

Vzdelávacie systémy pre elektroenergetiku

Kompletné rozvodné siete aj s obnoviteľnými zdrojmi energie



eC₂Train



Obsah

Kvalifikácia prostredníctvom kvality

Vzdelávacie systémy pre elektroenergetiku 4

Komplexná prezentácia didaktického obsahu

Počítačom podporované vzdelávacie prostredie 5

Labsoft Classroom Manager 6

Softvér SCADA Power-LAB- 7

Od výroby elektrickej energie až po jej spotrebu

Prenosová sústava budúcnosti - inteligentne siete 8

Prepojené systémy v laboratóriu elektroenergetiky 10

Všetko na jeden pohľad 12

Viac ako tréningový systém

Kompletné riešenie laboratória elektroenergetiky 14



Obsah

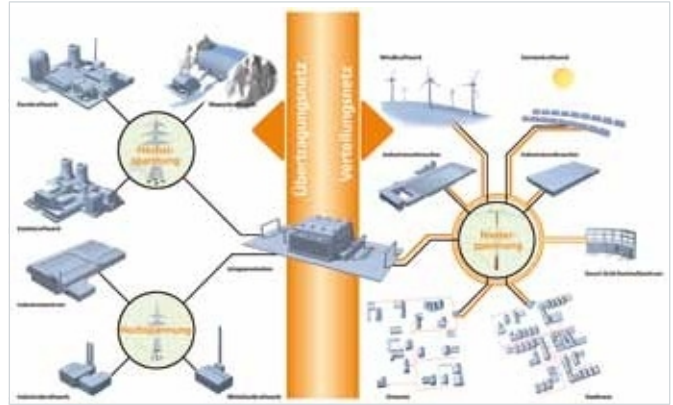
Základy elektroenergetiky	16
Jednosmerné, striedavé a trojfázové obvody (UniTrain-I)	20
Magnetizmus / Elektromagnetizmus (UniTrain-I)	23
Meranie s multimetrom (UniTrain-I)	24
Siete a modely sietí (UniTrain-I)	25
Prúdový a napäťový transformátor	26
Výroba elektrickej energie	28
Trojfázové synchronné generátory (UniTrain-I)	32
Regulácia generátora a synchronizácia	33
Ochrana generátora	35
Výroba energie z obnoviteľných zdrojov	38
Fotovoltaika (UniTrain-I)	42
Pokročilá fotovoltaika	44
Veterné elektrárne	48
Technika palivových článkov (UniTrain-I)	54
Pokročilá technika palivových článkov	56
Transformátory	58
Trojfázový transformátor (UniTrain-I)	62
Vyšetrovanie transformátorov	63
Ochrana transformátorov	64
Prenos energie	66
Vyšetrovanie trojfázových vedení	70
Vedenie s kompenzáciou zemného spojenia	72
Prenosové systémy so synchronným generátorom	73
Vyšetrovanie trojfázových káblových vedení	74
Ochrana vedení	76
Rozvod energie	80
Systém trojfázových prípojnic	82
Nadprúdová ochrana prípojnic	84
Manažment energie	86
Komplexný spotrebiteľ, Meranie spotreby energie, Kontrola špičkovej záťaže	90
Dynamický spotrebič	91
Ručná alebo automatická kompenzácia jalového výkonu	92
Úsporné pohony	93
Ochrana elektrických spotrebičov	94
Smart Grid	96
Smart Grid: riadiace centrum	102
Smart Grid: manažment energie	103
Výroba energie v sieťach Smart Grid	104
Ukladanie energie v sieťach Smart Grid	105

Kvalifikácia prostredníctvom kvality

Vzdelávacie 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 kvalitne pripravených 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 na celom svete!



... má veľký vplyv na vzdelávanie

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

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



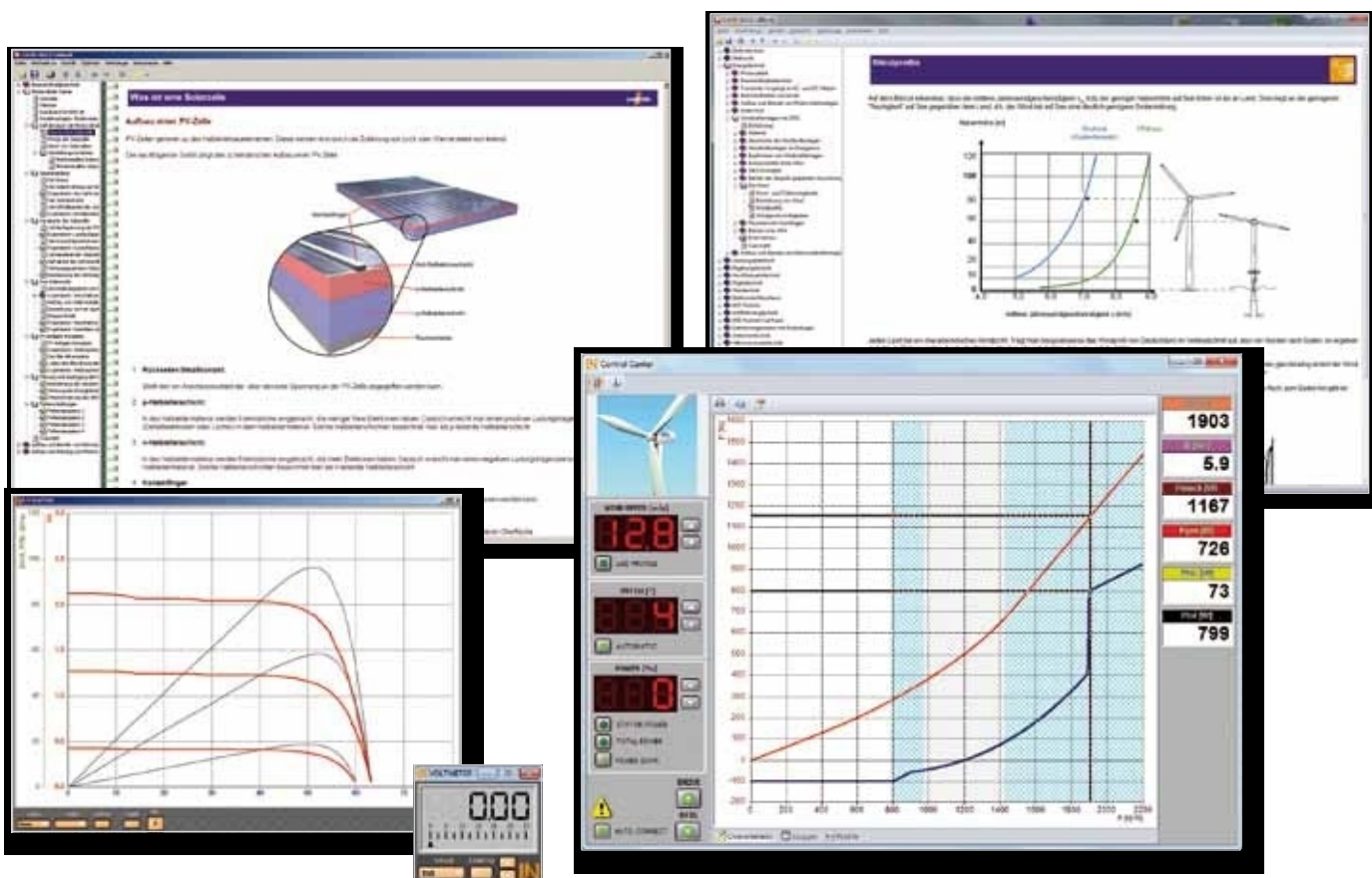
Vaše výhody

- 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 s postupným vysvetlením súvislostí pomocou meraní
- Zbernicové usporiadanie všetkých úrovní napätia umožňuje rýchle a prehľadne 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 používania bezpečnostných zdierok a vodičov
- Technika ochrany pre všetky oblasti elektroenergetiky

Komplexná prezentácia didaktického obsahu

Prostredie na vzdelávanie s plnou podporou PC - Interactive Lab Assistant (ILA)

Pri vykonávaní meraní vás sprevádza Interactive Lab Assistant (ILA). Interaktívny laboratórny asistent neposkytuje iba návod na zapojenie, ale poskytuje aj hodnotné teoretické informácie, zobrazuje namerané hodnoty a automaticky zostavuje na pozadí dokumentáciu merania, ktorú je možno vytlačiť alebo uložiť vo formáte PDF. V prípade, že chcete obsah asistenta upraviť, meniť alebo doplniť môžete tak vykonať pomocou softvérového doplnku Labsoft Classroom Manager



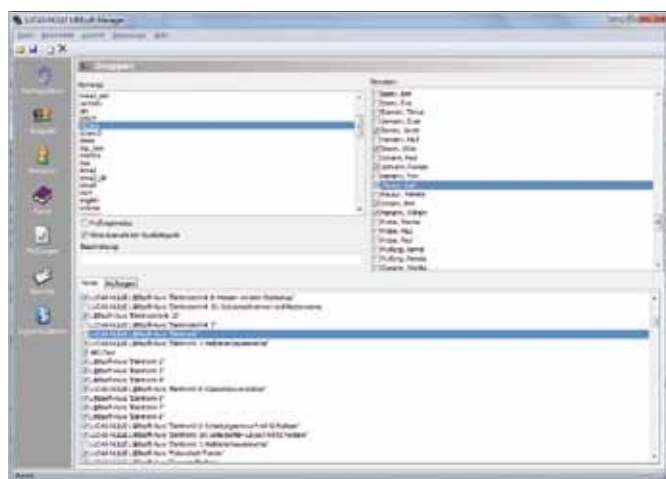
Vaše výhody

- Vysvetlenie teórie podporené zrozumiteľnými animáciami
- Podpora pri vykonávaní meraní
- Interaktívne zobrazenie zapojenia merania
- Prístup k reálnym meracím a testovacím prístrojom s rozsiahlymi možnosťami vyhodnocovania
- Projekty - cvičné práce s orientáciou na prax
- Integrované návody na obsluhu
- Dokumentácia meraní (zostavenie protokolu merania)
- Testy vedomostí vrátane funkcie Feedback
- Vráťane softvéru SCADA Viewer s vhodnými príkladmi na meranie

Komplexná prezentácia didaktického obsahu

LabSoft Classroom Manager

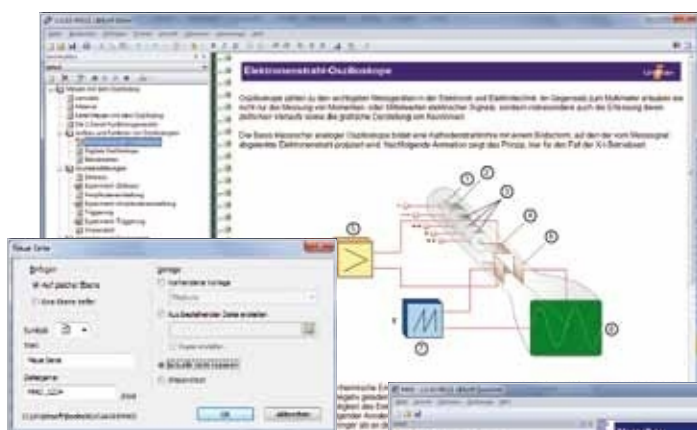
LabSoft Classroom Manager je rozsiahly administrátorský softvér, pomocou ktorého je možné komfortne organizovať a spravovať vyučovacie procesy s orientáciou na prax. Classroom Manager je možné použiť pre všetky programy založené na platforme LabSoft ako sú ILA, UniTrain-I, InsTrain a CarTrain. Softvér obsahuje päť programov:



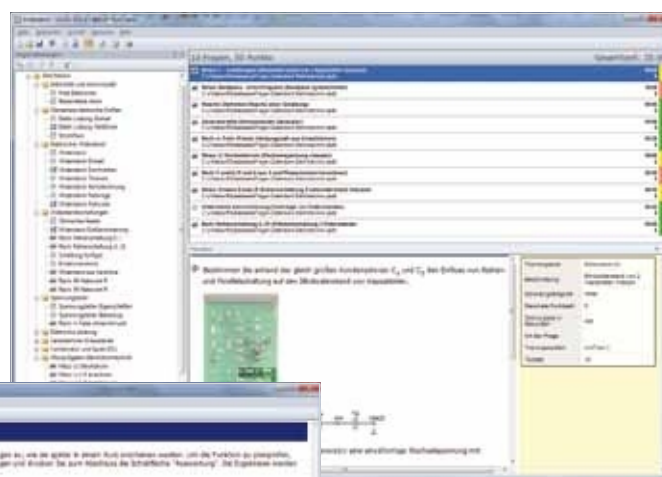
LabSoft Manager: Spravujte vaše kurzy LabSoft, študentov a skupiny softvérom LabSoft Manager. Tak budú mať vaši študenti vždy k dispozícii iba príslušný obsah.



LabSoft Reporter: LabSoft Reporter prezentuje napredovanie študentov v učive a výsledky testov. Početné varianty hodnotenia jednotlivcov alebo skupín a testov umožňujú cieľovú kontrolu.



LabSoft Editor: LabSoft Editor umožňuje zostavovanie nových kurzov alebo vykonávanie zmien existujúceho obsahu. Početní pomocníci vedú používateľa krok za krokom potrebnými úkonmi

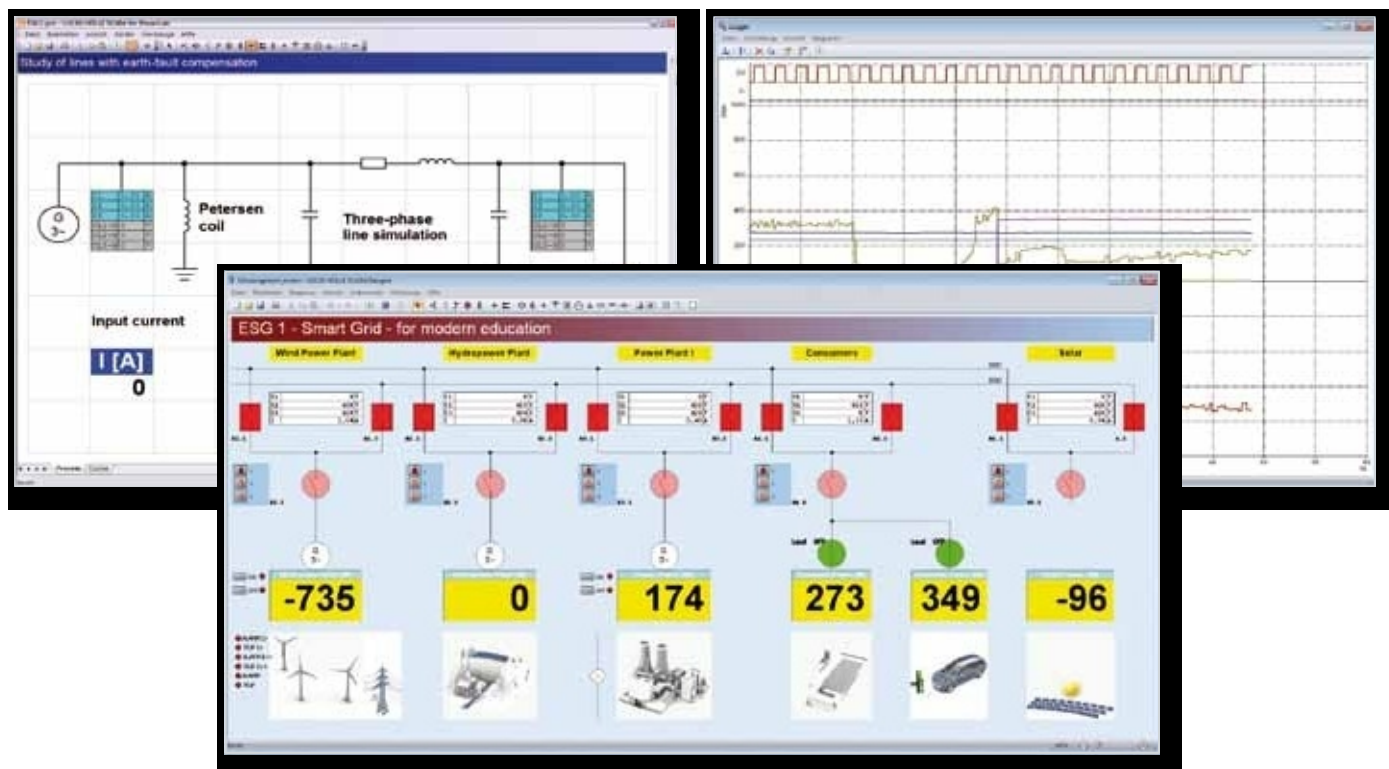


LabSoft Test Creator: V prostredí LabSoft TestCreator zostavujete testy, pomocou ktorých môžete overovať získané vedomosti a zručnosti študentov.

**Databáza otázok
Obnoviteľné energie**

LabSoft Questioner: Pre zostavenie otázok, úloh na merania a testovacích otázok ponúka LabSoft Questioner viacero typov otázok. Úlohy a otázky môžu byť doplnené do jednotlivých kurzov.

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 ochrany až po konečnú spotrebu energie. SCADA poskytuje personálu možnosť sledovania a zadávania dát v procesoch. Namerané hodnoty zobrazuje na monitoroch v reálnom čase. Riadiace signály môžu byť menené v 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). SCADA je dôležitým komponentom v sieti typu Smart Grid, ktorý umožňuje lepšie využitie infraštruktúry siete a energetických rezerv.



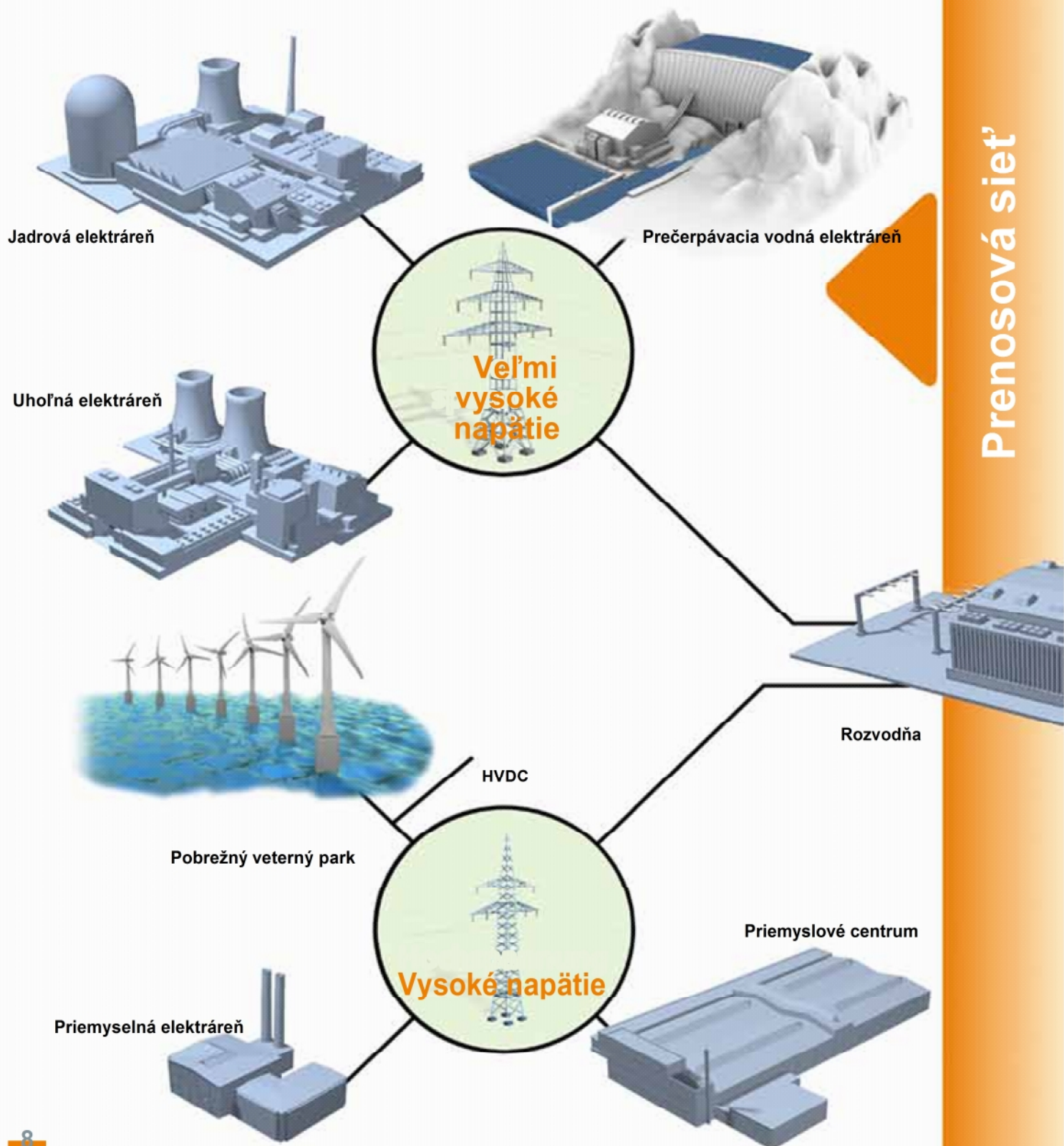
Vaše výhody

- Softvér SCADA upravený pre vzdelávanie
- Realizácia, riadenie a analýza komplexnej inteligentnej siete (Smart Grid)
- **SCADA Designer:**
 - Knižnica symbolov pre prístroje Lucas-Nülle na pracovnej ploche
 - Používanie normovaných symbolov súčiastok elektronických obvodov
- **SCADA Viewer:**
 - Školská licencia pre pozorovanie a riadenie zariadení
 - Zobrazenie a riadenie meraných hodnôt a stavov všetkých systémov ktoré sieť obsahuje
- Softvérom môžu byť riadené dôležité parametre a signály
- **SCADA PLC:** integrovaný softvérový programovateľný automat, s programovaním podľa normy IEC 61131
- **SCADA Logger:** snímanie, zobrazovanie, vyhodnocovanie a export všetkých hodnôt zaznamenaných v danej perióde
- **SCADA Panel Designer:** Možnosť tvorby vlastnej pracovnej plochy
- **SCADA Net:**
 - Koncept Client / Server umožňuje súčasný vzdialený prístup z každého PC (študenta) ku systémom v sieti Smart Grid
 - Prístupové práva študentov (plný/ limitovaný prístup) sú riadené v softvéri SCADA vyučujúcim

Od výroby elektrickej energie 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.



Mehr zu dem
Thema 'Smart
Grid' finden
ab Seite 96

SMART
GRID

Veterná elektrárň

Solárna elektrárň

Priemyslový spotrebiteľ

Priemyslový spotrebiteľ

Stredné- /
nízke napätie

Riadiace centrum Smart-Grid

Obecná sieť

Mestská sieť

Elektromobilita

Od výroby elektrickej energie po jej spotrebu

Zosieťované 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 ochrany je možné navzájom kombinovať, centrálné vyhodnocovať a riadiť prostredníctvom softvéru SCADA Power-Lab. Takýto systém nekladie zostavovaniu a skúmaniu inteligentných sietí v laboratóriu nijaké hranice.

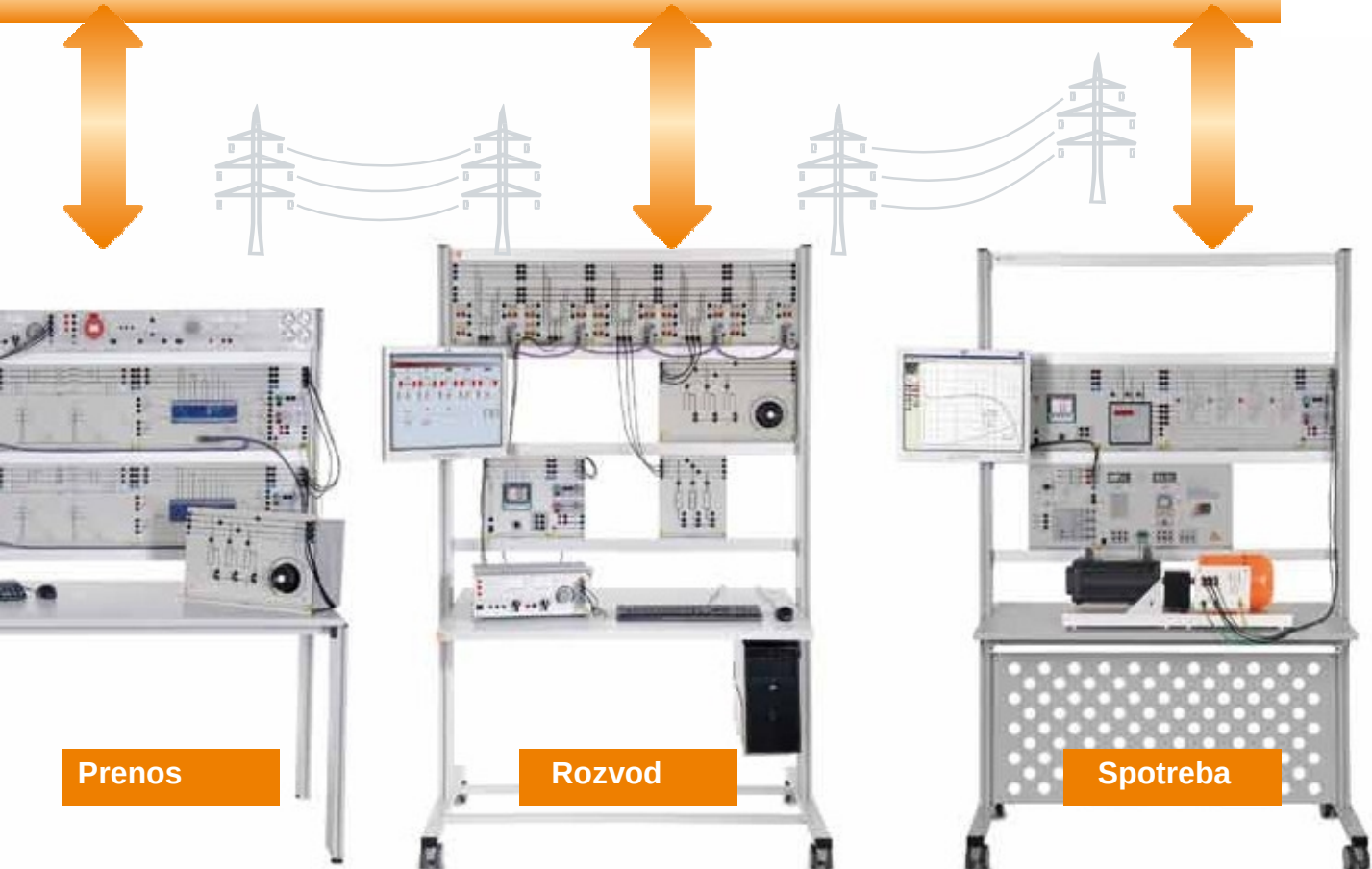


Mehr zu dem
Thema 'Smart
Grid' finden
ab Seite 96

SMART
GRID



100100101001010111000101010101000101010100001010010100100100001001010001



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
- Nadprúdová ochrana

Vyšetrovanie elektroenergetických zariadení

SCADA

EUG

SCADA

EUT

Výroba elektrickej energie

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

Obnoviteľné zdroje energie

- Veterná energia
- Fotovoltaika
- 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



Siete a modely

- Prechodové javy v jednosmerných a striedavých sieťach
- Modely jednosmerných sietí





Viac ako tréningový systém

Kompletné riešenie laboratória elektroenergetiky

Pútavá prezentácia komplexného didaktického obsahu modernými médiami

Obnoviteľné energie:
veterná elektrárňa, palivové články, fotovoltaika



ec₂Train

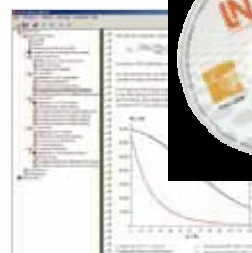
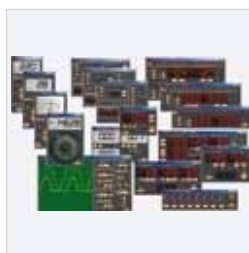


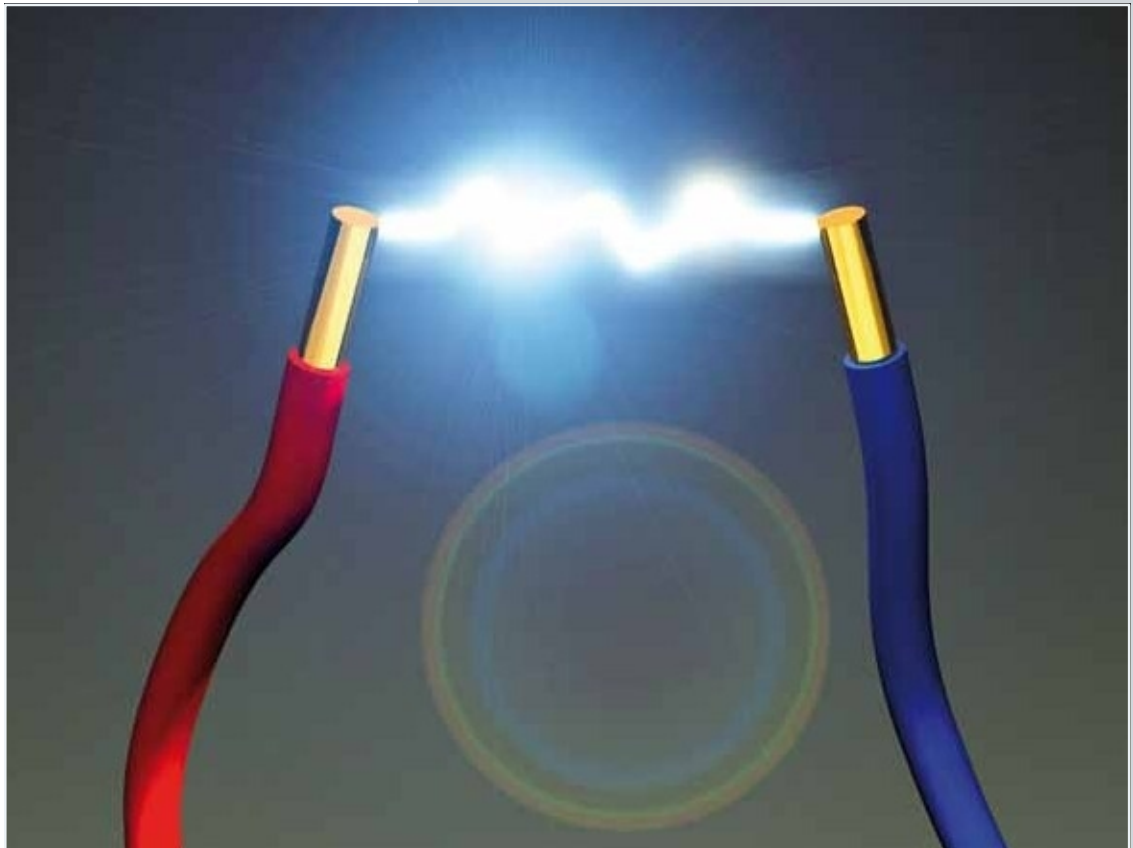
Smart Grid: meranie a riadenie celého toku energie systémom SCADA



Kompletné riešenie pre elektroenergetiku: od výroby energie cez prenos a rozvod až po jej 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 úvod 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 porúch s integrovaným simulátorom
- Bezpečnosť systému zaručená použitím nízkeho, bezpečného napätia
- Veľký výber kurzov
- Vzorové riešenia pre učiteľa

Systém UniTrain-I

- Plnohodnotné, prenosné laboratórium
- Multimediálne kurzy
- High-Tech- meracia a riadiaca jednotka
- Teória a prax súčasne



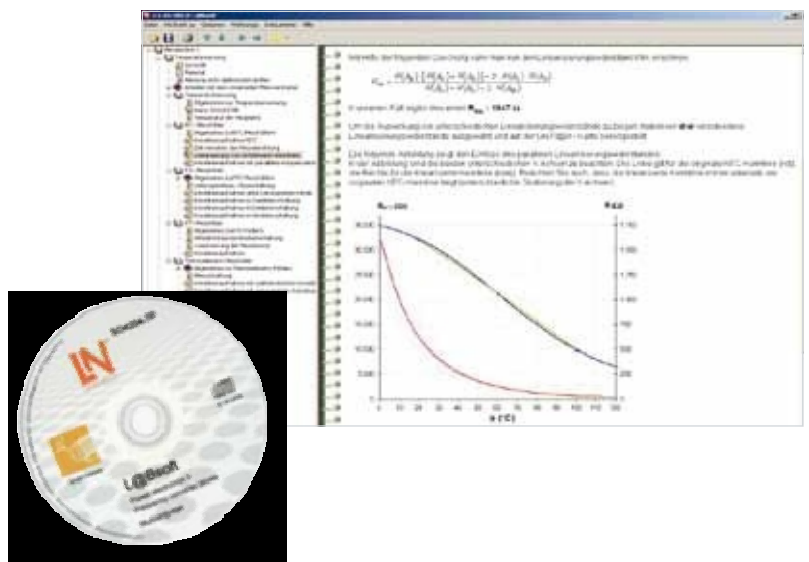
Integrované prístroje a zdroje

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



Prehliadač LabSoft

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



Jednosmerné obvody

Prúd, Napätie a základné obvody s rezistormi

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
- Zaobchádzanie s napájacími zdrojmi a meracími prístrojmi
- Experimentálne objasnenie Ohmovho a Kirchhoffových zákonov
- Meranie na sériových, paralelných obvodoch a deličoch napätia
- Snímanie charakteristík premenných odporov (LDR, NTC, PTC, VDR)
- Skúmanie cievky a kondenzátora v jednosmerných obvodoch
- Vyhľadávanie porúch

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
- Vyhľadávanie porúch

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 nastavenie nuly a meranie priechodnosti
- Nastavenie meracieho rozsahu
- Poznávanie možných zdrojov chýb pri meraní
- Vysvetlenie merania súčiastok v neznámom obvode pomocou meranie 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 preskúmané: odchýlka prúdu, nadprúdový faktor, odchýlka uhla a celková nepresnosť 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 odchýlku výstupného 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 napäťového transformátora
- Výpočet odchýlky výstupného napätia 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

Trojfázové synchronne generátory

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 $\cos \varphi$) 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 synchronné 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, servopohonu 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 priemyselnej záťaži aj v laboratórnych podmienkach.



Vzdelávacie systémy

Naše vzdelávacie systémy pokrývajú nasledovné témy:

- UniTrain-I trojfázové synchronné 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 začleneného 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 synchronného generátora, môžu byť vykonávané rôzne zapojenia na tému manuálne riadenej synchronizácie so sieťou.

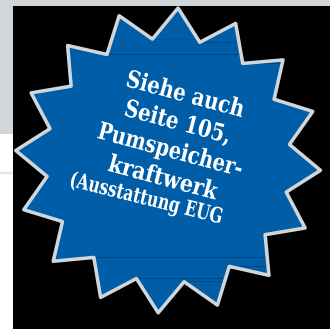


Príklad zapojenia „Ručne riadený synchronizačný obvod EUG 1“

Vyučovací obsah

- Obvod s tmavými synchronizačnými žiarovkami
- Obvod s rozsvietenými synchronizačnými 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 prepätiu a podpätiu.



Príklad zapojenia „Ochrana generátora EGP 1“

Vyučovací obsah

Nadprúdová ochrana

- Reakčný čas a chovanie pri vypínaní pri trojpólov 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)

- Rozpoznanie motorického režimu a odpojenie generátora pri spätnom toku energie

Ochrana pred prepätím a podpätím

- Reakcia pri výpadku fázy
- Vyšetrovanie reakčného a vypínacieho času

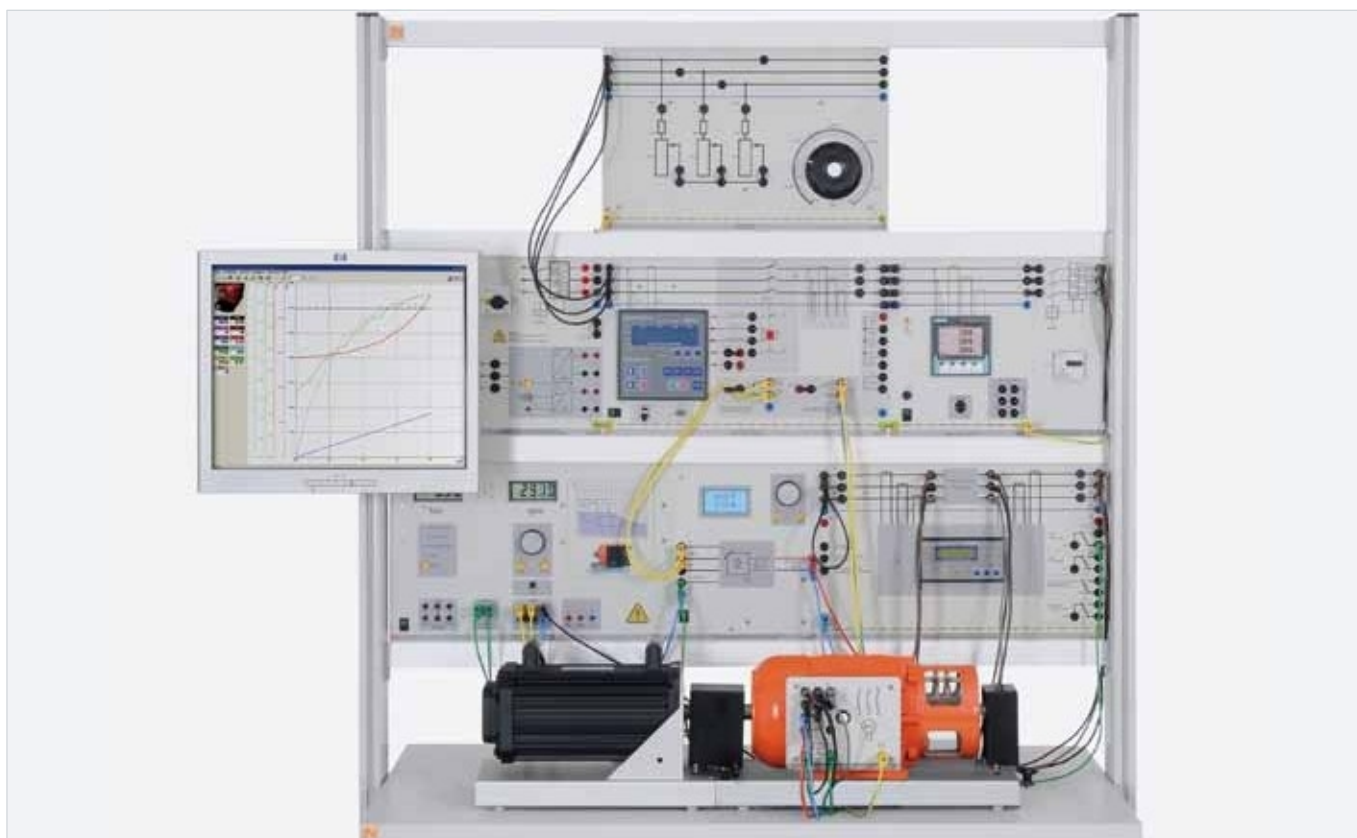
Ochrana statora

- 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 závitu 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 hodnôt zistených meraním 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:
 - pripojenie a testovanie ochranného relé rotora
 - priebeh rozličných skratov rotora
 - kontrola chybových hlásení a vypnutie



Výroba energie z obnovitelných zdrojů

eC₂Train

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



Výroba energie z obnoviteľných zdrojov

Nevyčerpatel'ná, 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 didaktickými systémami, ktoré spĺňajú komplexné požiadavky súčasného vzdelávania.



Jasné vyhliadky s fotovoltaiikou

- Abu Dhabi oznámilo investíciu vo výške približne dve miliardy US dolárov do technológií na výrobu fotovoltaiických modulov v meste Masdar.
- Bola zahájená výstavba najväčšej solárnej elektrárne v USA s menovitým výkonom 25 megawattov v Silicon Valley.
- V Nemecku boli vybudované fotovoltaiické systémy schopné dodávať až päť gigawattov. Ich výkon je ekvivalentný piatim moderným elektrárnám na tuhé palivo. Do roku 2020 vzrastie postupne kapacita fotovoltaiických systémov na 40 GW.



Čistá budúcnosť s veternou energiou

- Predpoveď pre Nemecko: Do roku 2030 bude 25% elektrickej energie produkovanej silou vetra.
- Každých 3.0-megawattov veterných elektrární ušetrí ročne 13,000 barelov ropy alebo 10,000 ton CO_2 .



Palivové články – jednotky s možnosťou dlhodobej produkcie energie

- Častejšie používané ako záložné zdroje energie
- Používané ako záložné zdroje
- Používané v kogeneračných jednotkách



Fotovoltaika

Slnčné výhľady s kurzom Fotovoltaika

V časech znižovania nákladov na energiu a zvyšovania enviromentálneho 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.



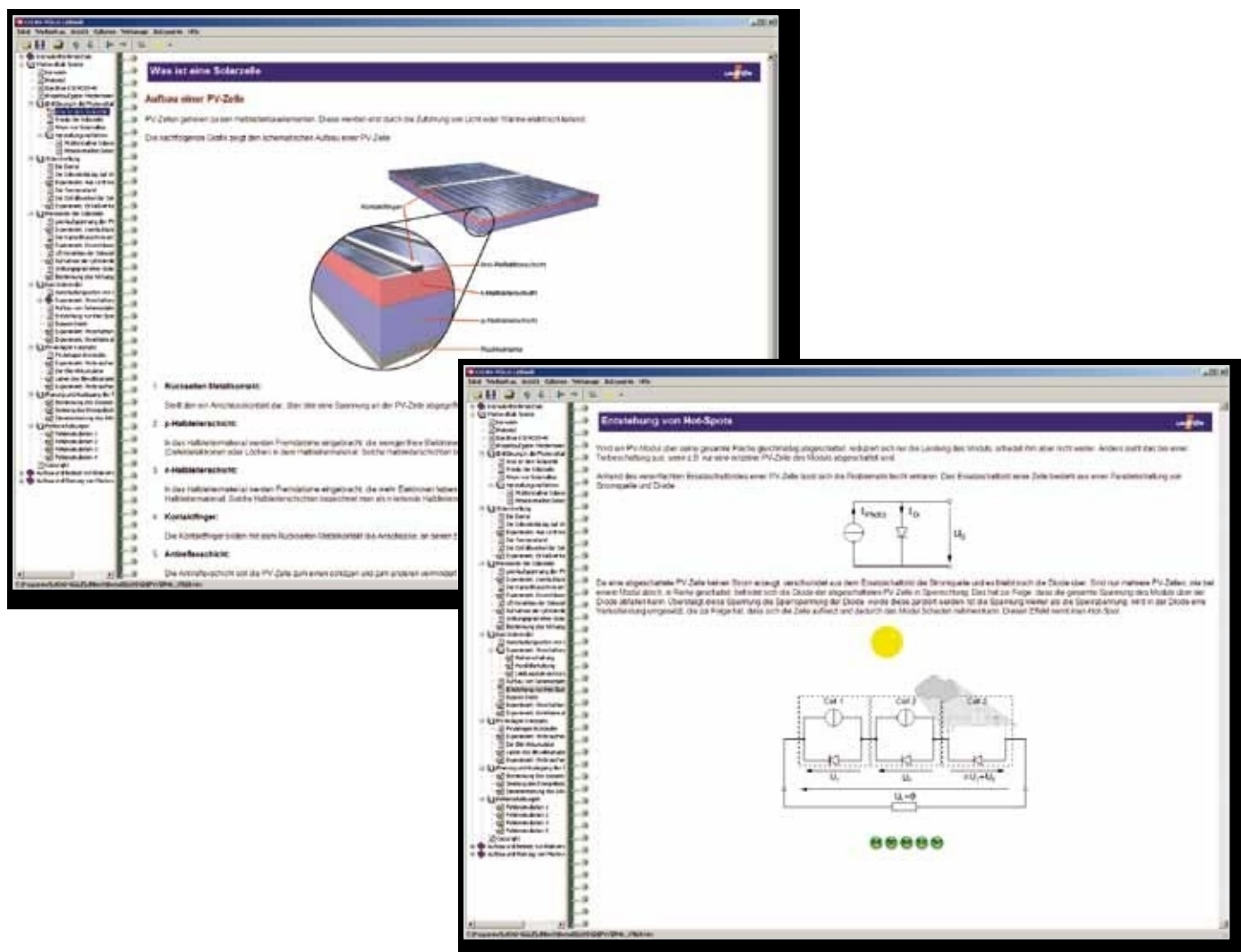
ec₂Train

UniTrain
SYSTEM

Vyučovací obsah

- Poznanie funkcií a spôsobu činnosti solárnych panelov
- Snímanie charakteristík solárneho módu
- 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
- Zoznámiť sa z výrobou 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



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 porúch

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 článkov

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

Zostavenie FV zariadenia v ostrovnom režime

- Inštalácia fotovoltaikeho (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 striedavého napätia 230 V

Zostavenie FV zariadenia paralelne pripojeného k sieti

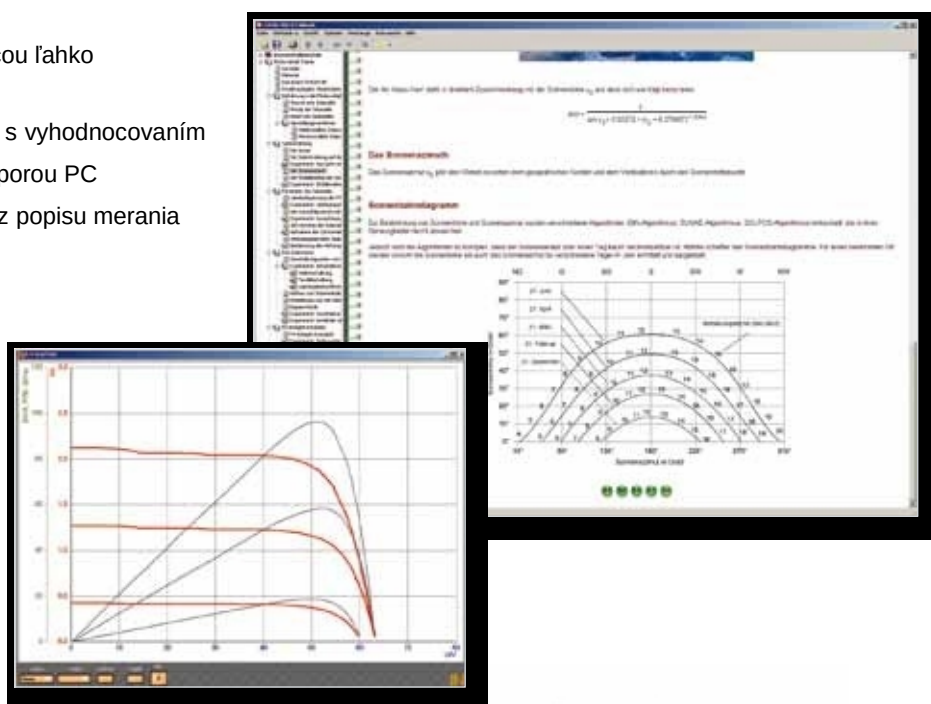
- Zostavenie, inštalácia a test FV zariadenia pripojeného na sieť
- Meranie energie vyprodukovanej FV zariadením
- Stanovenie stupňa účinnosti sieťového striedača
- Pozorovanie chovania FV zariadenia pri výpadku siete

Pokročilá fotovoltaika

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 s podporou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z popisu merania



Solárny modul s emulátorom výšky slnka

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



Solárny emulátor

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



Priemyslové komponenty

- Solárny regulátor dobíjania batérií
- Striedač pre ostrovný systém
- Striedač pre systém pripojený na sieť
- Jednoduchá obsluha a vyšetrovanie priemyslových komponentov



Vaše výhody

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

Veterné elektrárne



Asynchrónny generátor s dvojítm napájaním (DFIG)

Zariadenie umožňuje vyšetrovanie modernej veternej elektrárne s asynchrónnym generátorom s dvojítm 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

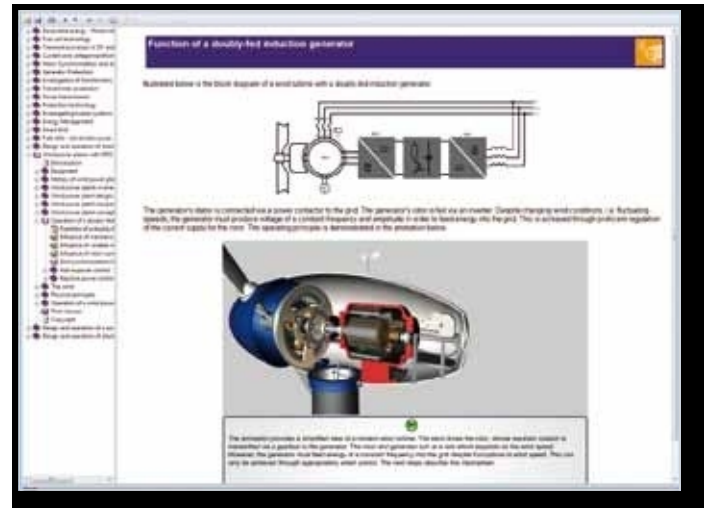
- Pochopenie konštrukcie a funkcií moderných veterných elektrární
- Spracovanie fyzikálnych základov „od vetra po hriadeľ“
- Poznávanie rôznych konceptov veterných elektrární
- Konštrukcia a uvedenie do prevádzky asynchrónneho generátora veternej elektrárne s dvojítm napájaním
- Prevádzka generátora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

Veterné elektrárne

Čerstvý vietor v laboratóriu

„ Interaktívny Lab Assistant“

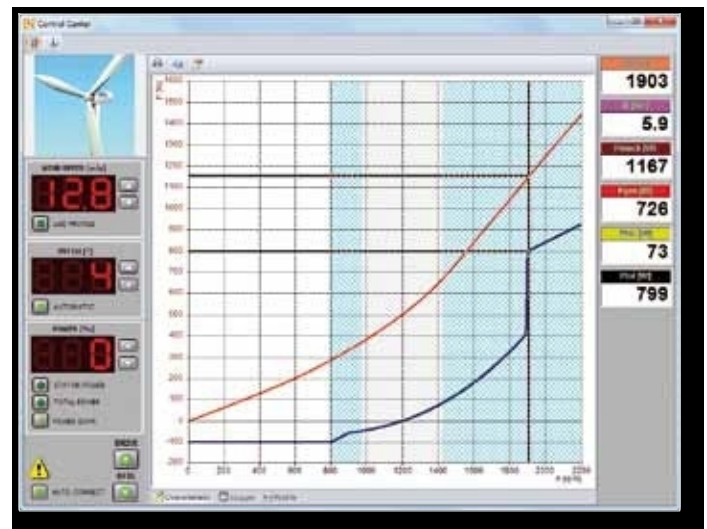
- Multimediálny návod krok za krokom
- Vysvetlenie fyzikálnych základov pomocou zrozumiteľných animácií
- Testovanie nárastu vedomostí otázkami s vyhodnocovaním
- Vyhodnocovanie nameraných dát s podporou PC
- Spúšťanie virtuálnych prístrojov priamo z návodu na merania



Emulátor vetra

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

- 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

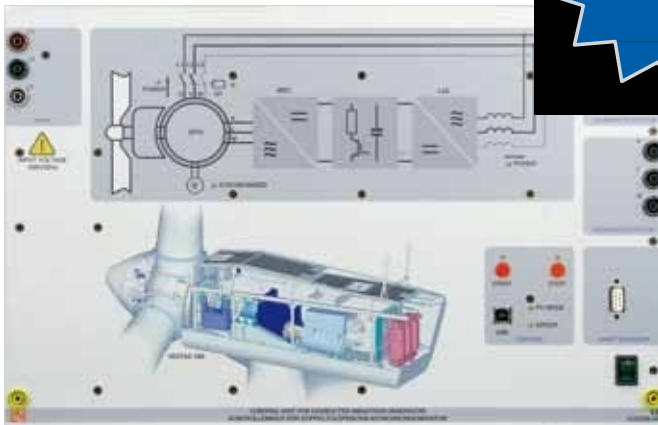


Asynchrónny generátor s dvojítm napájaním s riadiacou jednotkou

- Riadiaca jednotka s dvomi riadenými striedačmi
- Riadenie generátora v podsynchronnom a nadsynchronnom 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 typu „Fault-ride-through“



„Asynchrónny generátor s dvojítm napájaním“



„Riadiaca jednotka asynchrónneho generátora s dvojítm napájaním“



„Dynamický simulátor porúch siete“

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
- Riadiaca jednotka s mikrokontrolérom na riadenie asynchrónneho generátora s dvojítm napájaním umožňuje komfortnú obsluhu a vizualizáciu v priebehu meraní
- Najmodernejšia technológia s „Fault-ride-through“
- Integrácia zariadenia 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 a mechanická konštrukcia zariadenia dá veľmi podrobne emulovať pomocou servobrzdzy a softvéru „WindSim“.



Príklad zapojenia „Malá veterná elektrárň EWG 2“

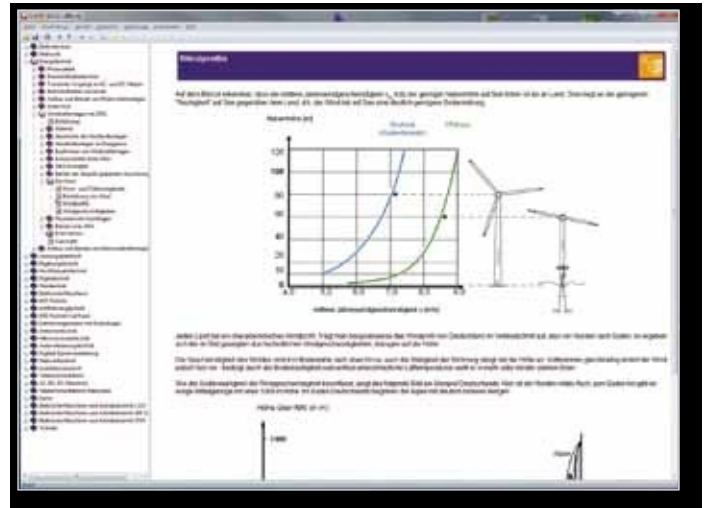
Vyučovací obsah

- Porozumieť konštrukcii a funkciám moderných malých - veterných elektrární
- Spracovanie fyzikálnych základov „od vetra po hriadel“
- 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 Asistent“

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



Synchrónny generátor

- Pôsobenie sily vetra a mechanická konštrukcia zariadenia sa dá veľmi podrobne emulovať pomocou servobrzdzy a softvéru „WindSim“..
- Chovanie generátora v laboratóriu zodpovedá chovaniu reálnych zariadení
- Malá veterná elektrárňa určená pre reálnu prevádzku vo vonkajšom prostredí



Vaše výhody

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

Technika palivových článkov

Konštrukcia a účinok 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.



ec₂Train

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 elektrolýzov
- Snímanie U,I charakteristiky elektrolýzera
- Stanovenie Faradayovho a energetického stupňa účinnosti elektrolýzera

Podpora experimentov multimediálnym kurzom



Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom „Interaktívny Lab Asistent“
- 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 záťaž (svetlá, ventilátor)
- Premenná 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 predváždzacie účely aj pre praktickú prevádzku. Animovaná teória, návody na merania a záznam výsledkov meraní je realizovaný pomocou „Interaktívny Lab Asistent“.



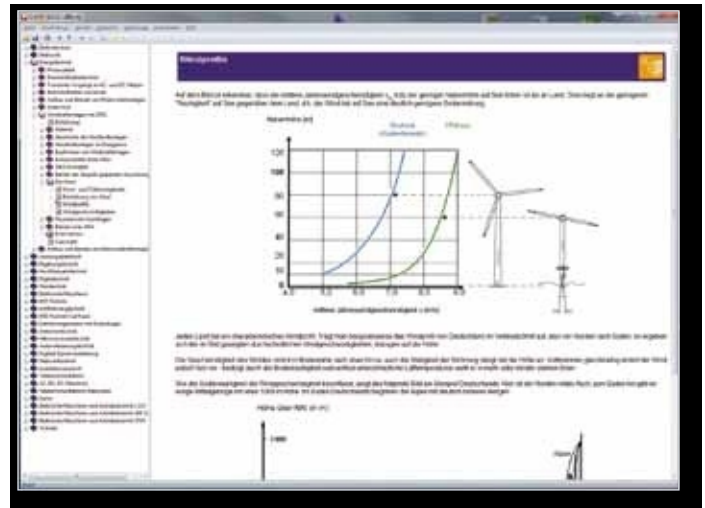
Príklad zapojenia „50-VA-palivový článok so spotrebičmi EHY 1“

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 autonómnú činnosť
- Výkonová elektronika a menič napätia

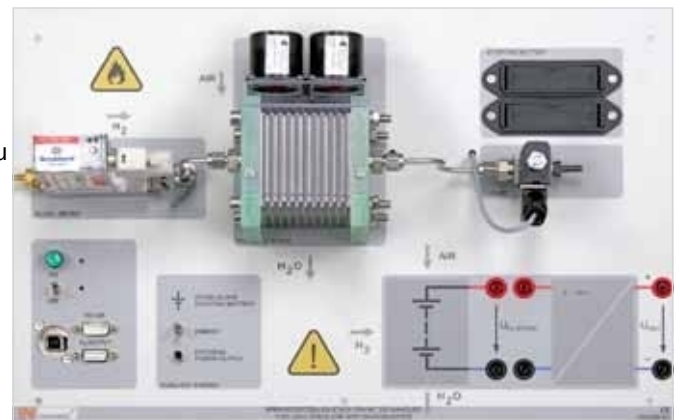
„ Interaktívny Lab Asistent“

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



Palivový článok

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



50-VA-palivový článok

Vaše výhody

- Sprostredkovanie vedomostí a know-how multimediálnym kurzom „Interaktívny Lab Asistent“
- 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
Vyšetrovanie 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

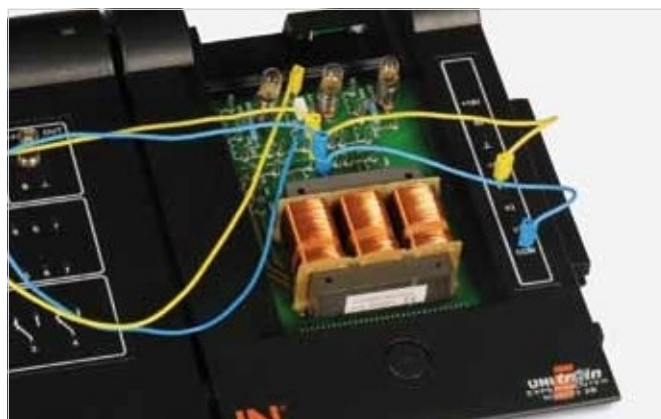
Rozdielová ochrana transformátorov (od cca. 1 MVA), kombinovaná s nadprúdovou ochranou je vyšetrovaná prostredníctvom meraní v režimoch normálnej prevádzky a pri rôznych poruchách. Zároveň je možné rôzne usporiadanie zapojenia vinutí (hviezda, trojuholník) v rôznych spínacích obvodoch s hviezdicovým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



Vzdelávacie systémy

Naše vzdelávacie systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

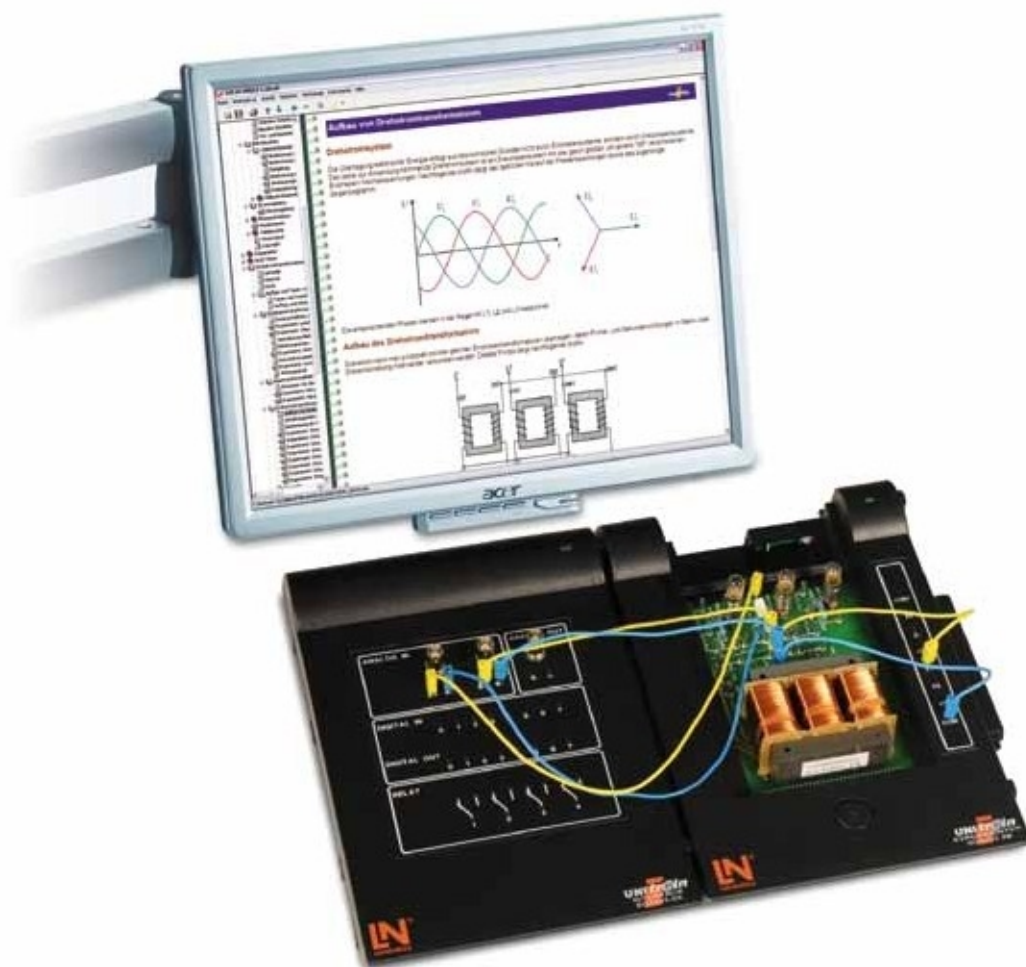
- UniTrain-I „Trojfázový transformátor“
- Systém panelov A4 „Vyšetrovanie transformátorov“
- Systém panelov A4 „Ochrana transformátorov“



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
- Zoznámenie sa s trojfázovými transformátormi
- 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 zaťažením
- 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 elektrickej energie

Vyšetrovanie trojfázových vedení	70
Paralelné a sériové zapojenie vedení	71
Vedenia s kompenzáciou zemného spojenia	72
Prenosové systémy so synchronným generátorom	73
Vyšetrovanie trojfázových káblových vedení	74
Rozvodné siete NN	75
Ochrana vedení	76



Prenos elektrickej 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 synchrónneho generátora.



Vysokonapäťové vedenia

Vaše výhody:

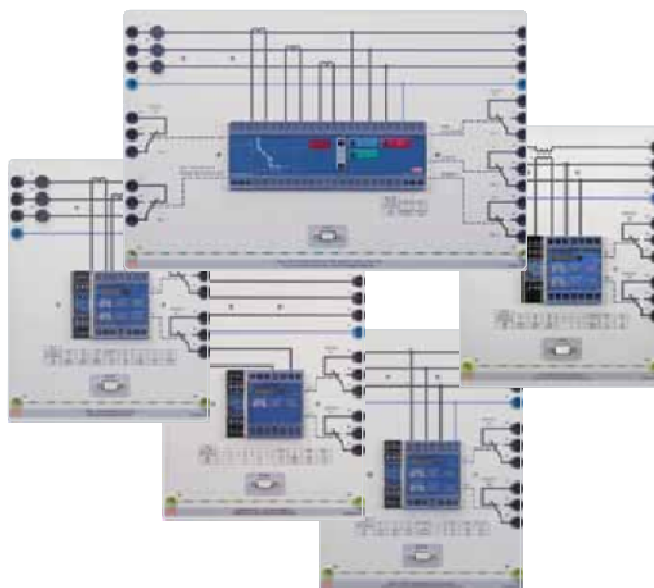
- Vyšetrovanie prenosových vedení 380 kV je pre vašu bezpečnosť vykonávané v oblasti nízkeho napätia ale napriek tomu si zariadenie zachovalo vlastnosti skutočných vysokonapäťových vedení!
- Realistická simulácia prenosových vedení 380 kV s dĺžkami 300 km a 150 km
- Inovatívna zmena dĺžky vedenia prostredníctvom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



Moderná bezpečnostná technika

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

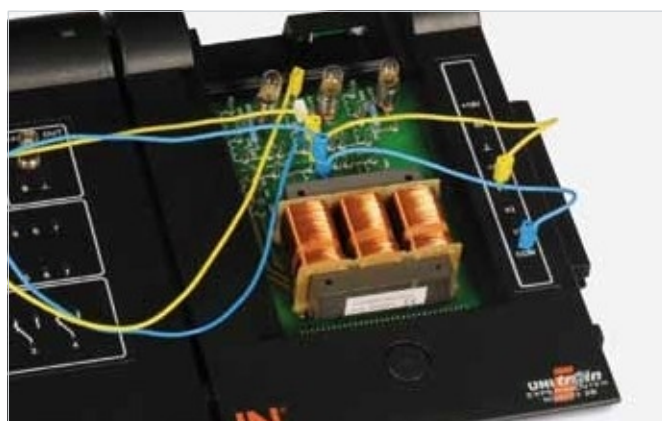
- Použitie kompaktných originálnych relé s modernou digitálnou technikou
- Použitie priemyslových bezpečnostných relé od renomovaných výrobcov s celosvetovou pôsobnosťou
- Kontrola bezpečnostných zariadení prostredníctvom SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)
- Doplnkový prípravok pre kontrolu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



Vzdelávacie systémy

Naše vzdelávacie 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 od zaťaženia
- 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 „Vyšetrovanie 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
- 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.



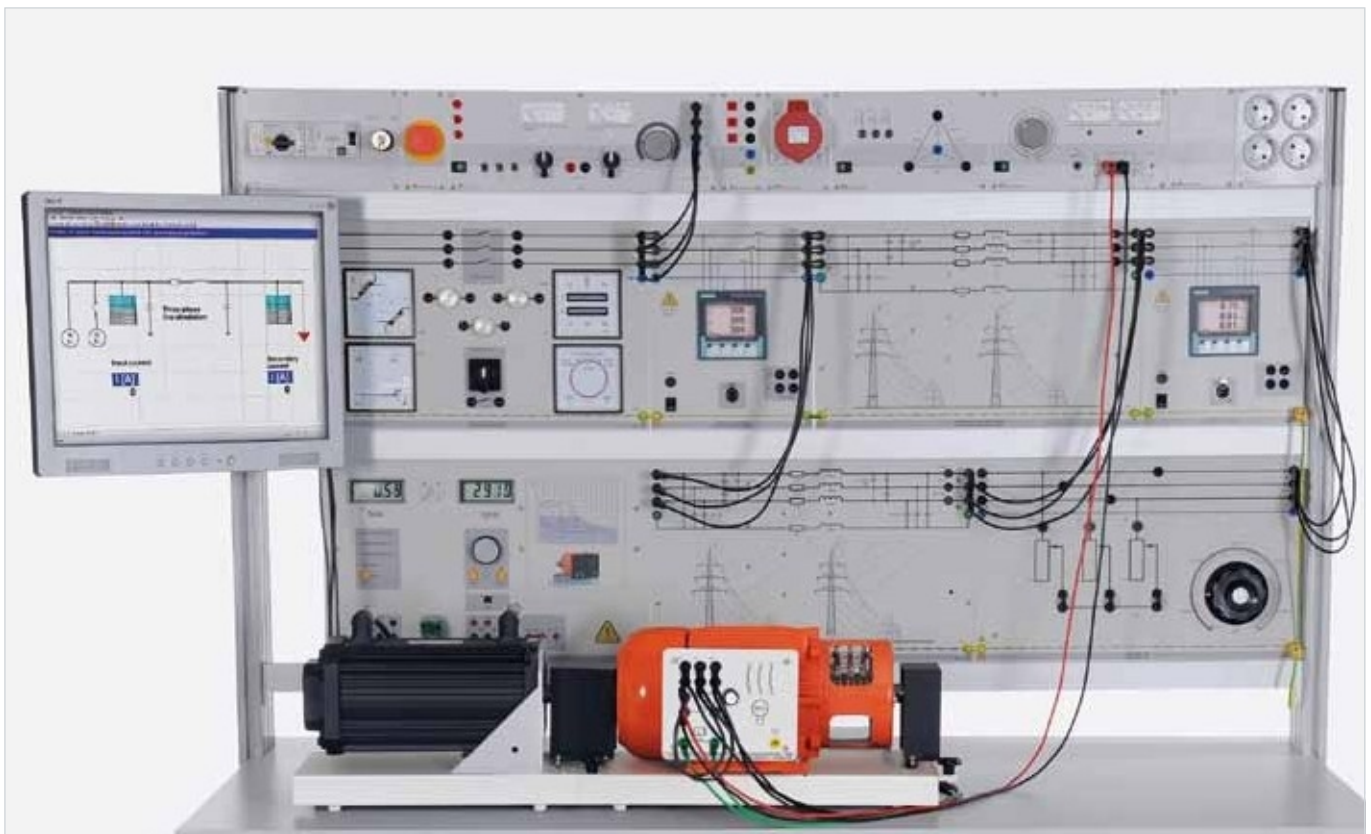
Príklad zapojenia „Vyšetrovanie vedení s kompenzáciou zemného spojenia EUL 3“

Vyučovací obsah

- Skrat na vedení s izolovaným uzlom
- Chovanie vedenia pri skrate
- Kompenzácia skratu
- Vyladenie rezonancie

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 „Vyšetrovanie 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 činným výkonom
- Riadenie napájania jalovým výkonom

Prenosové vedenia

Vyšetrovanie trojfázových káblových vedení

Vysokonapäťový kábel je elektrický kábel, ktorý je určený pre prenos vysokého napätia. Týmto typom kábla je možné okrem iného prenášať veľké výkony rozvodnej siete a použiť ho ako alternatívu k nadzemnému vedeniu. Vysokonapäťové káble je možné rozdeliť podľa typu vyhotovenia na uzemňovacie káble, káble používané pri preprave ropy a zemného plynu a plastové káble. Cieľom zapojenia je spoznanie chovania sa vysokonapäťových káblov za rôznych prevádzkových podmienok.



Príklad zapojenia „Vyšetrovanie trojfázových káblov EUL5“

Vyučovací obsah

- Ferrantiho efekt, nabíjací výkon, kritická dĺžka
- Ohmická, induktívna a zmiešaná ohmicko-induktívna záťaž
- Kompenzácia ohmicko-induktívnej záťaže
- Stanovenie nulovej impedancie
- Symetrické a nesymetrické skraty
- Chovanie uzlového bodu a zemné spojenie

Rozvodné siete NN

Pre rozvod elektrickej energie používajú NN siete nadzemné elektrické vedenia alebo podzemné káblové rozvody. Nižšie uvedené zariadenia umožňuje študentom preskúmať vlastnosti rozvádzacích sietí NN pozostávajúcich z nadzemných elektrických vedení alebo podzemných káblových rozvodov.



Príklad zapojenia „Rozvádzacie siete NN“, zar. EUL6“

Vyučovací obsah

- Rozdiely medzi nadzemným vedením a podzemným káblovým rozvodom
- Vyšetrovanie rozvodných sietí:
 - nadzemné vedenie, transformátor a podzemný kábel
 - podzemný kábel, transformátor a nadzemné vedenie
- Výpočet strát jednotlivých komponentov
- Rozdiely medzi teóriou a praxou
- Charakteristické parametre transformačnej stanice

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).

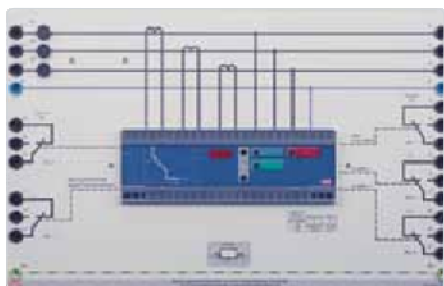


Príklad zapojenia „Nadprúdová časová ochrana vedení ELP 1“

Vyučovací obsah

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

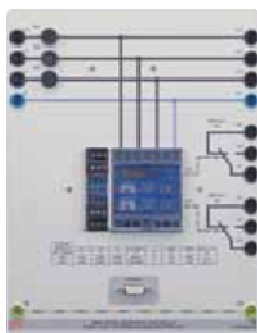
Doplnkové vybavenie pre ochranu vedení:



ELP 2 Smerovo závislá nadprúdová časová ochrana

Vyučovací obsah

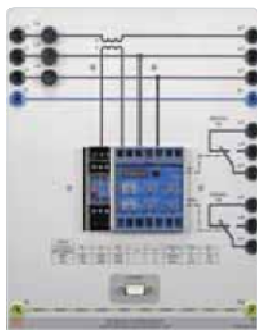
- Meranie a parametrovanie nadprúdovej časovej ochrany
- Stanovenie spätného pôsobenia pri jedno-, dvoj- a trojfázovom skrate
- Ochrana v doprednom a späťom smere



ELP 3 Prepäťová a podpäťová ochrana

Vyučovací obsah

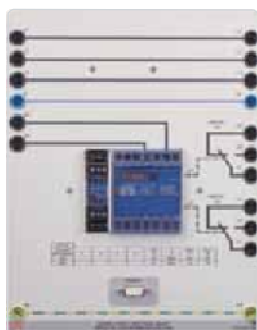
- Zistenie prahových a vypínacích hodnôt
- Stanovenie spätného pôsobenia
- Zistenie vlastného času (východzí čas)
- Nastavenie a testovanie rôznych charakteristík



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 času (východzí čas)
- Reakcia relé na krátkodobé a trvalé skraty

Ochrana vedení

Ochrana paralelných vedení

Najpoužívanéjšie smerové nadprúdové ochrany paralelných vedení sú experimentálne analyzované a vyšetované 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 v stave bez porúch
- Vyšetovanie minimálnych prahových hodnôt nezávislých nadprúdových časových relé
- Stanovenie smeru ochrany nadprúdových časových relé so smerovou závislosťou
- Vyšetovanie 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 porovnávacia 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 selektivita.



Príklad zapojenia „Rýchla porovnávacia ochrana ELP 7“

Vyučovací obsah

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



Rozvod elektrické energie

Systém dvojitých trojfázových přípojnic	84
Nadprúdová ochrana přípojnic	85



Rozvod elektrickej energie

Prípojnice vo VN rozvodniach

Vo väčších rozvodniach je rozvod elektrickej energie realizovaný takmer výlučne systémom dvojitých 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 pripojeniach prípojnic sú umiestnené odpojovače. Tu musí byť z bezpečnostných dôvodov prísne dodržiavaná logika spínania. Model dvojitých prípojnic obsahuje všetky funkcie relevantné pre prax. Zabudované meracie prístroje prúdu a napätia umožňujú bezprostrednú analýzu postupu spínania.



Systémy dvojitého prípojnic

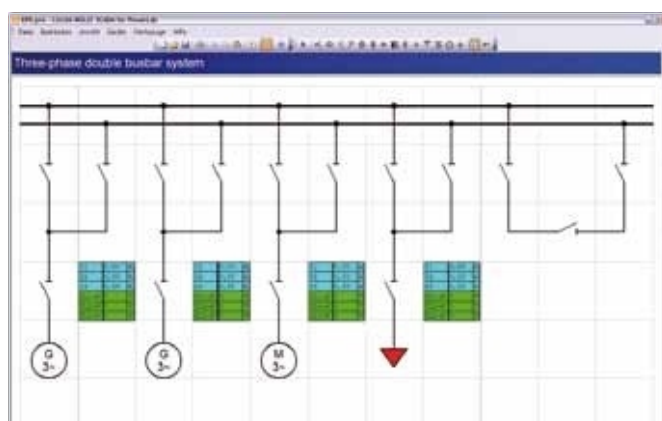
Kompaktné moduly „Napájacie a odberné pole“ a „Medené pole“ vám ponúkajú nasledovné výhody:

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



SCADA

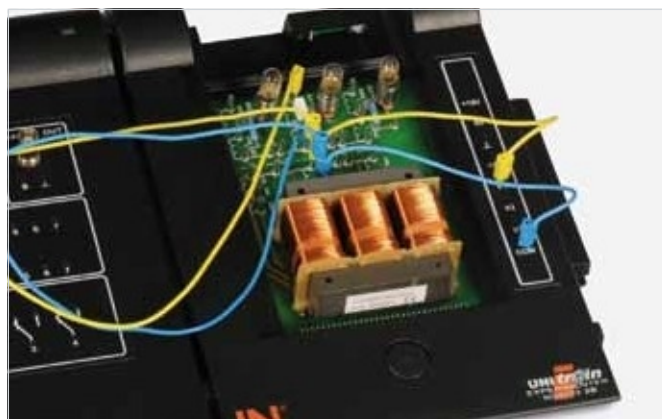
Pomocou systému SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition- System) budú zariadenia riadené a sledované. Všetky prístroje Lucas-Nülle určené pre elektroenergetiku je na monitore možné priradiť k symbolom a prepojiť navzájom. Sú zobrazené namerané hodnoty a stavy. Softvér môže riadiť dôležité parametre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



Vzdelávacie systémy

Naše vzdelávacie systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

- Systém panelov A4 „Systém dvojitého trojfázového prípojnic“
- Systém panelov A4 „Nadprúdová ochrana prípojnic“

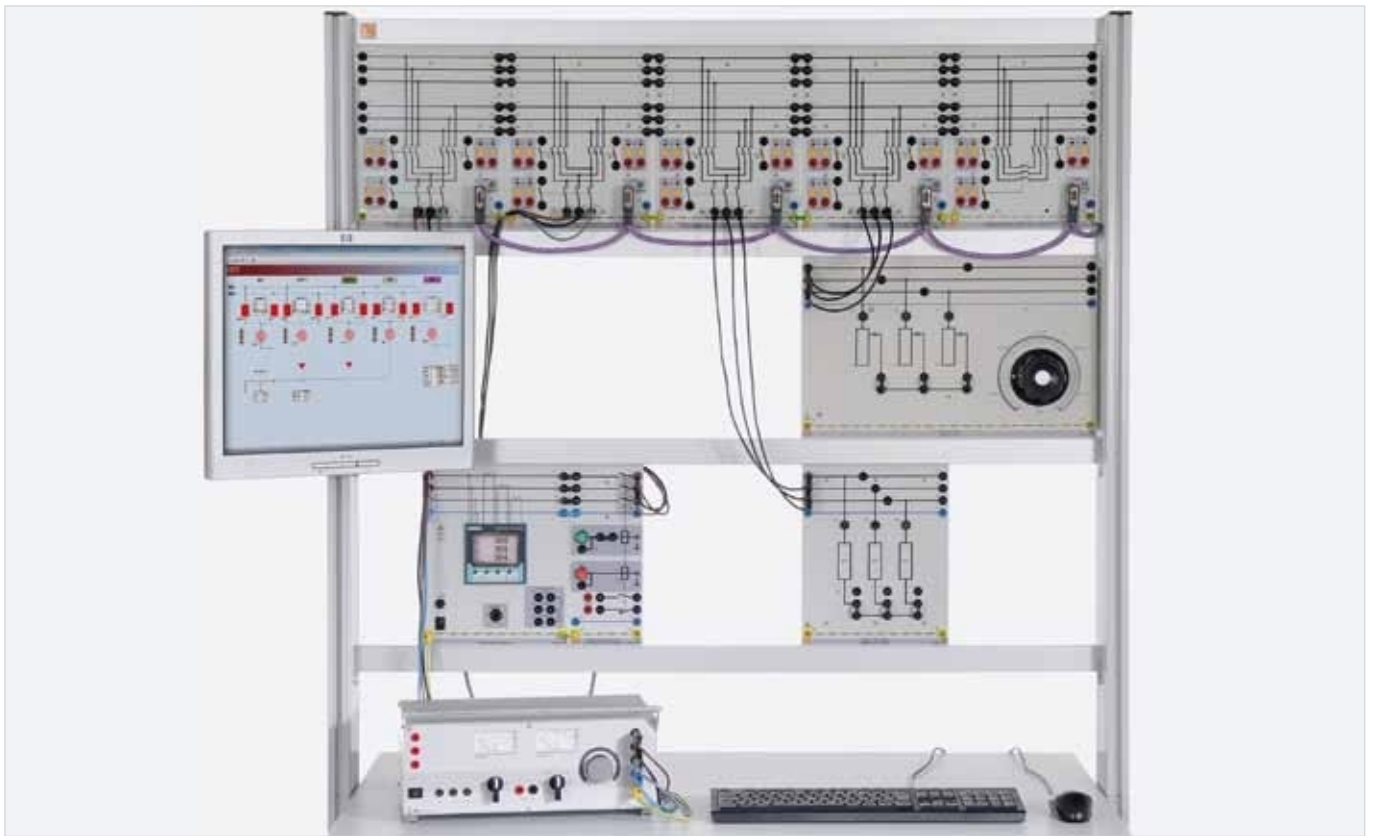


System dvojitych trojfázových prípojnic

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.



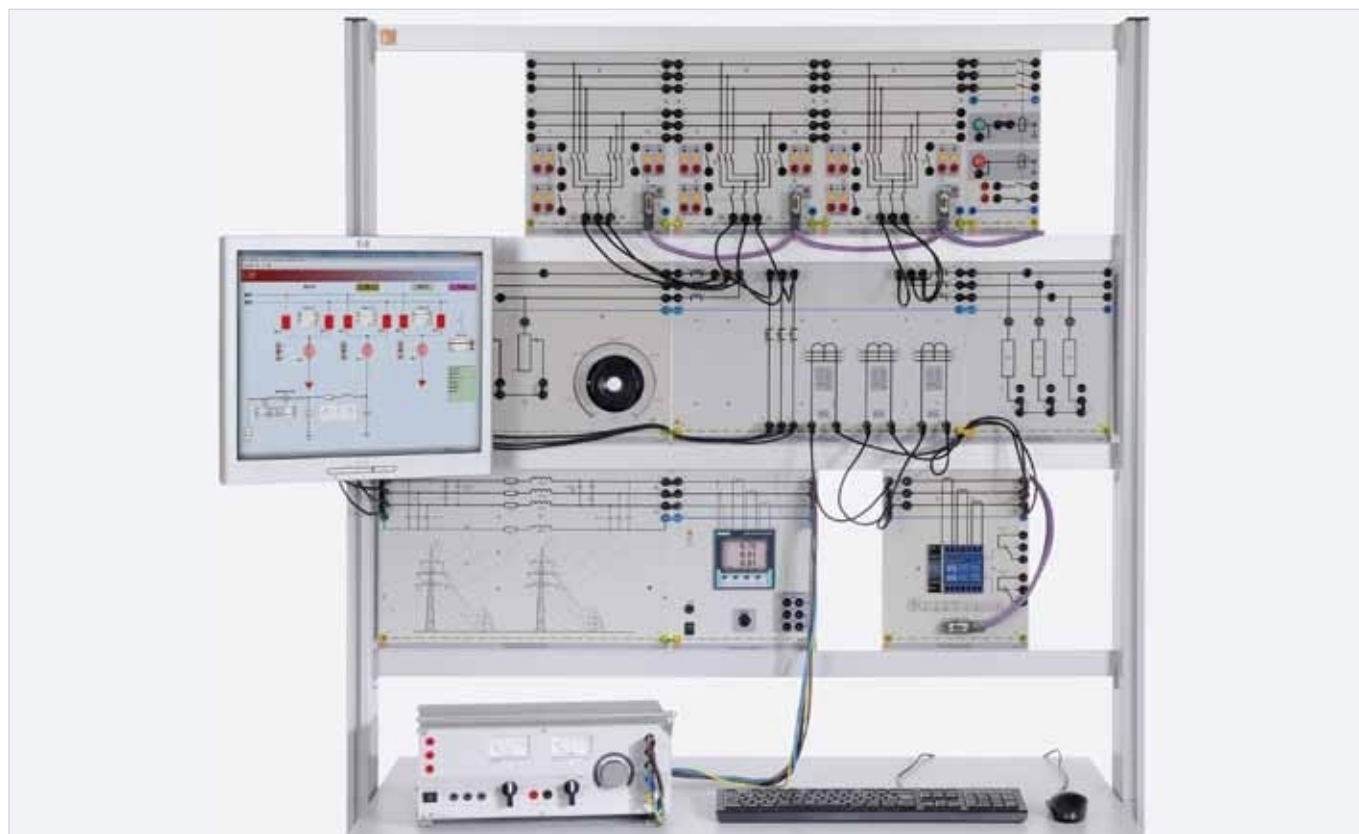
Príklad zapojenia "System dvojitych trojfázových prípojnic EPD"

Vyučovací obsah

- Základné zapojenia trojfázového systému dvojitych prípojnic
- Trojfázové dvojité prípojnice pri zaťažení
- Zmena prípojnice bez prerušenia rozvodu
- Vypracovanie 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
- Reakcia stýkačov na poruchy mimo pásma ochrany



Manažment energie

Komplexný spotrebiteľ, meranie spotreby energie a kontrola špičkovej záťaže	90
Dynamický spotrebič	91
Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu	92
Úsporné pohony	93
Ochrana elektrických spotrebičov	94



Manažment energie

Inteligentné siete a spotrebiče

Racionálne využívanie energie je na základe hospodárskych a environmentálnych nárokov stále dôležitejšie. Merania s automatickou aj manuálnou kompenzáciou jalového výkonu, ako aj experimenty zamerané na znížovanie špičiek meraním činného prúdu a počítadlom maxima ukazujú, ako je možné redukovať zaťaženie siete a ako rozmiestniť spotrebu v priebehu 24 hodín. Predpokladom pre efektívne využitie meracej techniky je analýza siete a pripojených spotrebičov. Následne je možné v jednotlivých meraniach podrobne vyšetriť statické, dynamické, symetrické a nesymetrické zaťaženie siete. Ďalšou dôležitou témou vzdelávania 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:

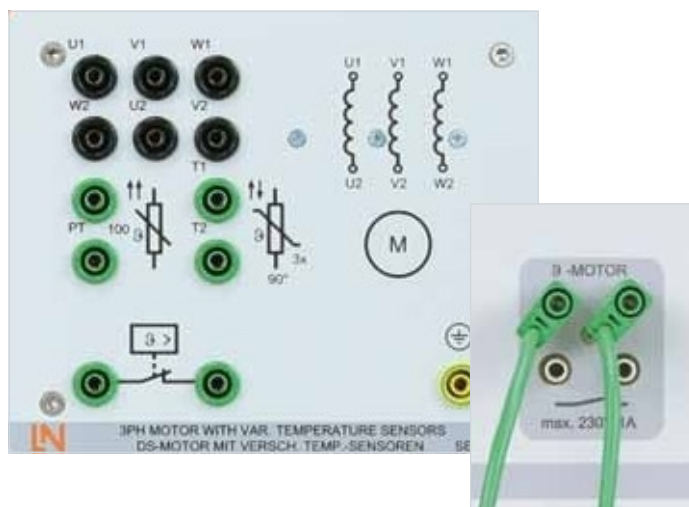
- Kontrola prednastavených výkonových limitov
- Povolenie alebo blokovanie chodu spotrebičov v súlade s tabuľkou priorít
- Zapínanie spotrebičov počas doby minimálnej spotreby



Zdroj: SIEMENS

Ochrana elektrických spotrebičov

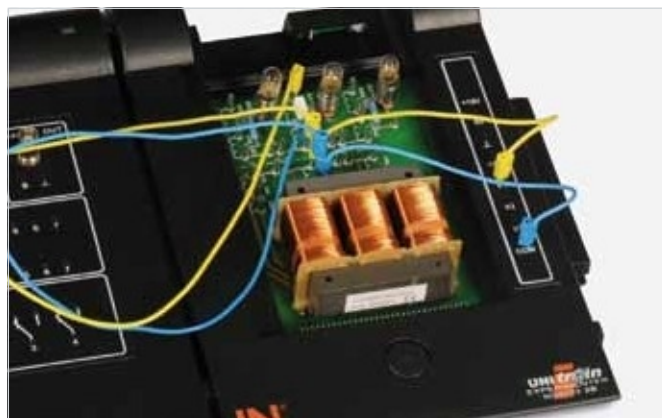
Poruchy elektrických zariadení prostredníctvom skratov, preťaženia, atď. musia byť eliminované alebo ohraničené zabudovanými ochrami a poškodené zariadenia musia byť selektívne odpojené od siete. Pre účelné používanie ochrán a ich správne dimenzovanie je potrebné poznať vypínacie charakteristiky, prahové 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.



Vzdelávacie systémy

Naše vzdelávacie systémy pokrývajú nasledovné tematické oblasti:

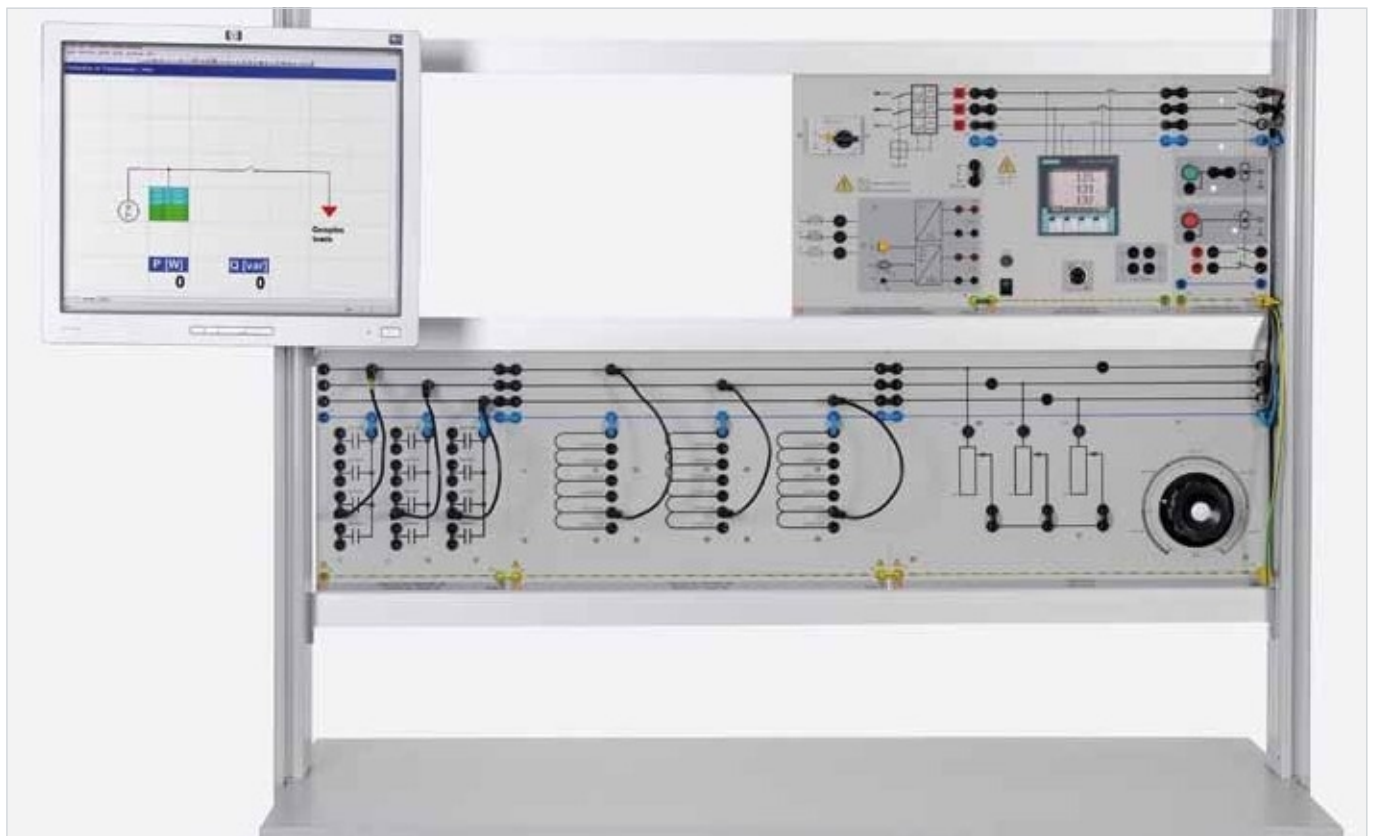
- Systém panelov A4 „Komplexný spotrebič, Meranie spotreby energie a Kontrola špičkovej záťaže“
- Systém panelov A4 „Dynamický spotrebič“
- Systém panelov A4 „Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu“
- Systém panelov A4 „Ochrana elektrických strojov“
- Systém panelov A4 „Ochrana motora / manažment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



Manažment energie

Komplexný spotrebiteľ, Meranie spotreby energie, 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 spotrebič 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 „Vyšetrovanie 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

Energeticky efektívne pohony

V Nemecku pripadá približne polovica spotrebovanej energie na priemysel. Hlavnými spotrebiteľmi sú priemyselné pohony, ktoré odoberajú asi 70% priemyselnej spotreby. Optimalizácia elektrických pohonov môže pomôcť znížiť náklady a ušetriť zdroje. Pri optimalizácii priemyselných zariadení s elektrickým pohonom musí byť vždy braný do úvahy celý systém pohonu. Pretože existujú rôzne parametre, ktoré ovplyvňujú energetickú účinnosť pohonov: inteligentné využitie elektrickej energie, zlepšenie účinnosti, regulácia otáčiek a rekuperácia energie.



Zariadenie „Energeticky efektívne pohony s frekvenčným meničmi“ obsahuje vysokoefektívny motor, frekvenčný menič a servobrzdú EEM11.3

Vyučovací obsah

Dimenzovanie úsporného pohonu:

- Zoznámenie sa so stratami v systémoch pohonov
- Vyšetrovanie veličín elektrického motora v závislosti od charakteristík
- Optimalizácia účinnosti systému výberom správneho elektrického stroja
- Nepriame stanovenie zaťaženia elektrického stroja

Použitie úsporných strojov:

- Konštrukcia a činnosť energeticky úsporných motorov
- Triedy energetickej efektívnosti elektrických strojov
- Porovnanie úsporného stroja a normovaného stroja

- Charakteristické dáta energeticky efektívnych strojov
- Stanovenie potenciálu úspor

Úsporné pohony s frekvenčnými meničmi:

- Uvedenie pohonov s variabilnými otáčkami do prevádzky
- Vyšetrovanie vplyvu rôznych parametrov na prevádzkový režim
- Nastavenie pracovných bodov z hľadiska energetickej efektívnosti
- Zostavenie energeticky efektívneho profilu pohybov
- Sledovanie efektívnosti celkového systému

Ochrana elektrických spotřebičů

Efektivna ochrana elektrických motorů – preventivna údržba

Systémy řízení motorů používaných v moderní automatizační technice 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 do prevádzky s podporou PC
- 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

Trojfázové asynchrónne stroje

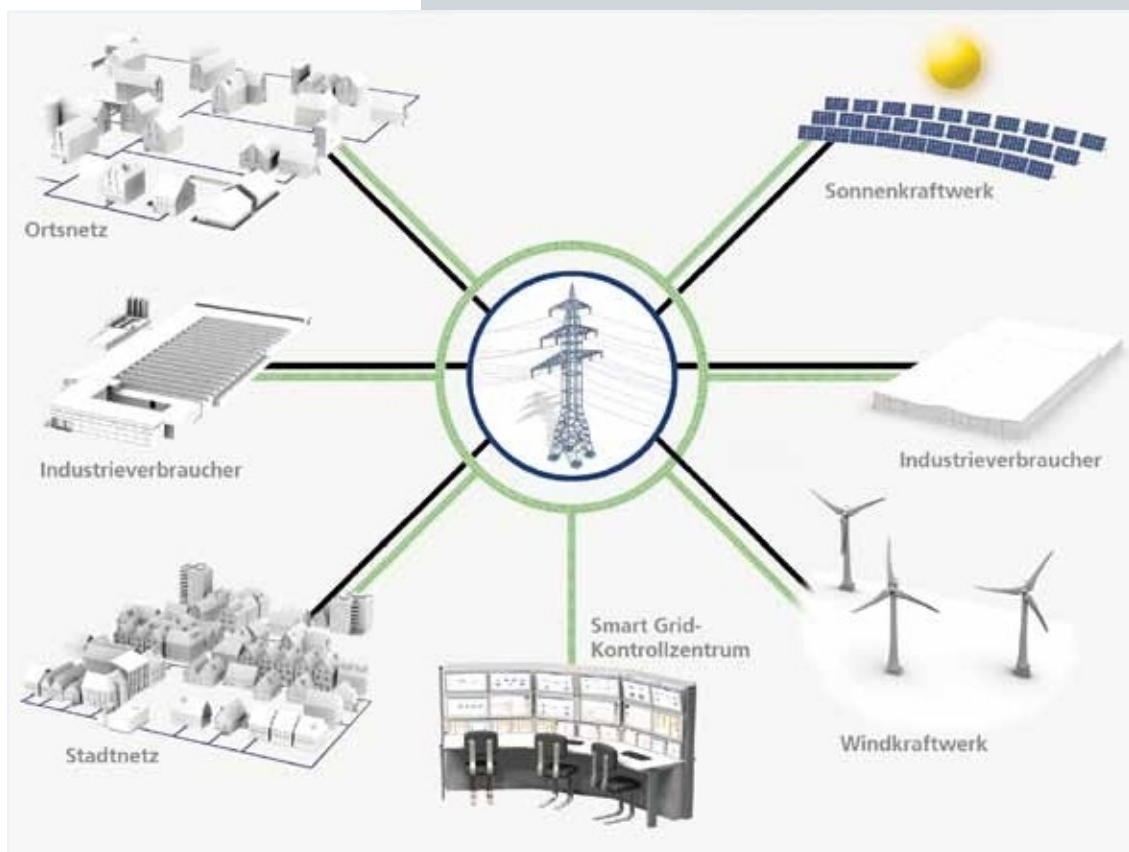
Stroje s krúžkovým rotorom sú koncipované pre rovnomerné zaťaženie. Zmeny stavu záťaže, ale aj vysoké rozbehové prúdy zapríčiňujú neprípustné zohrievanie strojov. Teplota stroja a odber prúdu sú monitorované snímačmi. Tieto snímače aktivujú ochranné obvody ako bezpečnostný motorový spínač, stýkače alebo termistorové relé.



Príklad zapojenia „Ochrana elektrických strojov EEM 4.6“

Vyučovací obsah

- Výber, inštalácia a nastavenie rôznych systémov ochrany elektrických strojov
- Motorový spínač
- Motorový stýkač
- Termistorová ochrana
- Vplyv rôznych prevádzkových režimov na ohrev stroja
- Vypínacie charakteristiky systémov ochrán
- Ochrana pred preťažením



Smart Grid

Smart Grid: riadiace centrum	102
Smart Grid: manažment energie	103
Výrobca energie v sieti Smart Grid	104
Akumulátory energie v sieti Smart Grid	105



Smart Grid

Najlepšie vybavenie pre budúcnosť: Inteligentné siete v laboratóriu elektroenergetiky

Noví technici budú lepšie pripravení na požiadavky ktoré budú klásť budúce siete. Pružnejší manažment siete musí zabezpečiť kompatibilitu konvenčnej infraštruktúry elektrární so stále stúpajúcim podielom energie z obnoviteľných zdrojov. Rozmanitosť a počet nových decentrálnych zdrojov energie vyžaduje nové riadenie siete – inteligentnú sieť „Smart Grid“:

- zlepšená koordinácia výroby a spotreby energie,
- využívanie moderných informačných technológií ako je Internet, snímače, riadiace prístroje s bezdrôtovým prenosom,
- „Smart Metering“ na koncových bodoch siete - digitálne merače spotreby prúdu,
- zníženie spotreby domácností v čase špičky,
- spúšťanie flexibilných aplikácií, ako napr. práce mimo obdobia špičky priamo dodávateľom energie.



Modulárna integrácia obnoviteľných energií do siete Smart Grid:

- Fotovoltaika
- Vetrná elektrárň
- Akumulácia energie prečerpávacou elektrárnou
- Konvenčné zdroje energie
- Prenos a rozvod
- Manažment energie (koordinácia dynamickej produkcie energie a spotreby)



SoftvérSCADA v sieti Smart Grid

- Realizácia, riadenie a analýza komplexnej inteligentnej siete (Smart Grid)
- Softvér SCADA upravený pre vzdelávanie
- **SCADA PLC:** integrované Soft PLC (IEC 61131)
- **SCADA Logger:** snímanie, zobrazovanie, vyhodnocovanie a export všetkých hodnôt zaznamenaných v danej perióde
- **SCADA Designer:** Symbolické zoradenie všetkých prístrojov elektroenergetiky Lucas-Nülle na pracovnej ploche
- **SCADA Viewer:** Zobrazenie a riadenie meraných hodnôt a stavov všetkých systémov ktoré sieť obsahuje
- **SCADA Net:** Koncept Client / Server umožňuje súčasný vzdialený prístup z každého PC (študenta) ku systémom v sieti Smart Grid
- **SCADA Panel Designer:** Možnosť tvorby vlastnej plochy



Smart meracie prístroje:

- Inteligentné "Smart" meracie prístroje disponujú rôznymi komunikačnými rozhraniami (napr. LAN, RS485, USB) a riadiacimi prvkami
- Meranie a riadenie relevantných hodnôt prostredníctvom Smart Metra a výkonového vypínača
- **SCADA Net kompatibilita:** zobrazenie a riadenie relevantných hodnôt je možné z každého PC v sieti



„Smart Grid“ – inteligenté siete

„Zosieťované“ laboratórium elektroenergetiky

Zariadenie umožňuje kombináciu elektrotechnických a informačných systémov za účelom zostavenia simulátora výroby, prenosu, rozvodu, ochrany a manažmentu elektrickej energie. Riadiace centrum siete Smart Grid dokáže merať všetky hodnoty a umožní vypínanie príslušných obvodov. Tak môže byť v laboratóriu vyšetované pôsobenie energie z obnoviteľných zdrojov na sieť. Je možné zostavovať ľubovoľné scenáre napríklad:

- Nabíjanie elektromobilov pri prebytku energie z veterných elektrární
- Ukladanie prebytku energie prečerpávacou elektrárnou
- Vypínanie spotrebičov za účelom redukcie špičkovej záťaže
- Vyrovnávanie nedostatku energie prečerpávacou elektrárnou

Softvér SCADA umožňuje pozorovanie a riadenie celého zariadenia z každého PC pracoviska pripojeného do siete

Fotovoltaika

Prečerpávacia
elektrárň

Veterná elektrárň



Integration
externer

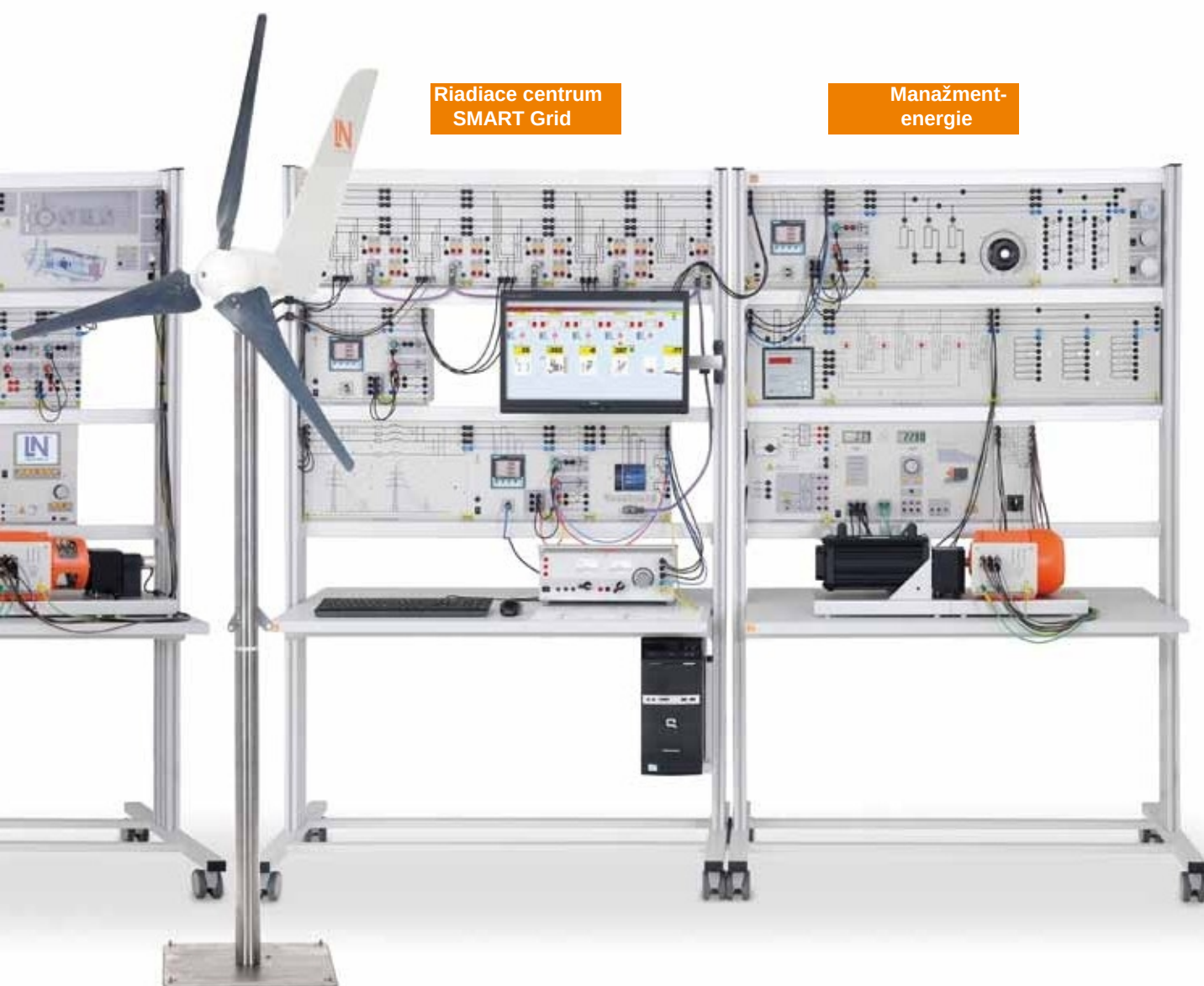


Fotovoltaika vo firme Lucas-Nülle

- Výkon: 89 kW max.
- 450 fotovoltaických článkov (každý 215 W)
- každý rok ušetříme 55 ton CO₂

Riadiace centrum
SMART Grid

Manažment-
energie



SMART
GRID

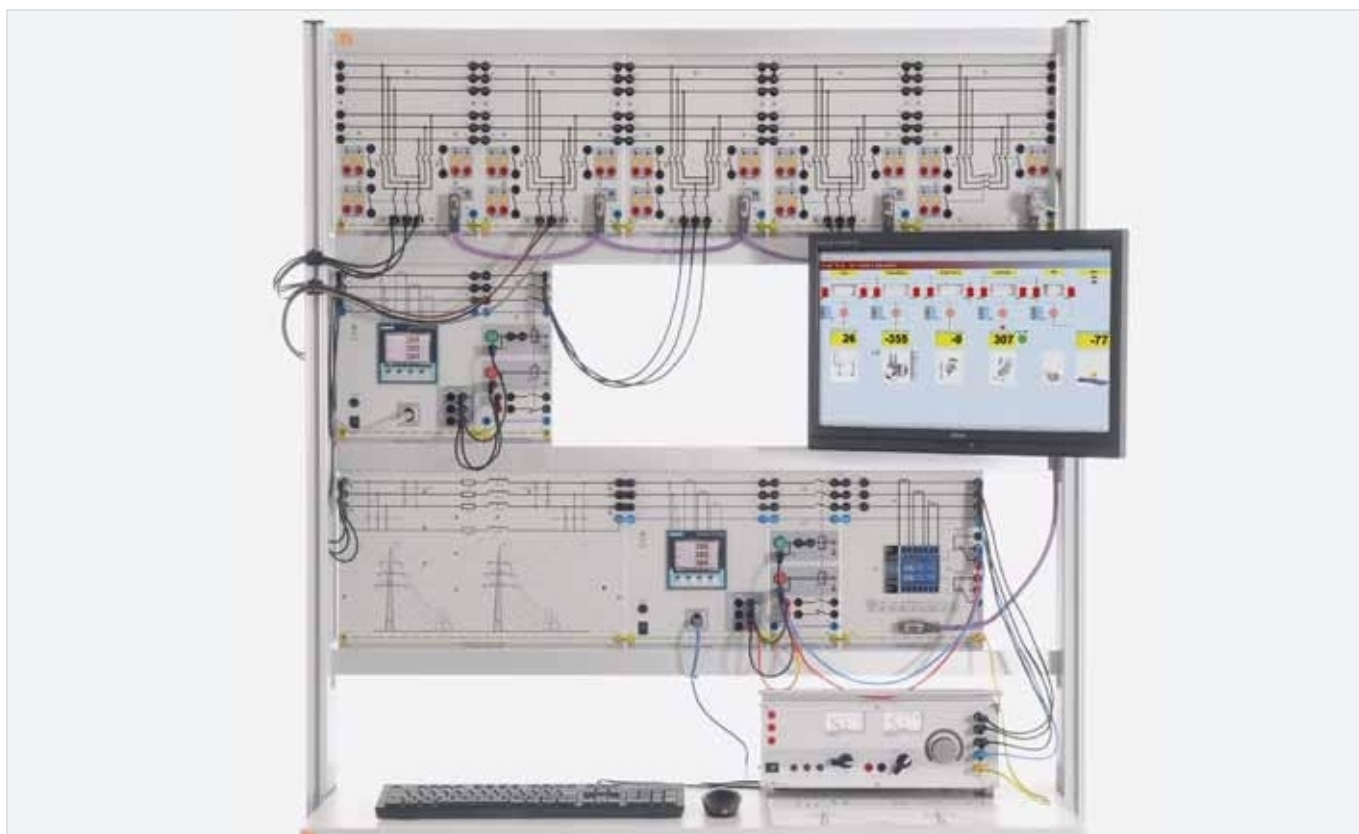


„Smart Grid“ - inteligenté siete

Riadiace centrum Smart Grid



Zariadenie zobrazuje činnosti riadiaceho centra sietí Smart Grids v laboratórnych podmienkach. Okrem výroby, prenosu a rozvodu elektrickej energie sú softvérom SCADA zobrazené všetky hodnoty a vypínané príslušné obvody. Vypnutie môže byť uskutočnené manuálne alebo automaticky, softvérovým programovateľným automatom (Soft PLC).



Príklad zapojenia „Smart Grid: výroba, prenos a rozvod elektrickej energie ESG 1.1“

Vyučovací obsah

Systém trojfázových dvojitéch prípojnic

- Základné zapojenia trojfázového systému dvojitéch prípojnic
- Trojfázové dvojité prípojnice pri zaťažení
- Zmena prípojnice bez prerušenia rozvodu
- Vypracované algoritmov spínania pre rôzne situácie
- Spájanie prípojnic

Vyšetrovanie trojfázových vedení

- Zvýšenie napätia na vedení v režime naprázdno
- Úbytok napätia v závislosti od dĺžky vedenia
- Úbytok napätia v závislosti od účinníka
- Kapacitný a indukčný stratový výkon vedenia v závislosti od U a I
- Fázový posun na vedení

Nadprúdová časová ochrana vedení

- Meranie a nastavenie parametrov nadprúdovej časovej ochrany
- Stanovenie spätného pôsobenie pri jedno-, dvoj- a trojfázovom skrate

Smart Grid – Manažment energie

Do tematiky manažmentu energie patrí vypínanie spotrebičov za účelom redukcie špičiek, ako aj kompenzácia jalového výkonu pre redukovanie strát v prenosových vedeniach. Pre účely vytvárania časovo závislej záťaže v rozvodnej sieti je v zariadení asynchrónny stroj ktorý je pripojený k servobrzde. Tieto zmeny zaťaženia sú snímané z riadiacim centrom Smart Grid a sú podniknuté opatrenia pre udržanie stability rozvodnej siete.



Príklad zapojenia „Smart Grid: Manažment energie ESG 1.2“

Vyučovací obsah

Komplexný spotrebič, Meranie spotreby energie a Kontrola špičkovej záťaže

- Trojfázový spotrebič v zapojení hviezda a trojuholník (záťaž R-, L-, C-, RL-, RC- alebo RLC)
- Meranie počítadlom činnnej a jalovej práce

Dynamický spotrebič

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

Ručná a automatická kompenzácia jalového výkonu

- Uvedenie asynchrónnych strojov do prevádzky a snímanie charakteristických veličín
- Ručne riadená kompenzácia jalového výkonu
- Automatická kompenzácia jalového výkonu

„Smart Grid“ - inteligenté siete

Výroba energie v sieťach Smart Grid

Toto doplnkové vybavenie pre oblasť výroby elektrickej energie môže byť použité ako samostatné zariadenie alebo ako rozširujúci doplnok ku zariadeniu „ESG 1 Smart Grid“. Na takomto systéme je možné realizovať rozsiahle merania a experimenty so sieťami „Smart Grid“.



Príklad zapojenia „Doplnenie zariadenia Smart Grid ESG 1: Systémy výroby elektrickej energie v sieťach Smart Grid“

Vyučovací obsah

Veterné elektrárne EWG 1

- Prevádzka generátora s premenlivou silou vetra a regulácia výstupného napätia a frekvencie
- Stanovenie optimálnych pracovných bodov pri premenlivej sile vetra

FV zariadenie paralelne pripojené na sieť EPH 2

- Zostavenie a test FV zariadenia pripojeného k sieti
- Meranie energie vyprodukovanej FV zariadením
- Stanovenie stupňa účinnosti sieťového striedača
- Pozorovanie chovania FV zariadenia pri výpadku siete

Synchrónny generátor EUG

- Regulácia generátora a synchronizácia
- Ručne riadené synchronizačné obvody
- Automatické synchronizačné obvody
- Automatická regulácia výkonu
- Automatická regulácia faktoru výkonu

Prečerpávacia elektrárň

Prečerpávacie elektrárne menia elektrickú energiu na potenciálnu energiu vody v nádrži a túto energiu sú schopné dodať späť do siete. Tento typ elektrární je dôležitý pre nepostrádateľné zachovanie energie v súvislosti so stúpajúcim podielom nestabilnej dodávky energie s obnoviteľných zdrojov v sieťach Smart Grid. Prečerpávacie elektrárne zaručujú vysokú kvalitu siete. Zariadenie „Prečerpávacia elektrárň“ dopĺňa experimenty sa sieťami Smart Grid o možnosť ukladania energie z obnoviteľných zdrojov.



Príklad zapojenia „Doplnok sietí Smart Grid ESG 1: Prečerpávacia elektrárň EUG 3“

Vyučovací obsah

- Funkcie prečerpávacích elektrární
- Štart a synchronizácia synchrónnych strojov
- Manuálna regulácia výkonu: generátorického a motorického
- Poloautomatická regulácia činného a jalového výkonu
- Prečerpávacie elektrárne v sieťach Smart Grid
- Plnoautomatická kompenzácia externe nameraného činného a jalového výkonu
- Riadenie a regulácia zariadenia softvérom SCADA

Rozhodujúce výhody produktu

... zabezpečujú dlhodobú spokojnosť zákazníka



Prof. Guntram Schultz, dekan Vysokej školy v Karlsruhe – Technika a hospodárstvo, Fakulta elektrotechniky a Informačnej techniky:

„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 študentmi 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

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



Elektroinštalčná technika



Elektropneumatika, hydraulika



Elektroenergetika



Technika merania



Obnoviteľné energie



Chladiaca technika



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!

Ďalšie informácie o našich produktoch nájdete aj na webových stránkach:

www.lucas-nuelle.de

Lucas-Nülle GmbH

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

