



SMART GRID



SMART GRID DL SGWD2.0



POURQUOI UN RESEAU INTELLIGENT?

Depuis le début du 21e siècle, les développements technologiques dans l'électronique de puissance, les télécommunications et les techniques de traitement des données ont convergé pour faire face aux limites et aux coûts de gestion du réseau électrique. Les limitations technologiques en matière de comptage n'obligent plus à établir la moyenne des prix de pointe de l'électricité et à les répercuter de manière égale sur tous les consommateurs. Ces améliorations donnent plus de flexibilité pour optimiser et ajuster dynamiquement les prévisions de production d'énergie en fonction de l'évolution de la demande basée sur des données en temps réel.

Les préoccupations environnementales croissantes ont conduit à l'adoption d'accords et d'engagements internationaux visant à réduire l'impact environnemental des centrales alimentées aux combustibles fossiles. La nécessité de fournir une énergie plus propre a augmenté la participation des énergies renouvelables dans le mix énergétique. Les formes dominantes, l'énergie éolienne et solaire, sont par nature très variables et nécessitent des systèmes de contrôle plus sophistiqués pour permettre la connexion de ces sources alternatives au réseau autrement hautement contrôlable. La baisse rapide des coûts de ces technologies entraîne un changement majeur dans l'architecture du réseau d'une topologie hautement centralisée avec des centrales électriques plus grandes à un système plus distribué, l'énergie étant à la fois générée et consommée aux limites du réseau.

Enfin, l'inquiétude croissante suscitée par le terrorisme et les cyberattaques dans certains pays a révélé la nécessité d'un réseau énergétique plus robuste et moins dépendant des centrales électriques centralisées perçues comme des cibles d'attaques potentielles.



SMART GRID



QU'EST-CE QU'UN SMART GRID?

Le Smart Grid est un système de «distribution intelligente» d'électricité. Il peut surveiller la consommation des différents utilisateurs finaux pour gérer et adapter la production et la distribution d'électricité en fonction de la demande. En termes simples, si une zone donnée présente une surcharge d'énergie potentielle, l'excédent d'énergie peut être redistribué à d'autres zones qui en ont besoin, en fonction des demandes réelles des consommateurs.

Le logiciel de supervision qui exécute le Smart Grid surveille et gère le flux électrique dans le système. Il peut intégrer de l'énergie renouvelable dans le réseau et peut activer, suspendre ou déplacer les processus industriels et domestiques vers des périodes où les coûts d'électricité sont moins chers.

Le réseau intelligent connaît nos besoins en matière de consommation électrique. Lorsque la demande d'électricité est à son maximum, le réseau intelligent s'adapte automatiquement en récupérant l'excédent d'énergie de nombreuses sources pour éviter les problèmes de surcharge ou les coupures de courant. Il a donc pour fonction de gérer et de partager l'électricité dans un réseau hétérogène avec une production distribuée d'électricité provenant de divers types de sources, à la fois publiques et privées, traditionnelles et renouvelables, et garantit que les appareils électriques utilisent l'électricité le plus efficacement possible.



SMART GRID



PRINCIPALES CARACTERISTIQUES

Modularité

- Modèle réduit de l'ensemble du système de distribution d'énergie
- Laboratoire reconfigurable composé d'éléments discrets
- Appareils de qualité industrielle

SCADA Web ouvert

- Logiciel pour surveiller et contrôler tous les composants actifs du réseau
- Plateforme d'apprentissage logicielle structurée selon une approche didactique
- Plateforme logicielle ouverte pour une personnalisation complète

Approche didactique

- Laboratoire multidisciplinaire qui couvre des concepts les plus basiques de l'électrotechnique aux configurations plus avancées
- Plateforme de formation pratique et expérimentale

Développement de compétences

- Les étudiants interagissent avec de vrais équipements industriels
- Plateforme de simulation de scénarios réels
- Développement de compétences analytiques et de dépannage



SMART GRID





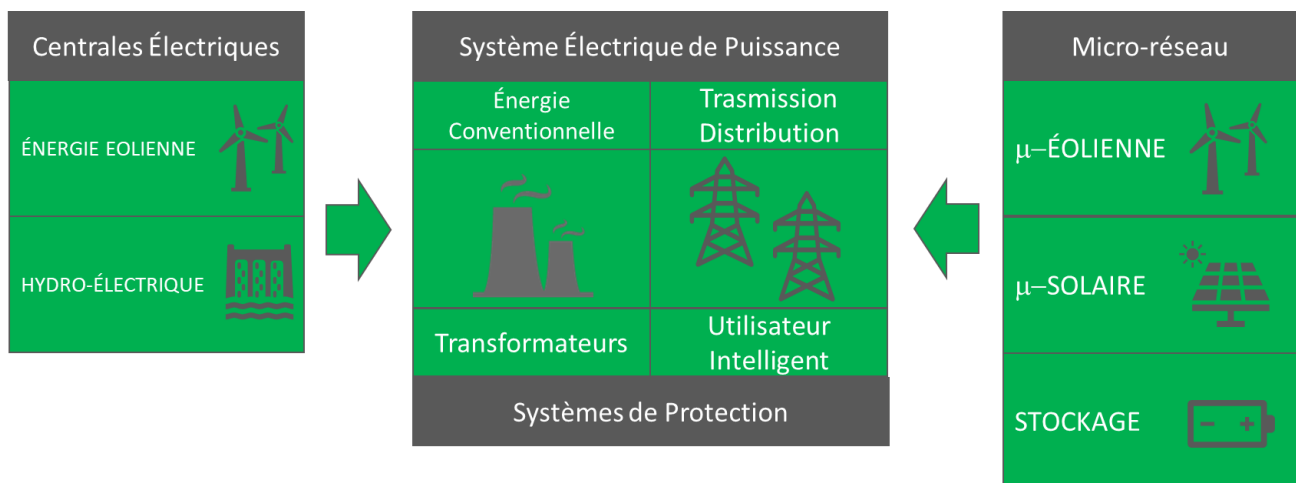
SMART GRID



LA SOLUTION DE DE LORENZO

De Lorenzo a conçu un formateur modulaire qui étudie le flux d'énergie et l'interaction entre les réseaux du fournisseur d'électricité (systèmes de production, de transport et de distribution) et les consommateurs (clients résidentiels et / ou commerciaux).

Des équipements de qualité industrielle ont été intégrés dans un environnement contrôlé, fournissant une plate-forme d'apprentissage flexible et reconfigurable pour étudier les applications de génie électrique.



Le cœur du laboratoire est un modèle simplifié et réduit d'un système de distribution d'énergie. Plusieurs sources d'énergie provenant d'énergies renouvelables différentes sont connectées au système en différents points simulant un système de production d'énergie distribuée. L'énergie peut être ajoutée du côté de la production (haute et moyenne tension) ou du côté de l'utilisateur final (micro-réseau).

Le système comprend 3 sous-systèmes de production d'énergie différents:

- Une éolienne à pas variable.
- Une centrale hydroélectrique avec stockage par pompage.
- Sources d'énergie micro-réseau utilisant un système solaire photovoltaïque avec stockage par batterie et un système micro-éolien en option générant de l'énergie du côté basse tension du réseau.

Un système à double jeu de barres et des disjoncteurs permettent l'isolement de sections du système ou l'insertion des sources d'énergie renouvelables disponibles pour créer un flux d'énergie bidirectionnel dans le réseau de distribution.

Un ensemble d'appareils de mesure actifs est stratégiquement placé pour surveiller le flux d'énergie dans le système en temps réel et en assurer la protection. Le fonctionnement du laboratoire se fait via le logiciel SCADA.

Un relais de gestion de départ industriel peut être configuré pour étudier les techniques de protection en différents points du système.



SMART GRID

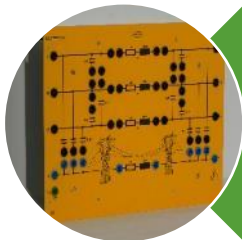


Réseau de transport et de distribution:

Au cœur du système, le laboratoire Smart Grid comprend tous les modules pour simuler un système de distribution simplifié avec un flux de puissance unidirectionnel, transmettant l'énergie d'une centrale thermique conventionnelle à un utilisateur final.



Une alimentation connectée au réseau représente une centrale à charbon connectée au bus infini.



Les lignes de transmission HT de plusieurs longueurs, le jeu de barres et les interrupteurs d'alimentation simulent le système de distribution et de transmission d'énergie.



Des appareils de mesure dédiés sont répartis dans les points clés du système pour surveiller le flux d'énergie.



Le relais de gestion de l'alimentation industrielle fournit une protection à des sections spécifiques du système.

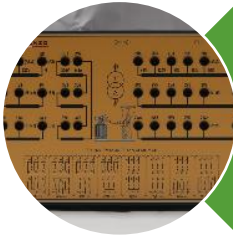


SMART GRID



Utilisation et consommation d'énergie:

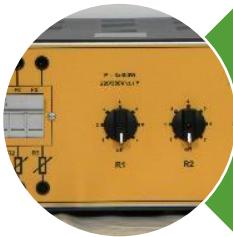
L'utilisateur final représenté par une charge RLC et un système de gestion de charge pour simuler différents profils de consommation.



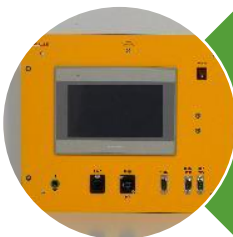
Un transformateur d'isolement agit comme un transformateur abaisseur.



Compensateur automatique du facteur de puissance avec batteries de condensateurs.



Les charges résistives, inductives et capacitatives variables simulent la consommation des utilisateurs finaux.



Compteur d'énergie, gestionnaire de charge et IHM simulent différents profils de consommation agissant comme un utilisateur intelligent qui peut réguler sa consommation en fonction de ses besoins et du coût de l'énergie.

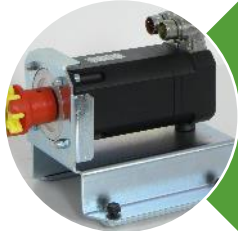


SMART GRID



Système hydroélectrique:

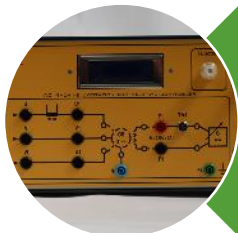
La centrale hydroélectrique est simulée par une machine synchrone triphasée qui peut être utilisée pour générer de l'énergie ou pour simuler un système de stockage par pompage pour gérer l'excès d'énergie dans le réseau.



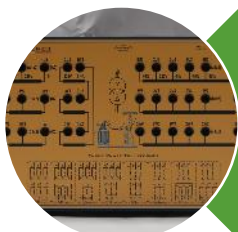
Servomoteur sans balais qui représente la turbine Pelton d'une centrale hydroélectrique.



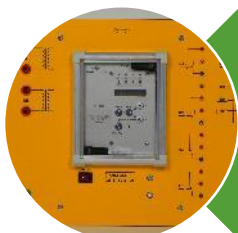
Générateur synchrone qui transforme la puissance mécanique en électricité.



Régulateur d'excitation avec fonction de statisme V/Q pour la régulation en boucle fermée de la puissance réactive en cas de raccordement au réseau.



Transformateur d'isolement qui agit comme un transformateur élévateur.



Relais de synchronisation pour connecter le générateur au réseau.



SMART GRID



Système d'énergie éolienne:

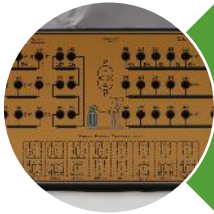
Une installation éolienne à pas variable est simulée avec une machine à induction asynchrone triphasée.



Servomoteur sans balais qui représente une éolienne.



La machine asynchrone transforme la puissance mécanique en électricité.



Transformateur d'isolement qui agit comme un transformateur élévateur.



Analyseur de puissance réseau.



SMART GRID



Microréseau électrique solaire intelligent:

Du côté de l'utilisateur final, différentes sources d'alimentation fournissent de l'énergie au système.



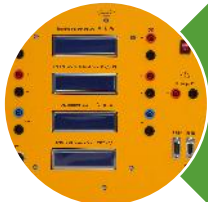
Panneau solaire photovoltaïque réel, éclairé par une source de lumière halogène qui simule le soleil.



Simulateur de panneau photovoltaïque: alimentation CC programmable qui se comporte comme un panneau solaire alimentant l'onduleur monophasé de raccordement au réseau.



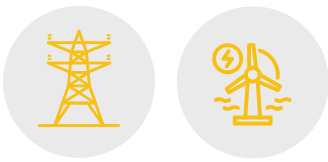
Un module chargeur onduleur étend encore les fonctionnalités du système solaire en offrant des capacités de stockage.



Des instruments et une charge dédiés fournissent les informations nécessaires à la caractérisation du panneau solaire et mesurent le flux d'énergie vers le système.



Une charge CC active programmable est utilisée pour caractériser le panneau solaire.



SMART GRID



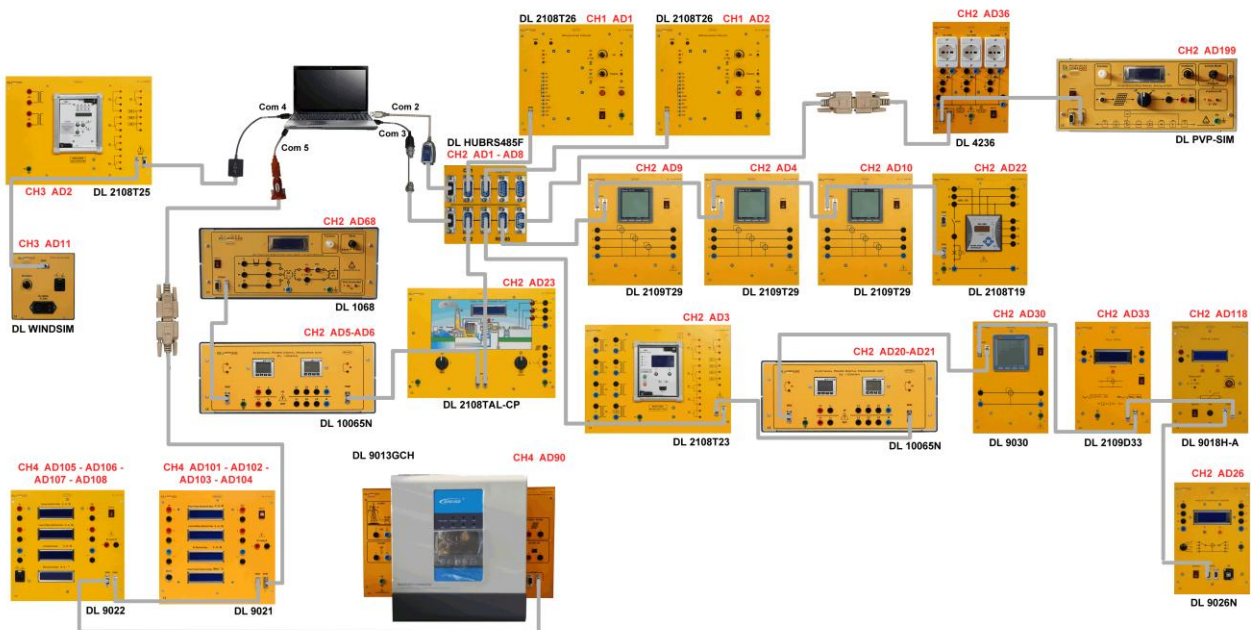
OPEN SCADA-WEB

Le système complet est intégré par un logiciel industriel d'acquisition de données de supervision et de contrôle (SCADA) qui communique avec tous les appareils actifs dans le formateur et effectue les actions suivantes:

- acquisition et mesures des grandeurs physiques du système;
- contrôle du fonctionnement du système;
- supervision visuelle du système (également en mode distant), grâce à l'utilisation de schémas synoptiques: état de fonctionnement, alarmes, etc.

Grâce au logiciel SCADA, l'opérateur peut surveiller le flux électrique dans le système pour gérer et optimiser les besoins en énergie en fonction de la consommation, grâce à l'acquisition de données en temps réel à partir des appareils de mesure et des relais de protection et au contrôle des actionneurs pour une « gestion intelligente » de l'ensemble du système électrique.

Les différentes sections du formateur communiquent via Ethernet et des bus série RS485 dédiés en utilisant des protocoles de communication industriels standard tels que MODBUS RTU.



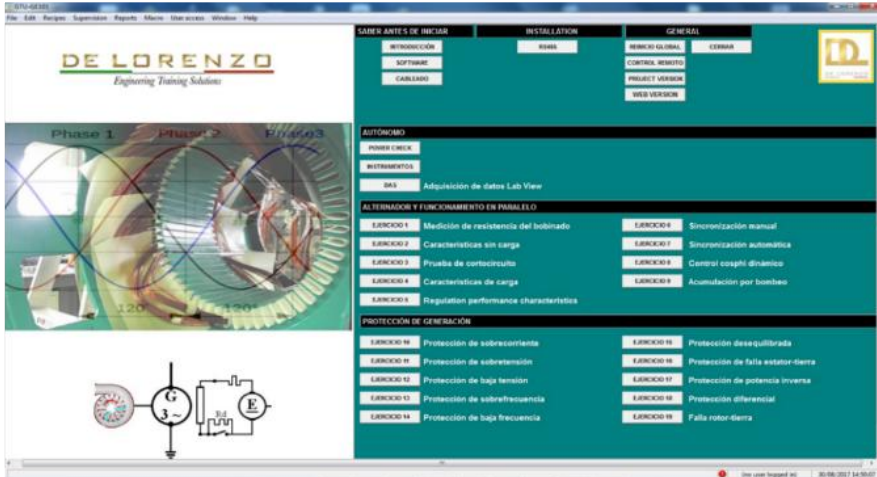
Le projet SCADA est divisé en modèles chacun correspondant à un exercice particulier. La licence de développement SCADA-WEB ouverte fournie avec le formateur permet aux enseignants de personnaliser entièrement les modèles existants ou d'en créer de nouveaux qui peuvent être utilisés pour surveiller le système à partir d'un poste de travail local.



SMART GRID

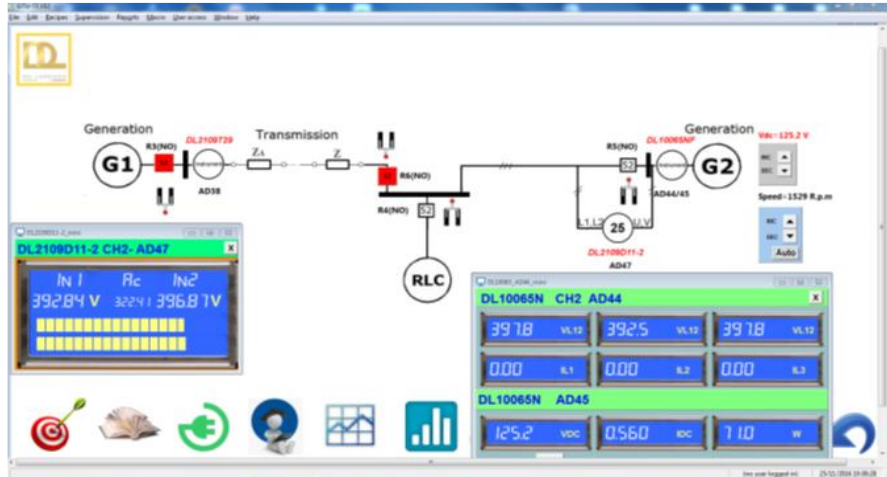


Principales caractéristiques du SCADA



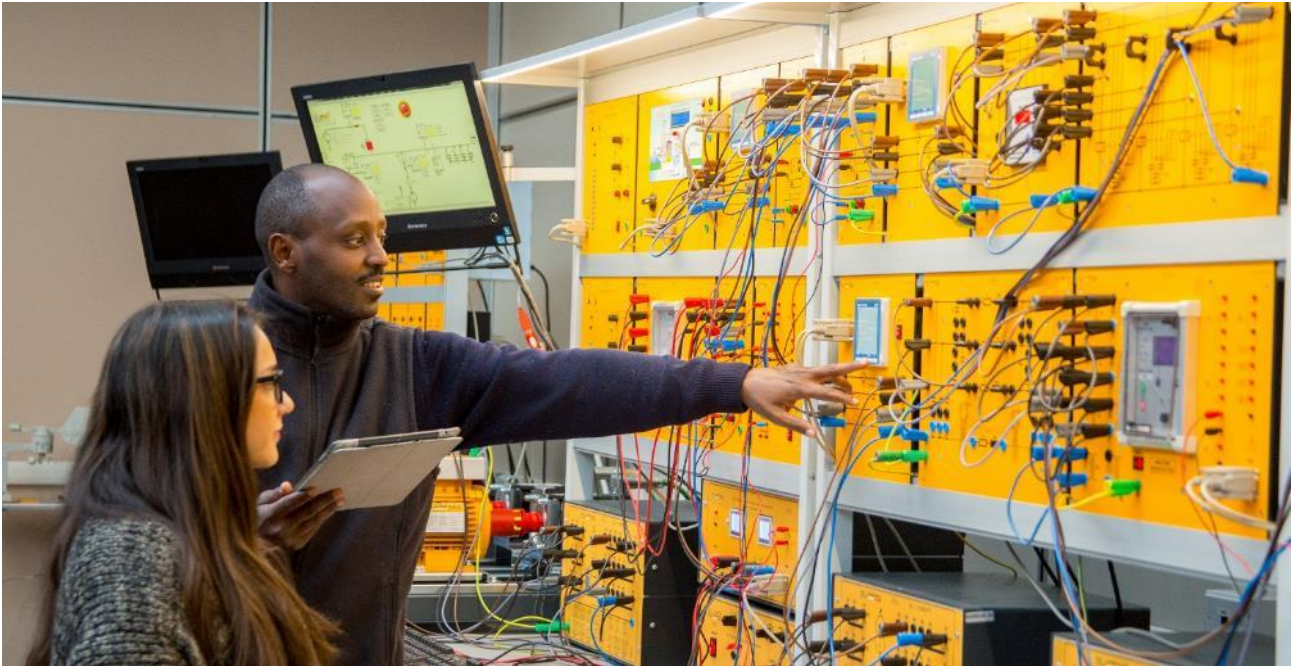
Le logiciel est structuré selon une approche didactique, divisant chaque unité d'étude en exercices uniques.

La licence ouverte SCADA-WEB donne aux enseignants la possibilité de créer leurs propres projets et de personnaliser entièrement les expériences en affichant les paramètres d'intérêt et en contrôlant les actionneurs pour une gestion de l'alimentation «intelligente».





SMART GRID



OBJECTIFS DE FORMATION

Le démonstrateur Smart Grid est un laboratoire multidisciplinaire, destiné aux cours de premier et deuxième cycles dans les écoles d'ingénieurs pour l'étude de la gestion de l'énergie dans un réseau électrique moderne. L'équipement de laboratoire peut être configuré pour créer différents exercices, qui renforcent les concepts de base et avancés de l'énergie électrique.

Le système de réseau intelligent est un laboratoire intégré qui peut être utilisé par les étudiants en génie mécanique et électrique comme un projet de longue date car il comprend suffisamment d'éléments pour couvrir la plupart des sujets tels que les circuits électriques, les machines électriques, l'hydroélectricité, les énergies renouvelables, la transmission d'énergie et distribution d'énergie. L'objectif principal est d'étudier les principes de l'ingénierie électrique et d'étudier le flux d'énergie pour développer des stratégies avancées de gestion de l'énergie.

L'ensemble du système est entièrement configurable et peut être testé dans de nombreuses conditions. Différentes expériences peuvent être effectuées en réorganisant le câblage et le placement des modules, ce qui donne beaucoup de flexibilité pour simuler un système de réseau intelligent complet avec différentes topologies de réseau. Les exercices proposés dans différents sujets relient les concepts théoriques et pratiques grâce à une approche expérimentale.

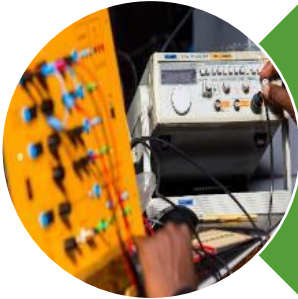
Ce laboratoire innovant peut inclure des démonstrations de classe et des expériences en laboratoire dans le cadre de cours de laboratoire réguliers. Il fournit une plate-forme contrôlée et sûre pour une expérimentation plus poussée afin de simuler différentes conditions et pannes du réseau afin d'étudier l'efficacité, la stabilité et la protection du réseau. L'architecture du système qui utilise des protocoles de communication industriels standard et un logiciel ouvert SCADA entièrement personnalisable, en fait un outil complémentaire pour la recherche et le développement, élargissant encore ses capacités.



SMART GRID



Développement de compétences:



Base:

- Théorie des circuits: valider les lois électriques de base et la théorie des circuits en utilisant une puissance triphasée.
- Mesures électriques: Utilisation d'appareils de mesure industriels et de relais de protection.
- Énergies renouvelables: énergie photovoltaïque, énergie éolienne



Intermédiaire:

- Machines électriques: étude d'un transformateur triphasé et d'un alternateur ou d'un moteur faisant office de charge.
- Electrotechnique: production, transmission, distribution et utilisation de l'énergie électrique.
- Electronique de puissance, systèmes de contrôle, contrôle numérique, systèmes embarqués.
- Stockage d'Énergie



Avancée:

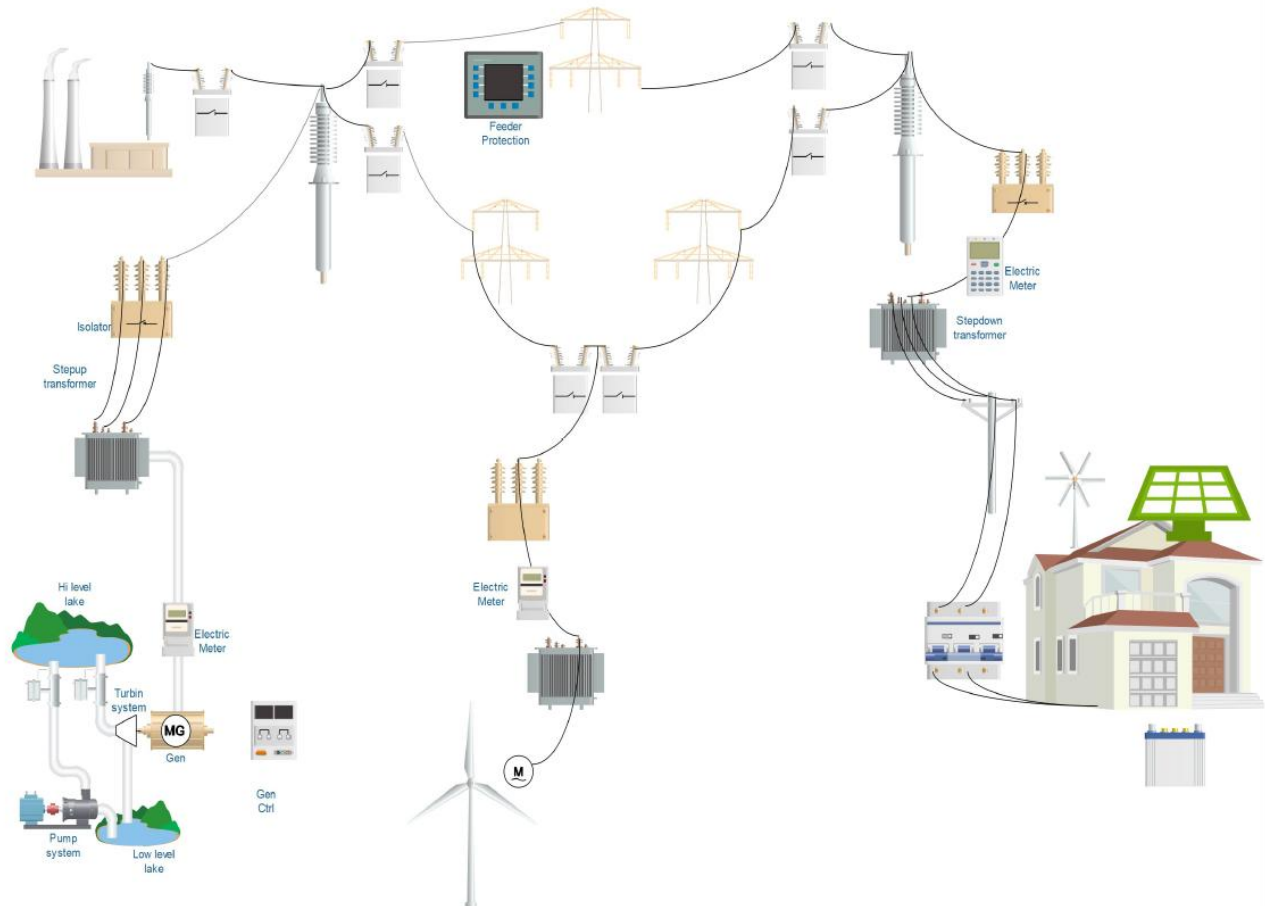
- Réseau: Etude de différentes topologies de réseau.
- Gestion de l'énergie: contrôle du flux d'énergie, simulation des pannes et dépannage.
- Stabilité du système d'alimentation, contrôle du statisme.
- Systèmes électriques intelligents "Smart Grid".
- Coût énergétique et méthodes d'optimisation.
- Processus stochastiques, prédiction et analyse de données



SMART GRID



LISTE DES EXPÉRIENCES



ANALYSE DE CHARGE

- Caractéristiques de charge R, L, C
- Mesure d'énergie active
- Mesure d'énergie réactive
- Compensation manuelle du facteur de puissance
- Compensation automatique du facteur de puissance

SYSTEME HYDROELECTRIQUE

- Caractéristique du générateur à vide
- Caractéristique du générateur sous charge
- Caractéristiques des performances de régulation
- Synchronisation automatique
- Régulation de la puissance réactive (Droop V / Q)
- Accumulation par pompage
- Protection contre les surintensités
- Protection contre les surtensions et les sous-tensions
- Protection contre les sur-fréquences ou sous-fréquences



SMART GRID



SYSTEME EOLIEN

La relation entre un système de contrôle de pas et le vent
Analyse des paramètres mécaniques d'un générateur à induction
Analyse des paramètres électriques d'un générateur à induction

SYSTEME DE MICRORESEAU INTELLIGENT

Caractérisation d'un panneau photovoltaïque sans charge
Caractérisation d'un panneau photovoltaïque sous charge
Connexion d'un système photovoltaïque au réseau réel en utilisant un onduleur monophasé.
Stockage de l'énergie solaire en batteries

TRANSFORMATEUR

Groupe de vecteur
Performances à vide
Performances sous charge
Performance asymétrique
Performance de la régulation

TRANSMISSION

Performances à vide
Performances avec charge adaptée
Charge inductive ohmique
Charge ohmique-capacitive
Réseau radial
Réseau maillé
Défaut à la terre de la ligne de transmission
Court-circuit symétrique de la ligne de transmission
Court-circuit asymétrique de la ligne de transmission
Protection contre les défauts à la terre de la ligne de transmission
Protection contre les surintensités instantanées et définies de la ligne de transmission
Protection contre les sous-tensions de la ligne de transmission

DISTRIBUTION:

Système de base à double jeu de barres
Système à double jeu de barres avec charge
Couplage de jeu de barres

RESEAU INTELLIGENT

Contribution de l'énergie des microréseaux
Contribution de l'hydroélectricité
Contribution de la centrale éolienne



SMART GRID



LISTE DES MODULES

DL 2108T26	Contrôleur sans balais avec moteur	2
DL 2108T26BR	Résistance au freinage	1
DL 1021/4	Moteur asynchrone triphasé à cage	1
DL 1013A	Base	2
DL 1026P4	Machine synchrone triphasée	1
DL 1017R	Charge résistive	1
DL 1017L	Charge inductive	1
DL 1017C	Charge capacitive	1
DL 2108TAL-CP	Unité d'alimentation triphasée	1
DL 1068	Contrôleur V-Q d'excitation et de statisme de machine à CA	1
DL 7901TT	Modèle de ligne aérienne - 360 km	2
DL 7901TTS	Modèle de ligne aérienne - 110 km	1
DL 2109T29	Compteur de puissance triphasé	5
DL 2108T25	Relais de synchronisation de générateur	1
DL 2108T23	Relais du gestionnaire d'alimentation	1
DL 2108T02	Disjoncteur de puissance	3
DL 2108T02A	Disjoncteur de puissance	1
DL 2108T02/2	Double jeu de barres	3
DL 2108T19	Contrôleur de puissance réactive	1
DL 2108T20	Batterie de condensateur commutable	1
DL 2108T20C	Module de condensateur de rephasage pour machine à induction	1
DL 4236	Gestionnaire de charge	1
DL HMI	Interface Homme-machine	1
DL 2109T34	Compteur d'énergie active et réactive triphasée	1
DL 9013G	Onduleur avec connection au réseau	1
DL 9013G1C	Chargeur inverseur monophasé	1
BAT100AGM	Batterie 12V - 100Ah	1
PFS-85	Panneau solaire photovoltaïque	1
DL SIMSUN	Lampes pour le panneau solaire photovoltaïque	1
DL 9021	Module de mesure pour panneaux photovoltaïques	1
DL 9018H-A	Charge active CC	1
DL 2101T13-DC	Transformateur avec redresseur	1
DL PVP-SIM	Simulateur de panneau photovoltaïque	1
DL HUBRS485F	Hub de communication Modbus	1
DL SCADA3+	Logiciel SCADA	1
DL 1080TT	Transformateur triphasé	3
DL 1155SGWD	Kit de fils de connexion	1
DL T12090	Banc de travail 120x90	3
DL T06090	Banc de travail 60x90	3
DL A120-3M-LED	Cadre	3
DL PCGRID	Ordinateur personnel tout-en-un	1
DL 2100TTI	Transformateur triphasé	1
DL 1196	Support pour fils	1



SMART GRID

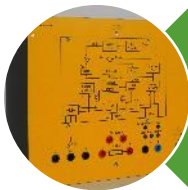


Options:

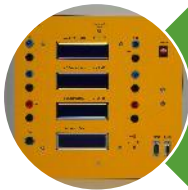
- **Microréseau intelligent d'énergie éolienne:** permet d'ajouter un système éolien microréseau en parallèle du système solaire photovoltaïque côté utilisateur du système– **code de commande: DL SGWD2.0-W.**



Un micro-réseau éolien alimentée par un servomoteur simulant l'action du vent.



Un onduleur monophasé raccordé au réseau qui alimente le réseau électrique de la turbine



Un instrument dédié fournit les informations nécessaires à la caractérisation du système éolien.

Modules:

DL T12090	Banc de travail 120x90	1
DL A120-3M-LED	Cadre	1
DL 9027	Module de mesure pour éolienne	1
DL WTS-CTRL750	Module de commande pour moteur brushless 750W	1
DL WTS-3	Simulateur d'éolienne	1
DL 9013G3D	Onduleur de réseau pour système éolien	1