



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"



КАКВО Е SMART GRID

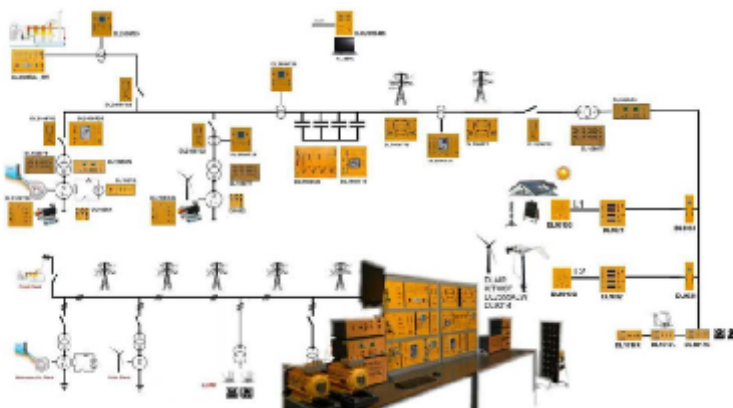
Smart Grid е система за "интелигентно разпределяне" на електрическата енергия, която може да изчисли потреблението на различните крайни потребители и да управлява генерирането и разпределението на електрическата енергия, като функция на търсенето.

Учебната лаборатория се състои от набор от съоръжения и модули и софтуер тип SCADA, които позволяват извършването на практически опити в областта на техниките за производство, пренос, защита и използване на електрическа енергия в "интелигентна" мрежа от ново поколение.

Лабораторията предлага симулация на производството на енергия от три различни източника (традиционен, енергия на водата, енергия на вятъра). Преносът и разпределението на електрическа енергия са възпроизведени чрез симулация на линии с високо напрежение и трансформатори за предаване на напрежение.

В раздела, свързан с използването на електрическата енергия са включени съпротивителни, индуктивни и капацитивни товари и системи за генериране на фотоволтаична слънчева енергия с мрежов инвертор за подаване на излишната енергия, генерирана от фотоволтаичните панели към мрежата. На подходящи места в системата са включени релета за защита на линията и измервателни средства за събиране на данни.

За да се реализира интелигентно управление на цялата електрическа система, служи софтуер тип SCADA, който осигурява събирането на данните, идващи от съответните измервателни инструменти и управление на изпълнителните устройства.





ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

РЕШЕНИЕТО

Системата, разработена за изучаване на интелигентната мрежа, може да бъде организирана в осем подсистеми, всяка състояща се от няколко модула. Първите четири подсистеми са симулации на енергийни източници; първата е главният енергиен източник на мрежата с източник на трифазно захранване, който представя топлоелектрическа централа на въглища.

Другите три подсистеми съответстват на алтернативни източници на енергия: вятърна, водна и слънчева. Симулация на вятърна централа е реализирана с трифазен индукционен двигател, действащ като генератор, а симулацията на водноелектрическа централа е със синхронна трифазна машина, допълнена с модул синхронизиращо генератора реле, за да направи възможно свързването към мрежата. И накрая, частта на системата за слънчева енергия е изпълнена с фотоволтаичен панел, който е свързан с инверторен модул, позволяващ генерираната енергия да бъде подадена към мрежата и четири регулируеми лампи, симулиращи слънцето.

Петата подсистема в интелигентната мрежа се състои от модули за защита от неизправности; модулите са управляваща захранването схема, която измерва в реално време напреженията и токовете в електрическата мрежа за откриване на повреди и четири мощни прекъсвача, управлявани от предишния модул за изключване на неизправните линии.

Шестата подсистема е предназначена за измерване; тя включва три устройства за отчитане на консумацията, които измерват променливо напрежение и ток, честота, активна мощност, реактивна мощност, пълна мощност, фактор на мощността и коефициент на нелинейните изкривявания (THD - Total harmonic distortion) за всяка от трите фази на мрежата и две цифрови измервателни устройства за електрически величини, които освен измервания както предишния модул, могат да измерват и постоянно напрежение, ток, мощност и енергия.

Седмата подсистема е за контрол на фактора на мощността с 2 модула, първият е превключваема кондензаторна батерия с четири различни стойности на капацитета, а вторият е контролер за реактивна мощност, който активира кондензаторите от предишния модул за корекция на фактора на мощността.

Последната подсистема се състои от пасивни елементи; три модула с различни видове товари (капацитивен, индуктивен, резистивен), които симулират натоварванията в битова или промишлена сграда и два модула с импедансни линии, симулиращи загубите, генерирани в далекопроводите, по-специално в преносни линии с обща дължина 10 и 100 км. Симулацията е допълнена с повишаващ и понижаващ трансформатори в двата края на преносната линия.

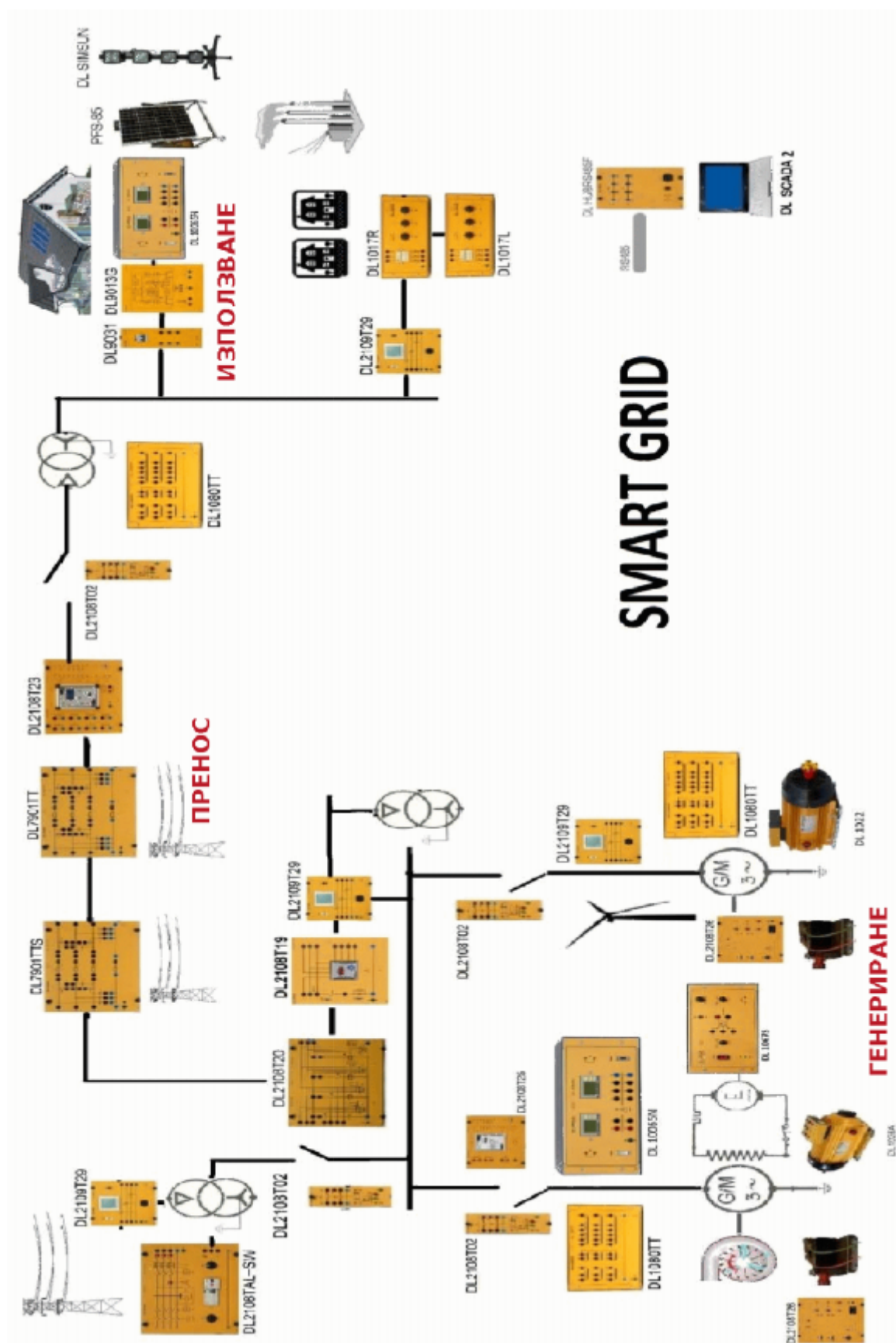
Софтуерът SCADA осигурява събиране, обработка и съхранение на данните, които идват от измервателните устройства и управление на изпълнителните устройства за "интелигентно" управление на цялата електрическа система. Ако бъде заявено, софтуерът SCADA може да бъде доставен в „отворена“ версия, така че учителят може да реализира собствен проект и да избере режима и реда за визуализиране на параметрите и контролиране на изпълнителните устройства.

Описаната по-горе система представлява базовата конфигурация на нашата лаборатория (DL SGWD).

Като опция, възможна е доставката на малка система за генериране на енергия от вятъра с реална вятърна турбина и инверторен модул за свързване към мрежата.



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"



ПРИМЕРЕН СПИСКЪН НА УПРАЖНЕНИЯТА



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ФОТОВОЛТАИЧНА СИСТЕМА

Характеристика на фотоволтаичен панел на празен ход

Характеристика на фотоволтаичен панел с товар.

Свързване на фотоволтаична система към реалната мрежа чрез използване на еднофазен мрежов инвертор

ТРАНСФОРМАТОРИ

Векторна група

Работа на празен ход

Работа под товар

Работа с асиметричен товар

Работа под управление

ПРЕНОС

Работа на празен ход

Работа със смесен товар

Работа с активно-индуктивен товар

Работа с активно - капацитивен товар

Автоматичен компенсатор

Преносна линия в радиална мрежа

Преносна линия в клетъчна мрежа

Преносна линия: защита от земни съединения

Преносна линия: защита от понижаване на напрежението

Преносна линия: защита от свръхнапрежение

SMART GRID

Принос на слънчевата енергия

Принос на водна електроцентрала

Принос на вятърна електроцентрала



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

СПИСЪК НА МОДУЛИТЕ

Тип	Описание	Брой*
DL 2108TAL-CP	ТРИФАЗЕН ЗАХРАНВАЩ МОДУЛ	1
DL 1080TT	ТРИФАЗЕН ТРАНСФОРМАТОР	3
DL 2108T23	УПРАВЛЯВАЩО РЕЛЕ	1
DL 7901TT	МОДЕЛ НА ПРЕНОСНА ЛИНИЯ 360 km	1
DL 7901TTS	МОДЕЛ НА ПРЕНОСНА ЛИНИЯ 110 km	1
DL 2109T29	ИНДИКАТОР ЗА МАКСИМАЛНО ПОТРЕБЛЕНИЕ	3
DL 2108T02 DL2108T02A	МОЩЕН ПРЕКЪСВАЧ	4
DL 2108T25	РЕЛЕ ЗА СИНХРОНИЗИРАНЕ НА ГЕНЕРАТОР	1
DL 1067S	ИЗТОЧНИК НА ЗАХРАНВАНЕ ДВИГАТЕЛ-ГЕНЕРАТОР	1
DL 2108T26	БЕЗЧЕТКОВ ДВИГАТЕЛ С КОНТРОЛЕР	2
DL 1026P4	ТРИФАЗНА СИНХРОННА МАШИНА	1
DL 1017R	РЕЗИСТИВЕН ТОВАР	1
DL 1017L	ИНДУКТИВЕН ТОВАР	1
DL 1017C	КАПАЦИТИВЕН ТОВАР	1
DL 1022	ТРИФАЗЕН АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ С НАВИТ РОТОР	1
DL HUBRS485F	КОМУНИКАЦИОНЕН МОДУЛ	1
DL SCADA-WEB	СОФТУЕР SCADA	1
DL 9031	ПРЕКЪСВАЧ	1
DL 10065N	ЦИФРОВ МУЛТИМЕР	2
DL 9013G	МРЕЖОВ ИНВЕРТОР	1
PFS-85	ФОТОВОЛТАИЧЕН ПАНЕЛ С РЕГУЛИРУЕМ НАКЛОН	1
DL SIMSUN	СИМУЛАТОР НА СЛЪНЧЕВО ГРЕЕНЕ	1
DL WINDSIM	СИМУЛАТОР НА ВЯТЪР	1
DL 1013A	УНИВЕРСАЛНА ОСНОВА	2
DL 2108T19	КОНТРОЛЕР ЗА РЕАКТИВНА МОЩНОСТ	1
DL 2108T20	ПРЕВКЛЮЧВАЕМА КОНДЕНЗАТОРНА БАТЕРИЯ	1
DL 1155SGWD	СВЪРЗВАЩИ КАБЕЛИ	1
DL 2100-3M-AS2	ДВОЙНА РАМКА НА ТРИ НИВА	1

* В дясната колона е даден броя на модулите, необходим за изпълнение на упражненията от примерния списък.



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

МОДУЛИ

ТРИФАЗЕН ЗАХРАНВАЩ МОДУЛ



DL 2108TAL-CP

Източник на трифазно захранване с 4-полюсен гърбичен превключвател.

25 A прекъсвач за утечки към земя с чувствителност 30 mA.

Индикаторни лампи на трите фази.

Изход през 5 обезопасени извода: L1, L2, L3, N и PE.

Превключвател за симулиране на захранване от вятърен генератор или фотоволтаичен източник.

ТРИФАЗЕН ТРАНСФОРМАТОР



DL 1080TT

Трифазен трансформатор за захранване на 380 kV преносна линия, мащабен коефициент 1:1000

Първично:

- 3 x 380 V с извод за 220 V
- Свързване звезда и триъгълник

Вторично:

- 3 x 220 V с изводи за +5 %, -5 %, -10%, -15%
- Свързване звезда за 3 x 380 V
- Възможни са различни свързвания в звезда
- Номинална мощност 800 VA



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

УПРАВЛЯВАЩО РЕЛЕ



DL 2108T23

Трифазно многофункционално реле за ток, напрежение и земни съединения за защита и управление на преносни линии за средно и високо напрежение.

Измерване в реално време на първичните стойности на входящите величини, показване на дисплея на релето и предаване по серийния комуникационен порт.

Програмиране и настройка директно чрез бутоните на предния панел или през серийните комуникационни портове.

Настройките, записа на събития и осцилограмите се съхраняват в постоянна памет (EEPROM).

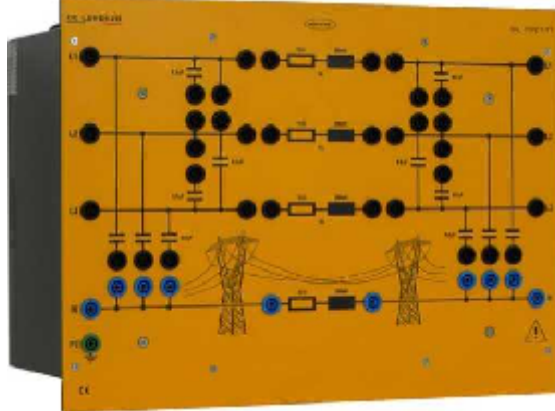
Релето е допълнено със самонастройващ се захранващ блок за променливо напрежение и трансформаторна развръзка.

- Три независимо програмируеми нива на фазов ток.
- Три независимо програмируеми нива за повреди от земни съединения
- Избираеми токови криви съгласно стандартите IEC и IEEE
- Две нива на превишаване/падане на напрежението
- Две нива на превишаване/падане на честотата
- Едно ниво на нулева последователност по пренапрежение
- Две нива на обратна последователност по ток
- Едно ниво на права последователност по пренапрежение
- Едно ниво на обратна последователност по поднапрежение
- Две контролни нива на реактивна мощност (VAR) (като опция)
- Наблюдение на изключващата схема
- Управление на допълнителен прекъсвач (вкл./изкл.)
- Защита от повреда на прекъсвача
- Сериен комуникационен порт RS232 на предния панел
- RS485
- Изходни релета програмируеми от потребителя
- Цифрови входове програмируеми от потребителя



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

МОДЕЛ НА ПРЕНОСНА ЛИНИЯ 360 км

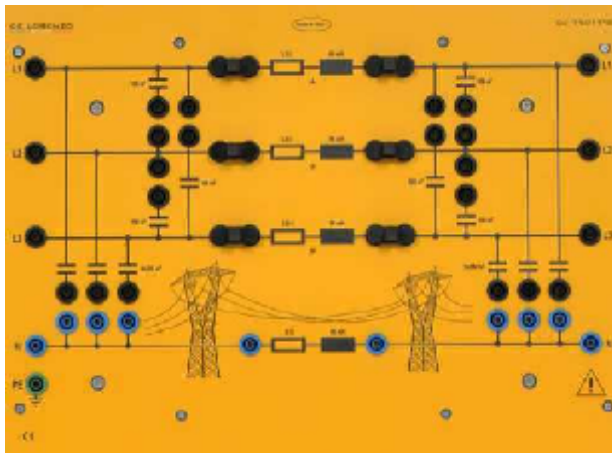


DL 7901TT

Модел на надземна трифазна преносна линия.

- Дължина: 360 км
- Напрежение: 380 kV
- Ток: 1000 A.
- Мащабен коефициент 1:1000

МОДЕЛ НА ПРЕНОСНА ЛИНИЯ 110 км



DL 7901TTS

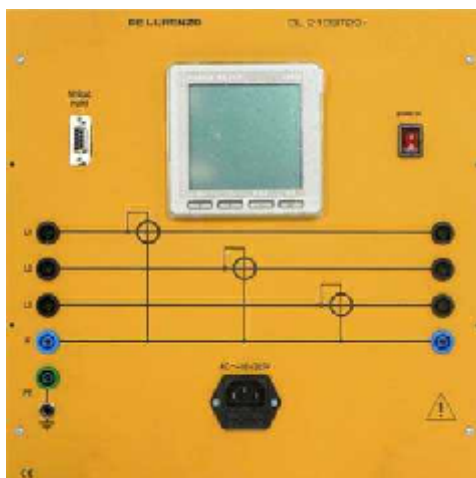
Модел на надземна трифазна преносна линия.

- Дължина: 110 км
- Напрежение: 380 kV
- Ток: 1000 A.
- Мащабен коефициент 1:1000



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ИНДИКАТОР ЗА МАКСИМАЛНО ПОТРЕБЛЕНИЕ



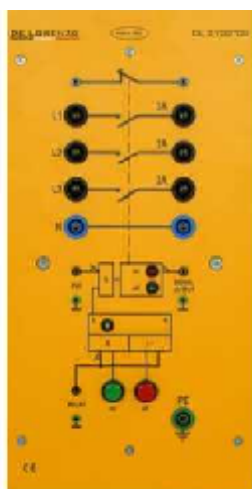
DL 2109T29

Микропроцесорен анализатор на мощност.

Измерва напрежения, токове, честоти, активна мощност, реактивна мощност и пълна мощност.

- Входно напрежение: 500 V (max 800 Vrms)
- Входен ток: 5 A (max 20 Arms)
- Работна честота: 47 ÷ 63 Hz
- Допълнително захранване: еднофазно от мрежата

МОЩЕН ПРЕКЪСВАЧ

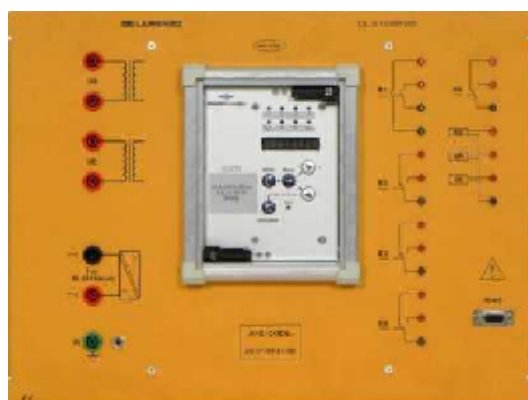


DL 2108T02 и DL 2108T02A

Трифазен силов прекъсвач с нормално затворен (DL 2108T02) или нормално отворен (DL 2108T02A) допълнителен контакт.

- Макс. товар на контактите: 400 VAC, 3 A
- Захранване: еднофазно от мрежата

РЕЛЕ ЗА СИНХРОНИЗИРАНЕ НА ГЕНЕРАТОР



DL 2108T25

Това е цифрово синхронизиращо реле, което измерва напрежение и честота на двата си входа; напрежението, честотата и фазовия ъгъл на входа за генератор (G) се сравняват с тези на входа за мрежата (B), считани за референтни.

Синхронизиране на генератора с мрежата:

- Работни режими нормална/аварийна мрежа
- Регулируемо закъснение на сработване
- Регулируема максимална разлика на напреженията, защита от двигателен режим
- Автоматично настройване на фазовия ъгъл за затваряне на прекъсвача
- Регулируема максимална разлика на честотите
- Регулируемо максимално фазово изместване
- Регулируеми повишаващи/намаляващи импулси към регулатора на скоростта
- Регулируеми повишаващи/намаляващи импулси към регулатора на напрежение
- Регулируемо макс./мин. напрежение на мрежата за синхронизиране



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

Функции:

- Автоматично синхронизиране и проверка на синхронизирането
- Бързо пропорционално регулиране на напрежението и честотата
- Проверка на фазовото изместване чрез затваряне с прекъсвача на тайм контрола
- Защита от двигателен режим
- Синхронизиращи импулси
- Запис на събитията
- Комуникационен протокол Modbus
- Регулируема макс./мин. честота на мрежата за синхронизиране
- Контрол със синхронизиращи импулсина постоянното фазово изместване
- Бързо синхронизиране с управляващи импулси, пропорционални на скоростта и разликата в напреженията
- 3 оптически изолирани до 2kV цифрови входа

ИЗТОЧНИК НА ЗАХРАНВАНЕ ДВИГАТЕЛ-ГЕНЕРАТОР



DL 1067S

Подходящ за захранване с регулируемо напрежение на спирачни системи и за възбуждане на машини в ръчен и автоматичен режим.

- Изходно напрежение: $0 \div 210$ VDC, 2 A
- Автоматично регулиране на възбуждането за поддържане на постоянно напрежение
- Захранване: 220 V, 50/60 Hz



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

БЕЗЧЕТКОВ ДВИГАТЕЛ С КОНТРОЛЕР



DL 2108T26

За изучаване на автоматичното управление на безчетков двигател.

- Управление и работа на безчетковия двигател под напрежение

Системата позволява да се изучава работата на безчетковия двигател в типичните процеси на промишлената автоматизация.

Ученикът може да се научи да контролира и въвежда параметрите на автоматичния режим.

Контролът и наблюдението могат да се извършват чрез софтуер, който е в състояние да:

- Задава параметрите на системата
- Представя графично процесите
- Наблюдава системата в реално време (въртящ момент, скорост ...)

Характеристики:

- Безчетков двигател с мощност 1 kW с електронен енкодер
- Контрол на системата по честота и напрежение
- Механична спирачна система за анализиране на въртящия момент
- Изходи на енкодера за анализиране на скоростта
- Дисплей за контролиране и наблюдение на събития
- Старт и стоп бутон и автоматично прекъсване при аларма
- Пълен софтуер за PC, свързан със системата чрез RS485



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ТРИФАЗНА СИНХРОННА МАШИНА



DL 1026P4

Машина с индуктор и трафазна статорна намотка за работа като алтернатор или синхронен двигател.

- Мощност (като алтернатор): 1.1 kVA
- Мощност (като двигател): 1 kW
- Напрежение: 220/380 V Δ/Y
- Ток: 2.9/1.7 A Δ/Y
- Скорост на въртене: 3000 об./мин.

Възбудителна намотка на ротора

РЕЗИСТИВЕН ТОВАР



DL 1017R

Едно или трифазен стъпално превключван резистивен товар

Максимална мощност: 3 x 400 W

Максимално напрежение: 220/380 V Δ/Y

ИНДУКТИВЕН ТОВАР



DL 1017L

Едно или трифазен стъпално превключван индуктивен товар

Максимална мощност: 3 x 300 VAR

Максимално напрежение: 220/380 V Δ/Y

КАПАЦИТИВЕН ТОВАР



DL 1017C

Едно или трифазен стъпално превключван капацитивен товар

Максимална мощност: 3 x 275 VAR

Максимално напрежение: 220/380 V Δ/Y



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ТРИФАЗЕН АСИНХРОНЕН ДВИГАТЕЛ С НАВИТ РОТОР



DL 1022

Индукционен двигател с трифазни намотки на статора и ротора.

Технически характеристики:

Мощност: 1.5 kW

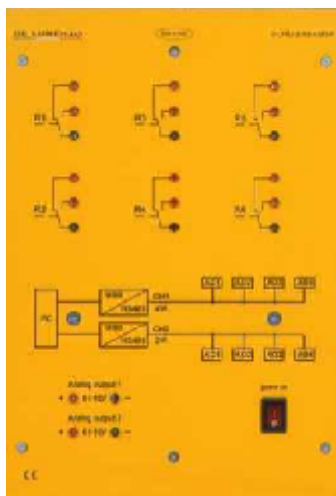
Напрежение: 220/380 V Δ/Y

Брой полюси: 4

Номинална скорост при 50 Hz: 1500 об./мин.

Номинална скорост при 60 Hz: 1800 об./мин.

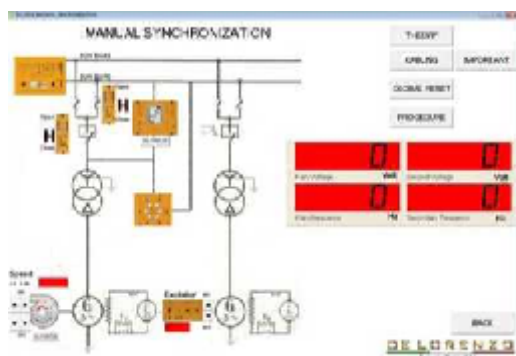
КОМУНИКАЦИОНЕН МОДУЛ



DL HUBRS485F

DL HUBRS485F позволява комуникация и управление чрез PC на измервателните модули и безчетковия двигател

СОФТУЕР SCADA



DL SCADA-WEB

Софтуер за управление и наблюдение на процесите. Има възможност да показва работата на различните устройства, свързани към системата.



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ПРЕКЪСВАЧ



DL 9031

- Максимален ток: 10 A
- Праг на сработване на диференциално токовата защита: 30 mA

ЦИФРОВ МУЛТИМЕР



DL 10065N

Измерване на постоянно напрежение, ток, мощност и енергия. Измерване на променливо напрежение, ток, мощност, активна, реактивна и истинска енергия, фактор на мощността и честота.

Технически характеристики:

Постоянно напрежение: 300 V

Постоянен ток: 20 A

Променливо напрежение: 450 V

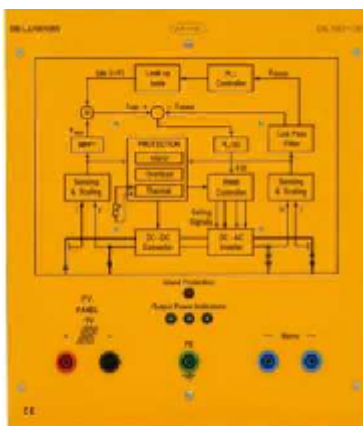
Променлив ток: 20 A

Мощност : 9000 W

Захранване: еднофазно от мрежата

Комуникация: RS485 с MODBUS RTU протокол

МРЕЖОВ ИНВЕРТОР



DL 9013G

- Ток: Max.: 30 A
- Напрежение: 12 V
- Мощност: 360 W



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

ФОТОВОЛТАИЧЕН ПАНЕЛ С РЕГУЛИРУЕМ НАКЛОН



PFS-85

85W, 12V, оборудван с фотоклетка за измерване на слънчевата радиация и датчик за температура.

СИМУЛАТОР НА СЛЪНЧЕВО ГРЕЕНЕ



DL SIMSUN

Интензивността на светлината може да се регулира ръчно с помощта на потенциометър или автоматично, чрез входен сигнал $0 \div 10$ V, позволявайки опити с различна интензивност на светлината, както и симулация на условия от зазоряване до сумрак.

- 4 халогенни лампи по 300 W
- Регулатор за контрол на интензивността на светлината.
- 10 A магнитотермичен прекъсвач с диференциална защита
- 10 k Ω потенциометър

СИМУЛАТОР НА ВЯТЪР

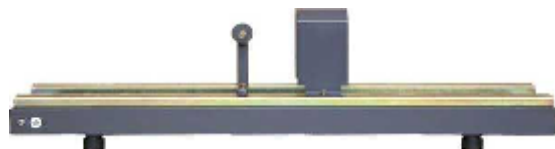


DL WINDSIM

Система, състояща се от: датчик за сила и посока на вятъра, източник на захранване, вентилатор, потенциометър, измервателна верига и RJ45 и RS485 портове.

Позволява симулиране на вятър със зададена сила и посока.

УНИВЕРСАЛНА ОСНОВА



DL 1013A

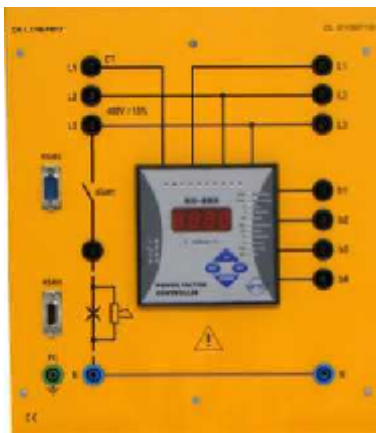
Алуминиева конструкция, монтирана върху антивибрационна основа, с плъзгачи за една или повече машини и ограничител.

Разполага със заключващо устройство за провеждане на тест за късо съединение с двигател с навит ротор



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

КОНТРОЛЕР ЗА РЕАКТИВНА МОЩНОСТ



DL 2108T19

Устройство за автоматична настройка на фактора на мощността в системи с индуктивен товар

Обхват на настройката на фактора на мощността: $0.9 \div 0.98 \text{ ind}$

Чувствителност: $0.2 \div 1.2 \text{ K}$

Цифров дисплей

Изходно реле за свързване на батерията: 4 NO контакта с LED индикация

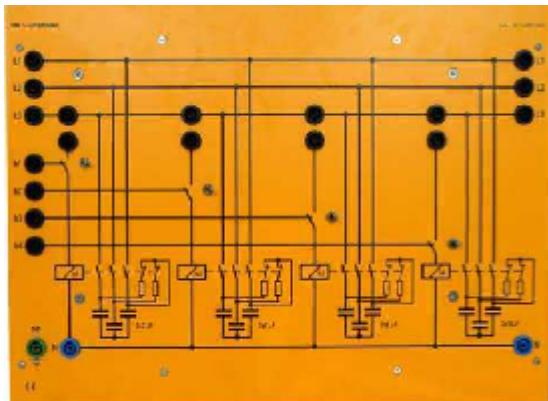
Контакти на изходното реле: 400 VAC, 5 A

Захранващо напрежение: трифазно от мрежата

Входна токоизмервателна верига: 5 A (250 mA мин.)

Автоматично определяне на честотата

ПРЕВКЛЮЧВАЕМА КОНДЕНЗАТОРНА БАТЕРИЯ



DL 2108T20

Превключваема система, при която кондензатори с различни стойности на капацитета могат да бъдат свързани към мрежата за компенсиране на реактивната мощност

Четири нива на превключване, всяко ниво се състои от 3 кондензатора свързани в звезда и разрездащи резистори:

ниво 1 (бобина b1): $3 \times 2 \mu\text{F}/450 \text{ V}$

ниво 2 (бобина b2): $3 \times 4 \mu\text{F}/450 \text{ V}$

ниво 3 (бобина b3): $3 \times 8 \mu\text{F}/450 \text{ V}$

ниво 4 (бобина b4): $3 \times 16 \mu\text{F}/450 \text{ V}$

Компенсирана мощност: max 1360 VAR при 50 Hz, 380 V

Всяко ниво на превключване може да се контролира поотделно:

вътрешно, чрез 4 превключвателя

външно, чрез 4 управляващи входа

Работно напрежение на бобините: 220 Vac.

СВЪРЗВАЩИ КАБЕЛИ



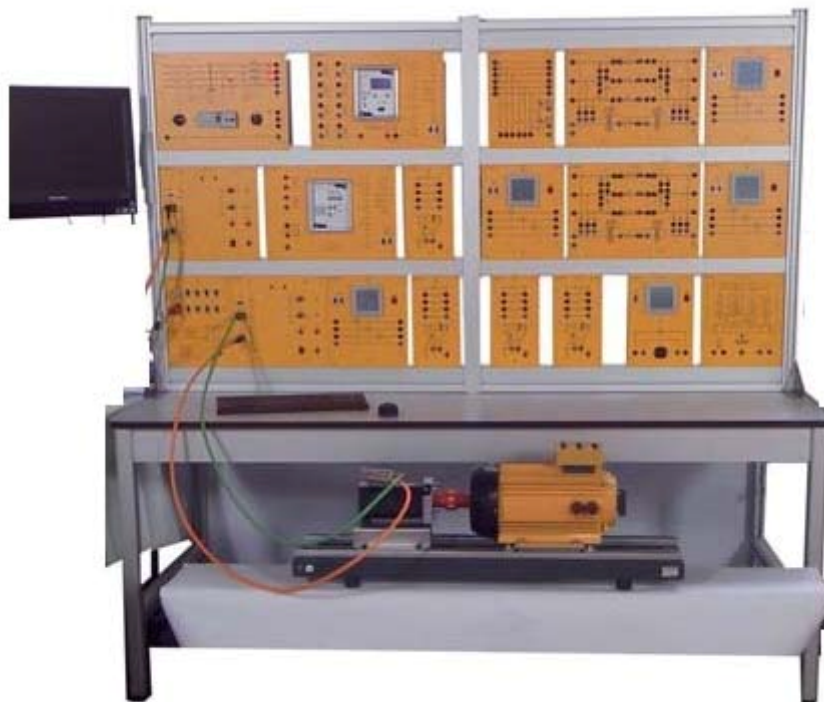
DL 1155SGWD

Комплект свързващи проводници



ИНТЕЛИГЕНТНИ МРЕЖИ "SMART GRID"

РАБОТНА МАСА И ДВОЙНА РАМКА НА ТРИ НИВА



Работна маса (DL 1001-1-AS) и двойна рамка на три нива (DL 2100-3M-AS2)
