EUL 3“

### Vyučovací obsah

- Skrat na vedení s izolovaným uzlom
- Chovanie vedenia pri skrato
- Kompenzácia skratu

## Prenosové systémy so synchronným generátorom

Simulácia trojfázových vedení umožňuje pri paralelnom zapojení meranie charakteristických veličín prenosu energie pri napájaní zo siete alebo z generátora a kvantitatívne a kvalitatívne vyhodnotenie technických prevádzkových súvislostí.



Príklad zapojenia „Výšetrovanie prenosových systémov so synchronným generátorom EUL 4“

### Vyučovací obsah

- Rozloženie výkonu a prúdu v sieti vedení napájanej generátorom
- Paralelná prevádzka generátora a jedného vedenia so sieťou
- Riadenie napájania účinným výkonom
- Riadenie napájania jalovým výkonom

# Ochrana vedení

## Nadprúdová časová ochrana vedení

V tejto sade meraní bude okrem iného preskúmané relé nadprúdovej časovej ochrany s časovou charakteristikou závisiacou na prúde, ktorá je bežne používaná pri jednoduchých vedeniach (lúčové siete).

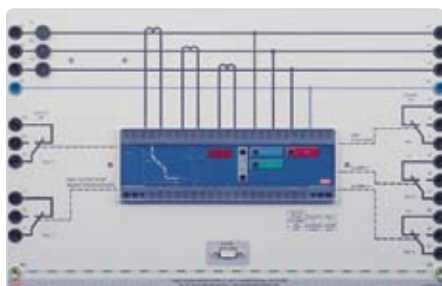


Príklad zapojenia „Nadprúdová časová ochrana vedení ELP 1“

### Vyučovací obsah

- Meranie a nastavenie parametrov nadprúdovej časovej ochrany
- Stanovenie spätného pôsobenie pri jedno-, dvoj- a trojfázovom skrate
- Vyšetrenie najkratšieho vypínacieho času relé
- Overovanie vypínania výkonového spínača v prípade poruchy

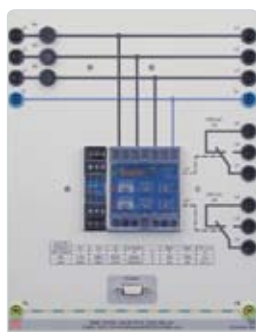
## Doplnkové vybavenie pre ochranu vedení:



### ELP 2 Smerovo závislá nadprúdová časová ochrana

#### Vyučovací obsah

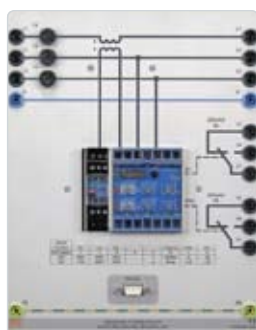
- Meranie a parametrovanie nadprúdovej časovej ochrany
- Stanovenie spätného pôsobenie pri jedno-, dvoj a trojfázovom skrate
- Ochrana v doprednom a späťom smere



### ELP 3 Prepäťová a podpäťová ochrana

#### Vyučovací obsah

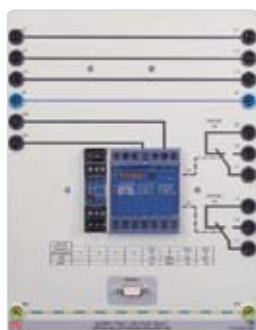
- Zistenie prahových a vypínacích hodnôt
- Stanovenie spätného pôsobenie
- Zistenie vlastného stavu (východzí stav)
- Nastavenie a testovanie rôznych charakteristík



### ELP 4 Výkonová smerová ochrana

#### Vyučovací obsah

- Zistenie prahových a vypínacích hodnôt
- Použitie spätnej wattovej ochrany
- Spolupráca s nadprúdovým relé



### ELP 5 Ochrana pred zemným spojením

#### Vyučovací obsah

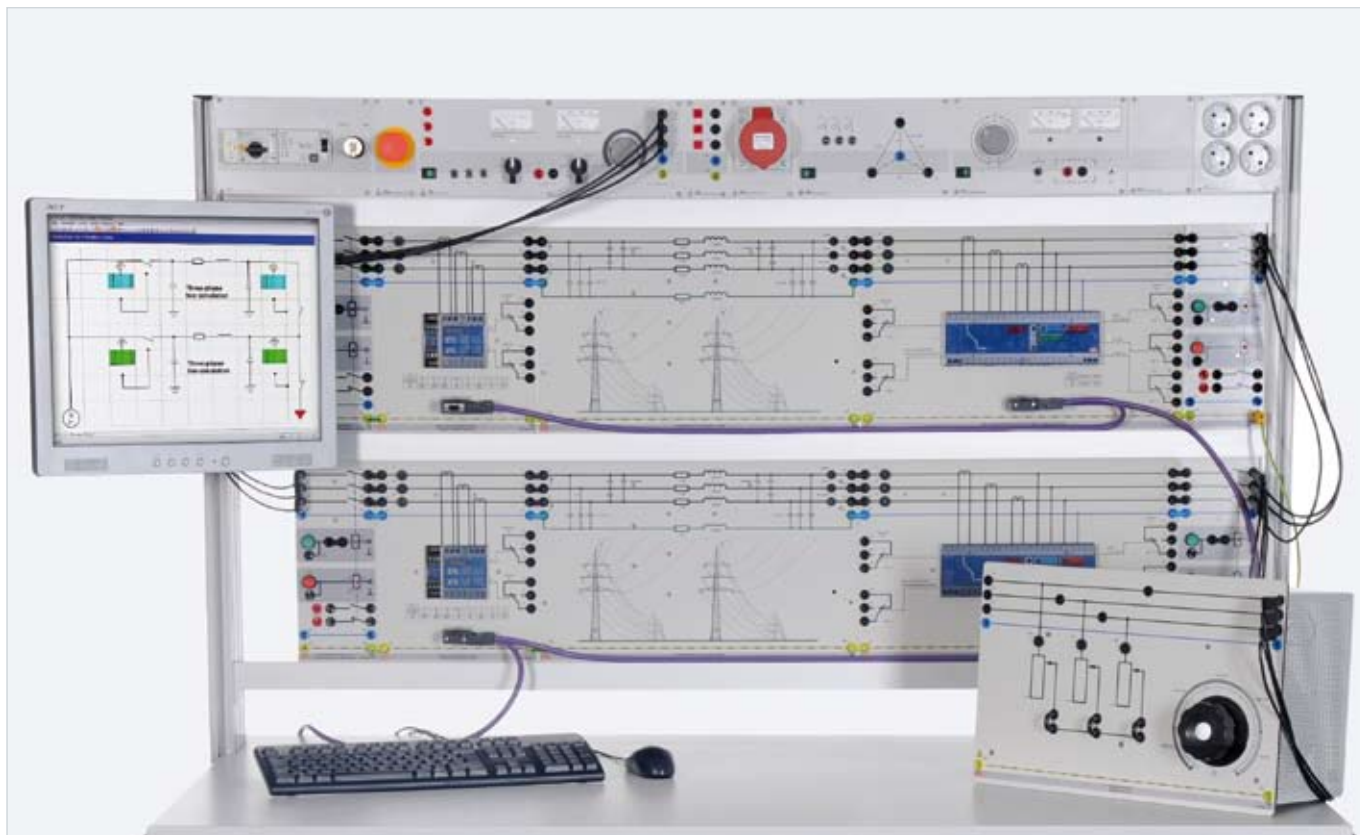
- Meranie napätia v zdravej trojfázovej sieti
- Meranie napätia v trojfázovej sieti so skratom
- Zistenie prahových a vypínacích hodnôt
- Zistenie vlastného stavu (východzí stav)
- Reakcia relé na krátkodobé a trvalé skraty

# Ochrana vedení

## Ochrana paralelných vedení

Najpoužívanejšie smerové nadprúdové ochrany paralelných vedení sú experimentálne analyzované a vyšetrované pri simulovaných poruchách s prihliadnutím na selektivitu a rýchlosť.

Ochranné relé sú vzájomne prepojené zbernicovým systémom a prostredníctvom softvéru, SCADA Power-LAB, je možná ich centrálna obsluha a vyhodnocovanie.



Príklad zapojenia „Ochrana paralelných vedení ELP 6“

### Vyučovací obsah

- Ochrana paralelných vedení rôznymi nadprúdovými časovými relé
- Paralelná prevádzka bez porúch
- Vyšetrovanie minimálnych prahových hodnôt nezávislých nadprúdových časových relé
- Stanovenie smeru ochrany nadprúdových časových relé so smerovou závislosťou
- Vyšetrovanie minimálnych prahových hodnôt nadprúdových časových relé so smerovou závislosťou
- Odstupňovanie časov nadprúdových časových relé
- Kontrola selektivity kombináciou merania nadprúdu a smeru
- Prepojenie bezpečnostných opatrení

## Rýchla porovnávací ochrana

Relé rýchlych porovnávacích ochrán používané pri komplexných sieťach dokážu analyzovať rôzne poruchy. Táto ochrana dokáže vypínať v závislosti na vzdialenosti poruchy. Popri zostavení plánu odstupňovania ochrany je prakticky nastavená a preskúšaná aj selektívnosť.



Príklad zapojenia „Rýchla porovnávací ochrana ELP 7“

### Príklad zapojenia „Rýchla porovnávací ochrana ELP 7“

- Spracovanie plánu odstupňovania
- Parametrovanie relé
- Overovanie vypínania pri rôznych poruchách v pásme ochrany vedenia a mimo pásma ochrany vedenia
- Uvedenie porovnávacieho relé do prevádzky s prúdovým a napäťovým transformátorom
- Overovanie vypínania pri rôznych poruchách v pásme ochrany vedenia a mimo pásma ochrany :
  - porovnávací ochrana
  - nadprúdová ochrana
  - napäťová ochrana
  - frekvenčná ochrana
- Automatické opätovné zapnutie



# Rozvod energie

System dvojitych trojfázových přípojnic .....	82
Nadprúdová ochrana přípojnic .....	83



# Rozvod energie

## Prípojnice vo VN rozvodniach

Vo väčších rozvodniach je rozvod elektrickej energie realizovaný takmer výlučne systémom dvojitéch prípojnic. Tieto prípojnice obsahujú medené pole pre prepojenie oboch prípojnic, napájacie a odberné pole, ako aj pole pre meranie. Na napájacom, odbernom a medenom poli, ako aj na prípojeniach prípojnic sú umiestnené odpojovače. Tu musí byť z bezpečnostných dôvodov prísne dodržiavaná logika spínania. Model dvojitéch prípojnic obsahuje všetky funkcie relevantné pre prax. Zabudované meracie prístroje prúdu a napätia umožňujú bezprostrednú analýzu postupu spínania.



### Systémy dvojitých prípojnic

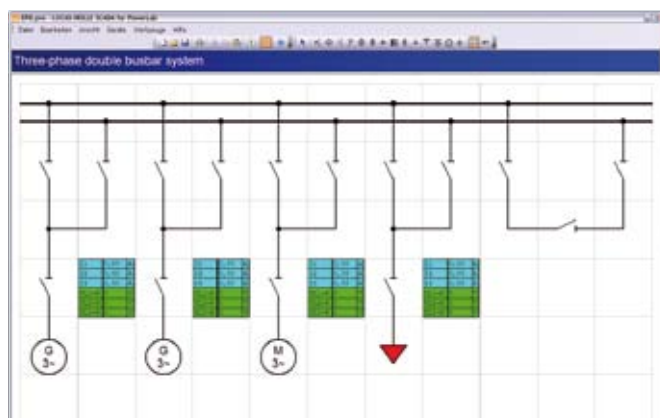
Kompaktné moduly „Napájacie a odberné pole“ a „Medené pole“ vám ponúkajú nasledovné výhody:

- Flexibilné priradovanie polí
- Obsluhu a sledovanie z prostredia PC
- Možnosť pripojenia do siete, vďaka integrovanému rozhraniu RS-485
- Ručná obsluha
- Ochranu proti chybám obsluhy zabudovaným mikrokontrolérom
- Získanie všetkých charakteristických veličín ako prúd, napätie a spínací stav



### SCADA

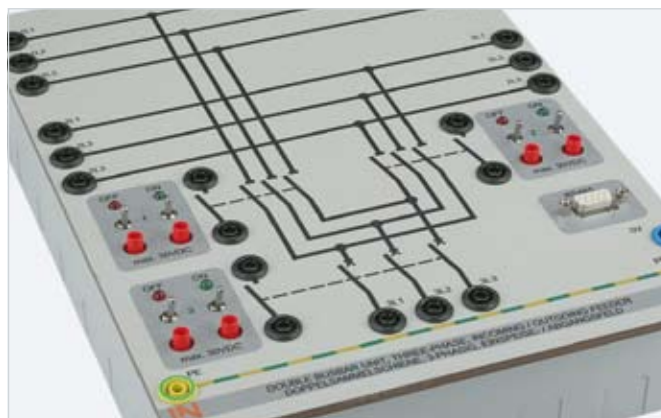
Pomocou systému SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition-System) budú zariadenia riadené a sledované. Všetky prístroje Lucas-Nülle určené pre elektroenergetiku je na monitore možné priradiť k symbolom a prepojiť navzájom. Sú zobrazené namerané hodnoty a stavy. Softvér môže riadiť dôležité parametre a signály. Namerané hodnoty a stavy môžu byť zobrazené a vyhodnotené aj s odstupom času. Prostredníctvom PC môže byť vykonaná automatická zmena prípojnice.



### Tréningové systémy

Naše tréningové systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

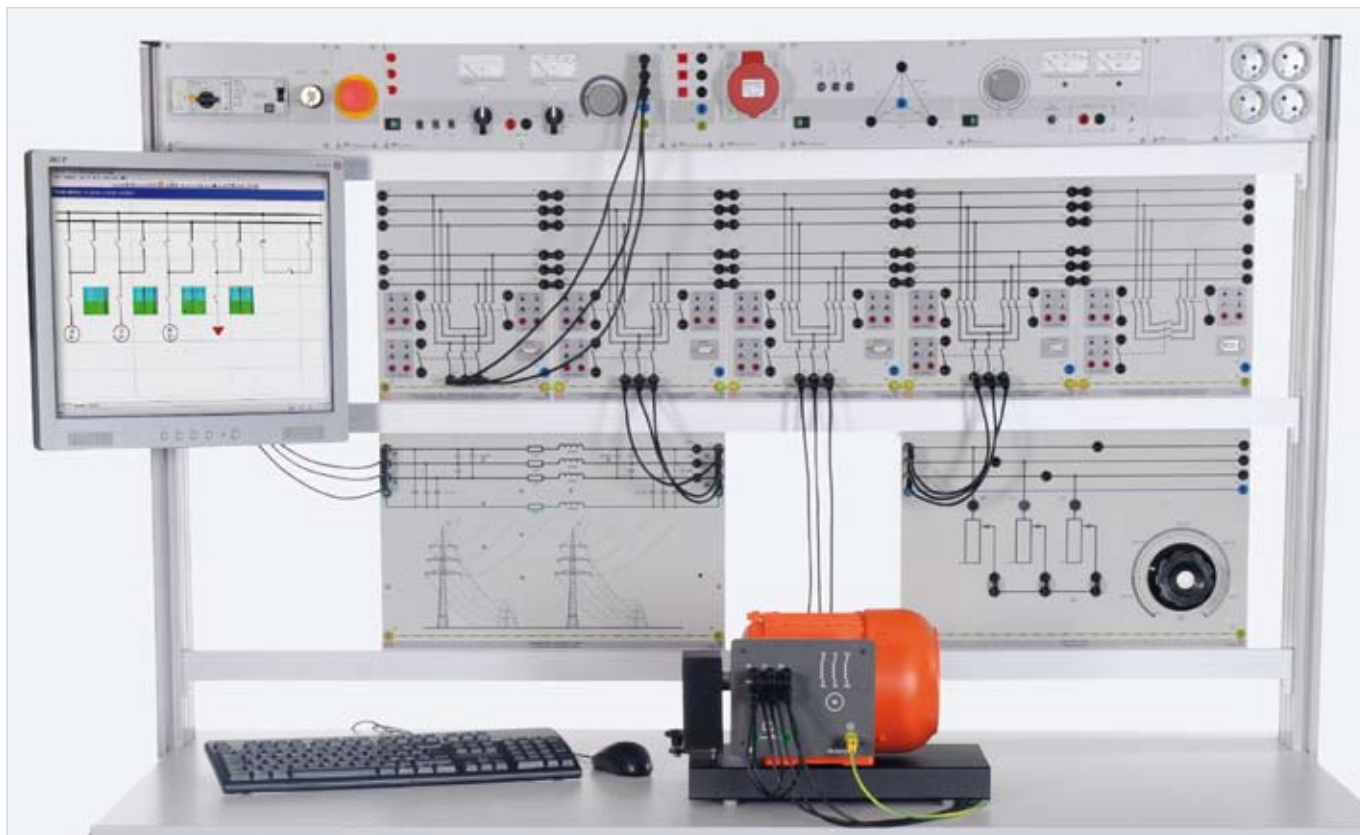
- Systém panelov A4 „Systém dvojitých trojfázových prípojnic“
- Systém panelov A4 „Nadprúdová ochrana prípojnic“



# System dvojitych trojfázových prípojnic

## Centrálny rozvod a riadenie

Prípojnice slúžia na centrálny rozvod elektrickej energie v rozvodniach a sú na ne pripojené všetky prívodné a výstupné vedenia. Prípojnice pozostávajú z napájacieho, odberného, spínacieho a transformátorového poľa. Pri zariadení Lucas-Nülle sú tieto funkcie združené do spínacích polí, ktoré obsahujú výkonový oddeľovací transformátor a vyhodnocovanie nameraných hodnôt.



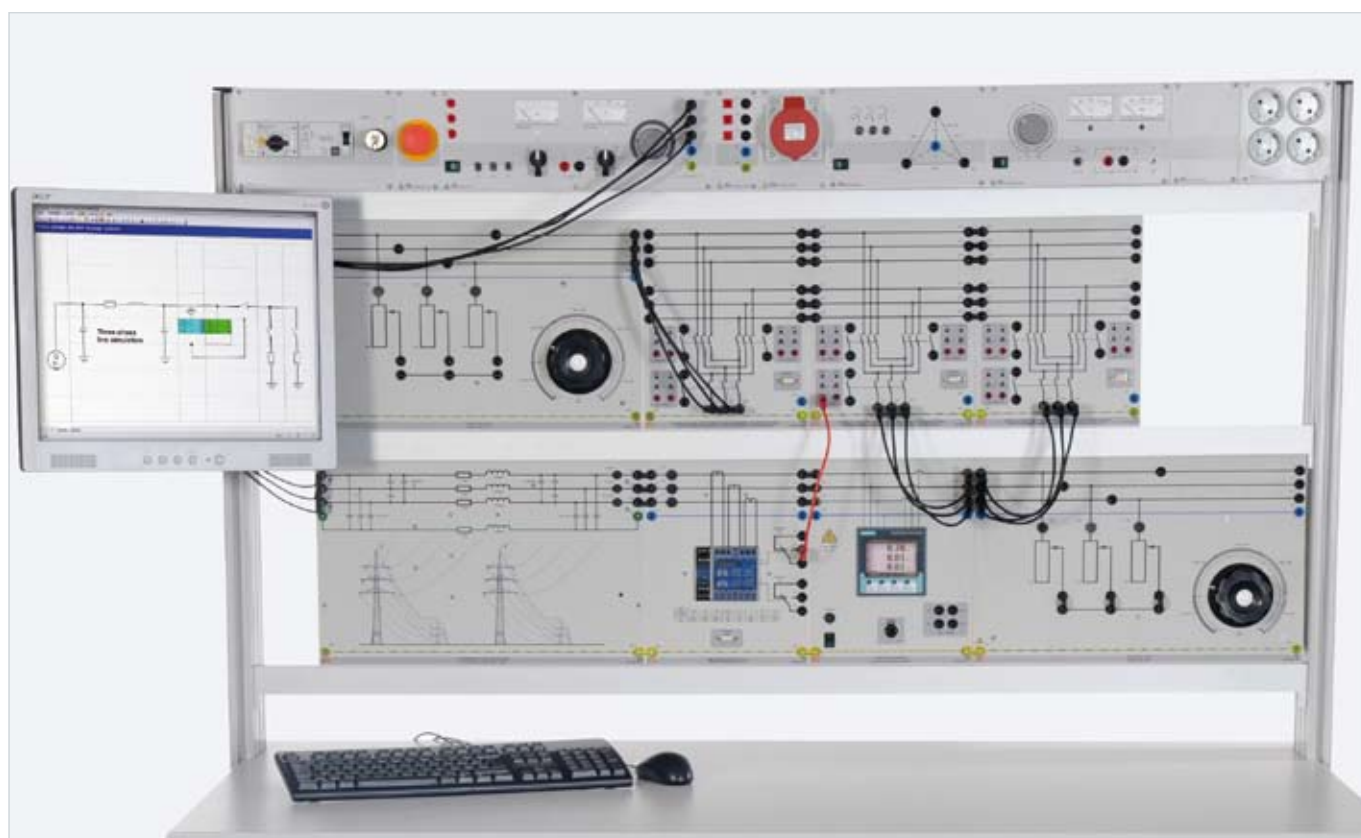
Príklad zapojenia "System dvojitych trojfázových prípojnic EPD"

### Vyučovací obsah

- Základné zapojenia trojfázového systému dvojitych prípojnic
- Trojfázové dvojité prípojnice pri zatažení
- Zmena prípojnice bez prerušenia rozvodu
- Vypracovane algoritmov spínania pre rôzne situácie
- Spájanie prípojnic

## Nadprúdová ochrana prípojnic

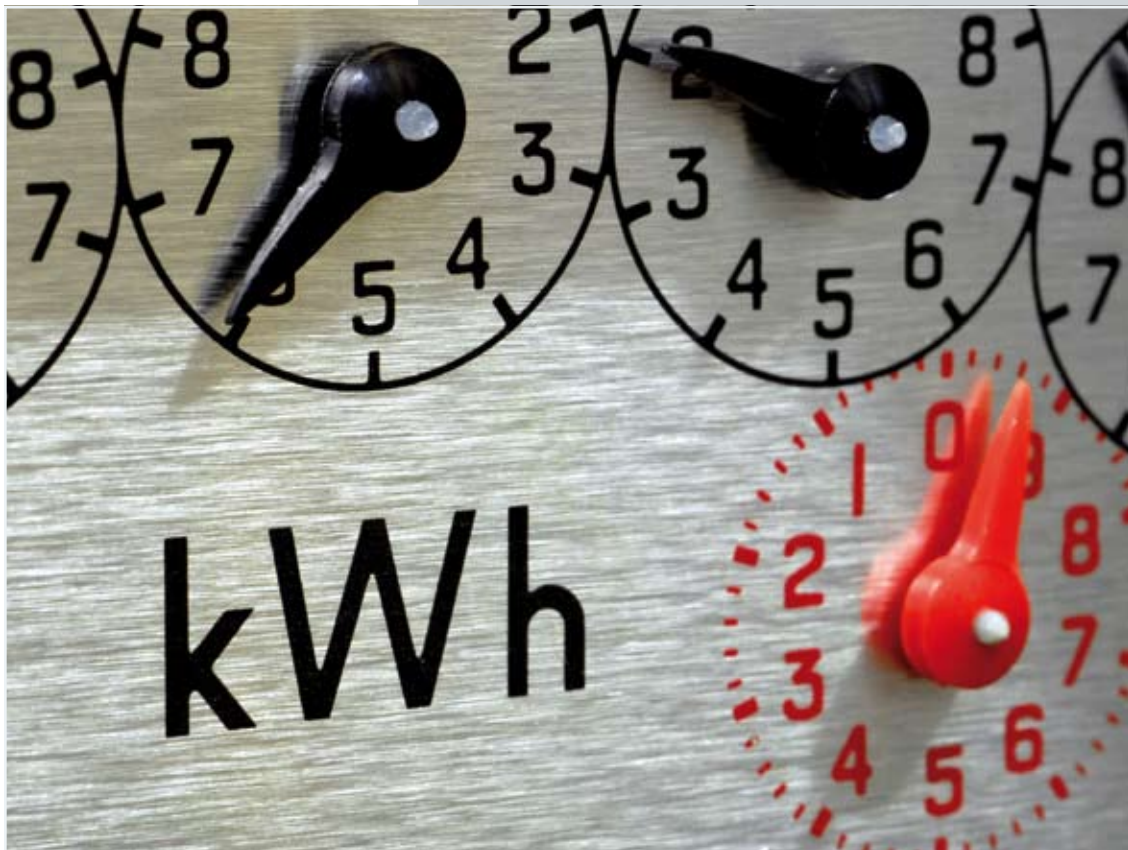
Porovnávacia ochrana prípojnic porovnáva hodnoty vstupného a výstupného prúdu cez transformátor. Budú vyšetované prahové hodnoty vypínania ochrany v závislosti na charakteristike citlivosti.



Príklad zapojenia „Nadprúdová ochrana prípojnic EDP“

### Vyučovací obsah

- Meranie prúdov pri normálnej prevádzke
- Meranie prúdov pri jedno, dvoj, alebo trojfázovom skrate
- Poruchy mimo pásma ochrany



# Manažment energie

Komplexný spotrebiteľ, meranie spotreby energie a kontrola špičkovej záťaže .....	88
Dynamický spotrebič .....	89
Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu .....	90
Ochrana elektrických spotrebičov .....	91



# Manažment energie

## Inteligentné siete a spotrebiče

Racionálne využívanie energie je v súlade s hospodárskymi požiadavkami a požiadavkami na ochranu životného prostredia stále dôležitejšie. Pokusy s manuálnou a automatickou kompenzáciou jalového výkonu a experimenty s elimináciou špičkovej záťaže meraním činného prúdu a jeho rovnomerným rozdelením do priebehu 24 hodín. Predpokladom efektívneho využitia meracej techniky je analýza siete a pripojených spotrebičov. Jednotlivé merania podrobne vyšetrujú statické, dynamické, symetrické a nesymetrické zataženie. Ďalšou dôležitou témou je ochrana elektrických spotrebičov.



### Smart metering

Všetky zariadenia z elektroenergetiky obsahujú inteligentné meracie prístroje pripojené pomocou rozličných komunikačných rozhraní (napr. LAN, RS485, USB) a doplnené riadiacimi prvkami. Takto môžeme spotrebiče nielen pozorovať, ale aj inteligentne riadiť. Automatický manažment záťaže môže byť realizovaný s nasledujúcimi funkciami:

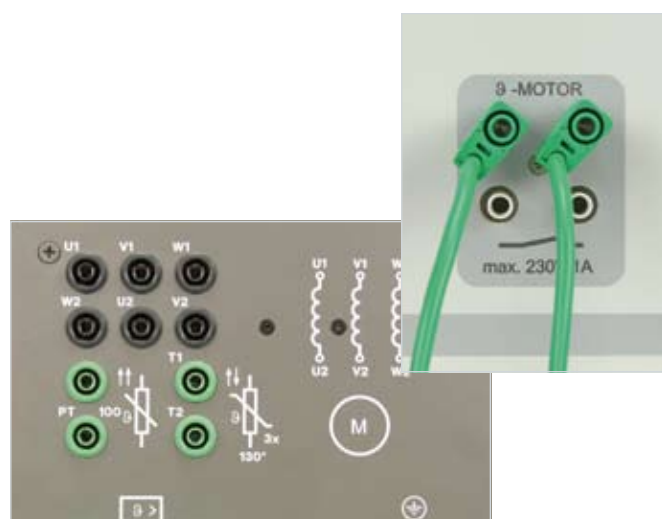
- Kontrola prednastavených výkonových limitov
- Povolenie alebo blokovanie chodu spotrebičov v súlade s tabuľkou priorít
- Zapínanie spotrebičov počas doby minimálnej spotreby



Zdroj: SIEMENS

### Ochrana elektrických spotrebičov

Poruchy elektrických zariadení prostredníctvom skratov, preťaženia, atď. musia byť eliminované alebo ohraničené zabudovanými ochranami a poškodené zariadenia musia byť selektívne odpojené od siete. Pre účelné používanie ochrán a ich správne dimenzovanie je potrebné poznať vypínacie charakteristiky, prahové hodnoty vypínania a charakteristiky rôznych bezpečnostných zariadení. Vo viacerých meraniach bude podrobne preskúmaná ochrana trojfázových motorov pomocou ističa motora a teplotnej ochrany motora prostredníctvom vypínacieho termistorového relé. Doplnkovo môže byť vykonané meranie plnohodnotnej digitálnej ochrany motora. Pri tomto meraní je ťažisko vyučovania položené na manipulácii a nastavení parametrov digitálnej ochrany motora.



### Tréningové systémy

Naše tréningové systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

- Systém panelov A4 „Komplexný spotrebiteľ meranie spotreby energie a kontrola špičkovej záťaže“
- Systém panelov A4 „Dynamický spotrebič“
- Systém panelov A4 „Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu“
- Systém panelov A4 „Ochrana elektrických strojov“
- Systém panelov A4 „Ochrana motora / manažment motora“



# Manažment energie

## Komplexný spotrebiteľ, meranie spotreby energie a kontrola špičkovej záťaže

Pokusy s manuálnou a automatickou kompenzáciou jalového výkonu a experimenty s elimináciou špičkovej záťaže meraním činného prúdu a jeho rovnomerným rozdelením v priebehu 24 hodín. Predpokladom efektívneho využitia meracej techniky je analýza siete a pripojených spotrebičov. Jednotlivé merania podrobne vyšetrujú statické, dynamické, symetrické a nesymetrické zaťaženie. Ďalšou dôležitou témou je ochrana elektrických spotrebičov.



Príklad zapojenia "Meranie spotreby energie komplexného spotrebiteľa EUC 1"

### Vyučovací obsah

- Trojfázový spotrebiteľ v zapojení hviezda a trojuholník (záťaž R-, L-, C-, RL-, RC- alebo RLC)
- Meranie počítadlom činnnej a jalovej práce
  - pre symetrickú a nesymetrickú RL - záťaž
  - pri výpadku fázy
  - pri prekompensovanosti (RC - záťaž)
  - pri aktívnej záťaži
  - pri zmene smeru toku energie
- Vyšetrovanie prvého a druhého maximálneho výkonu
- Vyšetrovanie maximálneho výkonu pri nesymetrickej záťaži
- Snímanie charakteristík stupňov záťaže

## Dynamický spotrebič

Ako dynamická záťaž je použitý trojfázový asynchrónny motor spojený so servobrzdou. Činný a jalový výkon (účinník motora) sú závislé od zaťaženia motora, takže nie sú konštantné. Servobrzda môže asynchrónny motor poháňať, takže činný výkon bude dodávaný do trojfázovej siete.



Príklad zapojenia „Vyšetovanie dynamického spotrebiča EUC 2“

### Vyučovací obsah

- Dynamický trojfázový spotrebič (asynchrónny motor)
- Meranie výkonu pri zmene smeru toku energie

# Manažment energie

## Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu

Pri kompenzácii jalového výkonu v trojfázových sieťach je redukovaný nežiaduci jalový prúd a tým aj jalový výkon spotrebičov. Kapacitné spotrebiče sú pripájané na centrálny napájací uzol indukčných spotrebičov. Protichodne pôsobiaci kapacitný jalový výkon má podľa možnosti rovnakú veľkosť ako inštalovaný indukčný jalový výkon. Tým sú redukované nežiaduce jalové prúdy a napriek tomu všetky zariadenia, ktoré vyžadujú kompenzáciu jalových prúdov nemusia byť rovnako dimenzované.



Príklad zapojenia „Automatická kompenzácia jalového výkonu EUC 3“

### Vyučovací obsah

- Uvedenie asynchrónnych strojov do prevádzky a snímanie charakteristických veličín
- Výpočet kompenzačného kondenzátora
- Kompenzácia rozličnými kondenzátormi
- Stanovenie odstupňovaného výkonu
- Ručne riadená kompenzácia jalového výkonu
- Automatické rozpoznávanie pripojenia regulátora jalového výkonu
- Automatická kompenzácia jalového výkonu

# Ochrana elektrických spotřebičů

## Trojfázové asynchronné stroje

Motory s kľetkovou kotvou sú navrhované pre rovnomerné zaťaženie. Zmeny v záťaži a vysoké rozbehové prúdy vedú k neprípustnému prehrievaniu strojov. Teplota strojov a odber prúdu sú kontrolované snímačmi. Snímače aktivujú ochrany strojov ako sú termistorové relé, istiacie relé alebo motorový istič.



Príklad zapojenia „Ochrana elektrických strojov EEM 4.6“

### Vyučovací obsah

- Výber, inštalácia a nastavenie rôznych systémov ochrany elektrických strojov
- Motorový istič
- Motorové istiacie relé
- Termistorová ochrana
- Vplyv rôzneho zaťaženia na ohrev motora
- Spúšťačie charakteristiky bezpečnostných systémov
- Ochrana pred preťažením

# Ochrana elektrických spotrebičov

## Efektívna ochrana elektrických motorov – preventívna údržba

Systémy riadenia motorov používaných v modernej automatizačnej technike ponúkajú možnosti optimálnej ochrany, riadenia a kontroly pohonov a zariadení. Je možné získavať údaje napríklad o teplote motora, napätí a prúde. Automatizácia procesov prostredníctvom pracovných zberníc (napr. PROFIBUS) poskytuje prehľad o zariadeniach. Umožňuje stanoviť zaťaženie a spotrebu energie motora, bez nutnosti merania na mieste.



Príklad zapojenia „Relé manažmentu motora EDT 51“

### Vyučovací obsah

- Uvedenie systému manažmentu motorov s podporou PC do prevádzky
- Programovanie funkcií: priamy rozbeh, rozbeh hviezda-trojuholník, rozbeh strojov s prepínaním pólov, ochrana motorov
- Nastavenie veľkosti preťaženia a vypínania pri rôznom zaťažení
- Meranie dynamických priebehov pri spúšťaní strojov
- Preventívna údržba

# Tréningové systémy s tematikou elektrických strojov

Doplnkové meranie k elektroenergetike nájdete tu:



# Rozhodujúce výhody produktu

... zabezpečujú dlhodobú spokojnosť zákazníka



**Herr Prof. Guntram Schultz, Dekan u n i v e r z i t y Karlsruhe - Technika a ekonómia, Fakulta elektrotechniky a informatiky:**

Som veľkým fanúšikom elektroenergetiky od Lucas-Nülle. Rozsiahly program umožňuje merania a pokusy od výroby elektrickej energie, cez techniku rozvodu, pripájania sietí až po spotrebu energie. Prostredníctvom modulárne usporiadaného systému panelov A4 môžu byť súvislosti systémov spracovávané v jednotlivých meraniach krok za krokom.

Rozsiahla ponuka doplnkov umožňuje jednoduchú integráciu systémov obnoviteľných energií, ktoré na takejto úrovni spracovania neponúka žiadny iný výrobca učebných pomôcok, do konvenčnej elektroenergetiky. Tento flexibilný systém môže byť vždy úplne nanovo usporiadaný.

Ako veľkú výhodu vidím dôsledné používanie mierky 1:1000 v elektrotechnických parametroch. Získané výsledky merania je možné bezprostredne porovnávať vo vzťahu k praxi. Realistická simulácia vedení s variabilnou dĺžkou umožňuje pripojenie ľubovoľných priemyslových prístrojov v rámci experimentov v bezpečnom laboratórnom prostredí.

Systémom SCADA je vykonávaná optimálna kontrola, riadenie a vyhodnocovanie dát. Systém spĺňa všetky požiadavky.

Dokumentácia vo forme multimediálnych kurzov je veľmi obsažná a študenti s ňou radi pracujú.

Pre našich docentov je prioritná kvalita komponentov pre merania a didaktický koncept so vzťahom ku praxi. Preto sme sa rozhodli pre zariadenia Lucas-Nülle. S komplexným vybavením môžeme systematicky plánovať vzdelávanie v celej oblasti elektroenergetiky a absolvovať so študentami vzdelávanie prostredníctvom aplikácií typických pre priemysel.

# To celé je viac ako iba sumár súčiastok

## Individuálne poradenstvo od Lucas-Nülle

Chcete si nechať odborné poradiť, alebo si želáte konkrétnu ponuku?

Naše zastúpenie na Slovensku nájdete na:

Telefón: 043/4307671, 0905285693

Fax: 043/4307673

E-Mail: [didactic@didactic.sk](mailto:didactic@didactic.sk)

Lucas-Nülle ponúka tréningové systémy pre odborné vzdelávanie v oblastiach:



Elektroinštalčná technika



Elektropneumatika, hydraulika



Elektroenergetika



Technika merania



Výkonová elektronika,  
elektrické stroje, technika pohonov



Mikrokontroléry



Základy elektrotechniky a elektroniky



Automatizačná technika



Komunikačná technika



Autoelektronika



Regulačná technika



Laboratórne systémy

Získajte podrobné informácie na uvedených kontaktoch.

Naši spolupracovníci Vás budú radi informovať!

Tréningové systémy Lucas-Nuelle spĺňajú najvyššie požiadavky na bezpečnosť a kvalitu. Neustále prebiehajú vylepšenia produktov v ochrane životného prostredia, bezpečnosti a prínose pre zákazníka v oblasti konštrukcia a dizajnu. Tento proces môže zapríčiniť odlišnosti medzi vyobrazenými produktami a relevantnými položkami v obsahu dodávky.

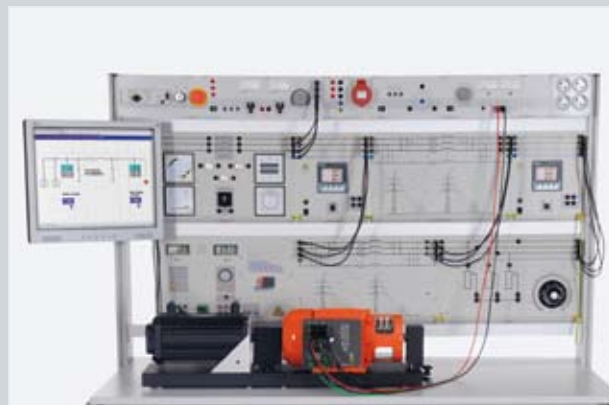
Ďalšie informácie o našich produktoch nájdete aj na webových stránkach:

[www.lucas-nuelle.com](http://www.lucas-nuelle.com)

## Lucas-Nülle Lehr- und Meßgeräte GmbH

Siemensstraße 2 · D-50170 Kerpen-Sindorf · Germany  
Telephone: +49 2273 567-0 · Fax: +49 2273 567-39  
www.lucas-nuelle.com

Zastúpenie na Slovensku:  
DIDACTIC Martin s.r.o.  
Novomeského 5/24  
03601 Martin



**LN**<sup>®</sup>  
LUCAS-NÜLLE