AFRIQUE FORMATION
La Référence en Afrique pour la Formation



Dimensionnement, Installation et Maintenance des Systèmes Hybrides Solaire PV/Diesel

Lien : https://afrique-formation.com/formation/dimensionnement-installation-et-maintenance-des-systemes-hybrides-solaire-pvdiesel

DURÉE
8 jours (56h)

RÉFÉRENCE
DDE69

CATÉGORIE
Efficacité Energétique et Energies Renouvelables

Afrique Formation

OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Comprendre le rayonnement solaire et de la conversion PV
- Maitriser les composants d'un générateur hybride
- Comprendre la particularité de l'usage d'un Groupe électrogène dans un système hybride PV /diesel
- Dimensionner le système solaire pur et le système hybride
- Assurer la maintenance et l'entretien du générateur hybride
- Expliquer le principe de fonctionnement d'un système solaire photovoltaïque et identifier les technologies de modules et de stockage adaptées aux systèmes hybrides
- Dimensionner un champ photovoltaïque, un parc de batteries au plomb à acide rapporté et les accessoires associés en fonction d'un profil de charge donné
- Sélectionner et configurer les onduleurs (onduleurs de pilotage et onduleurs connectés au réseau) en fonction de l'architecture du système hybride retenue

- Concevoir le schéma de protection du générateur solaire contre les perturbations électromagnétiques, les surintensités et les surtensions conformément aux normes en vigueur
- Caractériser le rôle du générateur diesel dans un système hybride et dimensionner le groupe électrogène en fonction du taux de charge optimal et des contraintes d'exploitation
- Planifier et réaliser les réparations capitales sur un groupe électrogène diesel en respectant les paliers de maintenance constructeur
- Analyser les avantages et les inconvénients d'une hybridation PV/Diesel et choisir le mode de couplage adapté au contexte d'exploitation
- Définir les conditions de synchronisation entre la source solaire et le générateur diesel et paramétrer le contrôleur hybride pour assurer les transitions entre les modes de fonctionnement
- Mettre en œuvre un plan de suivi de la production en identifiant les paramètres clés de performance et en utilisant les outils de supervision adaptés
- Élaborer une fiche de suivi mensuel des données techniques et analyser les écarts entre la production prévisionnelle et la production réelle
- Établir un plan de maintenance préventive couvrant l'ensemble des composants du système hybride (modules PV, onduleurs, batteries, groupe diesel, contrôle-commande)
- Diagnostiquer les pannes courantes sur un système hybride et mettre en œuvre les procédures de maintenance curative dans le respect des règles de sécurité
- Appliquer les protocoles spécifiques de maintenance des batteries au plomb à acide rapporté (contrôle de densité, égalisation, remplacement)
- Identifier les contraintes techniques et réglementaires de raccordement d'un système hybride au réseau de distribution et concevoir le schéma de protection de découplage
- Appliquer la réglementation marocaine relative aux énergies renouvelables (loi 13-09) et les procédures d'autorisation pour l'injection sur le réseau
- Évaluer les risques spécifiques aux installations PV et diesel et appliquer les mesures de prévention et les procédures de consignation conformément à la norme NF C 18-510
- Réaliser le dimensionnement complet d'un système hybride PV/Diesel pour un site isolé à l'aide du logiciel Homer Pro en intégrant l'ensemble des contraintes techniques et économiques
- Conduire l'audit énergétique d'une installation hybride existante et proposer des mesures d'optimisation du taux de pénétration solaire
- Rédiger le cahier des charges technique d'un système hybride PV/Diesel en intégrant les spécifications de performance, les garanties et les clauses de maintenance
- Réaliser l'analyse technico-économique d'un projet hybride (LCOE, TRI, VAN) et comparer plusieurs scénarios d'hybridation
- Élaborer le protocole de commissioning et de réception technique d'une installation hybride et constituer le dossier des ouvrages exécutés

Afrique Formation

POUR QUI ?

- Ingénieurs en énergie solaire et en électrotechnique souhaitant acquérir ou renforcer leurs compétences en hybridation PV/Diesel
- Techniciens supérieurs en électricité, en maintenance industrielle ou en énergie renouvelable intervenant sur des installations hybrides
- Responsables d'exploitation de centrales solaires, de groupes électrogènes ou de sites isolés alimentés par des systèmes hybrides
- Chefs de projet et responsables de bureaux d'études spécialisés dans la conception et le dimensionnement d'installations énergétiques
- Responsables maintenance et facility managers en charge de la performance et de la disponibilité d'installations de production décentralisée
- Cadres techniques d'entreprises EPC (Engineering, Procurement, Construction) intervenant dans le secteur des énergies renouvelables
- Responsables énergie de sites industriels, miniers, agricoles ou de télécommunications envisageant l'intégration d'un système hybride PV/Diesel
- Agents techniques des régies de distribution, des offices d'électrification et des collectivités territoriales

Afrique Formation

AFRIQUE FORMATION
La Référence en Afrique pour la Formation



Programme détaillé

1 / La composante solaire

- Principe de fonctionnement d'un système solaire PV, technologies de cellules (monocristallin, polycristallin, couche mince), batteries d'accumulateurs au plomb à acide rapporté (dimensionnement, cycles de charge/décharge, durée de vie), onduleurs en pilotage et onduleurs solaires connectés au réseau (topologies, rendements, fonctions de protection intégrées)
- Mode de couplage du système solaire (couplage AC, couplage DC, couplage mixte), dimensionnement du champ et des accessoires solaires (câblage, connectique, structures de montage, boîtes de jonction, sectionneurs), utilisation des outils de simulation (PVsyst, Homer Pro) pour le prédimensionnement
- Protection du générateur solaire contre les perturbations électromagnétiques (parafoudres DC, mise à la terre, blindage, filtrage), protection contre les surintensités et les surtensions, normes applicables (NF C 15-100, IEC 62109, IEC 61730, guide UTE C 15-712)

2 / La composante générateur diesel

- Rôle du générateur diesel dans un système hybride (source de secours, source complémentaire, source principale en période de faible ensoleillement), caractéristiques du générateur diesel adapté au système hybride (plage de charge admissible, taux de charge minimal, courbe de consommation spécifique)
- Réparations capitales (remplacement des injecteurs, révision de la culasse, remplacement du turbocompresseur, reconditionnement de l'alternateur), planification des interventions lourdes selon les heures de fonctionnement, gestion des pièces de rechange critiques
- Dimensionnement du groupe électrogène diesel (calcul de la puissance apparente, facteur de puissance, taux de charge optimal entre 60 % et 80 %), protection du générateur diesel (protection différentielle, protection contre les surcharges, protection contre les courts-circuits, relais de découplage)

3 / Hybridation

- Avantages d'une hybridation (réduction de la consommation de carburant, diminution des émissions de CO_2, allongement de la durée de vie du groupe diesel, réduction du coût du kWh produit) et inconvénients (complexité de l'architecture, coût d'investissement initial, nécessité d'un système de contrôle-commande avancé)

Afrique Formation

- Conditions de synchronisation de la source solaire avec un générateur diesel (tension, fréquence, séquence de phases, angle de phase), protocoles de couplage et de découplage, rôle du contrôleur hybride (EMS — Energy Management System) dans la gestion des transitions entre sources
- Modes de fonctionnement du système hybride (mode solaire pur, mode diesel pur, mode hybride simultané, mode priorité solaire avec secours diesel), stratégies de dispatch énergétique, gestion de la rampe de montée en charge du diesel lors des transitions

4 / Suivi de la production

- Savoir-faire dans le suivi d'un système solaire hybride (lecture et interprétation des données de monitoring, identification des dérives de performance, détection des anomalies de production), outils de supervision locale et distante (SCADA, plateformes cloud, dataloggers)
- Paramètres clés de la production (irradiation reçue, énergie produite par le champ PV, énergie produite par le diesel, taux de pénétration solaire, rendement global du système, consommation spécifique de carburant, taux de disponibilité, Performance Ratio)
- Modèle de fiche de suivi et d'analyse des données techniques mensuelles (template structuré avec indicateurs de production, consommation diesel, état des batteries, heures de fonctionnement du groupe, alertes et interventions), méthodologie d'analyse des écarts entre production prévisionnelle et production réelle

5 / Maintenance du système solaire hybride

- Maintenance préventive (planning de maintenance selon les recommandations constructeur, inspections visuelles périodiques, nettoyage des modules PV, vérification du serrage des connexions, contrôle thermographique, vérification des protections électriques, entretien périodique du groupe diesel selon les paliers horaires)
- Maintenance curative (diagnostic de pannes sur l'onduleur, le régulateur de charge, le groupe diesel et le système de contrôle-commande, procédures de remplacement des composants défaillants, gestion des interventions d'urgence, traçabilité des interventions dans le registre de maintenance)
- Spécificité de la maintenance des batteries (contrôle de la densité de l'électrolyte, mesure de la tension par élément, égalisation périodique, vérification du niveau d'électrolyte, contrôle de la température, détection des éléments faibles, protocole de remplacement et de mise en service de batteries neuves)

6 / Interaction réseau et source de production

- Contraintes techniques de raccordement d'un système hybride au réseau de distribution (normes de raccordement, étude de faisabilité, schéma de raccordement, point de livraison, comptage bidirectionnel), exigences des opérateurs de réseau en matière de qualité de l'énergie injectée (THD, facteur de puissance, flicker)
- Protections de découplage (protection de découplage selon les normes IEC 62116 et VDE 0126), anti-îlotage (détection passive et active), relais de protection (sous/sur-tension, sous/sur-fréquence, maximum de courant), schémas de mise à la terre (TT, TN, IT) adaptés aux installations hybrides

Afrique formation

- Réglementation applicable au Maroc (loi 13-09 relative aux énergies renouvelables et ses décrets d'application, arrêtés tarifaires, procédures d'autorisation ANRE), cadre contractuel pour l'injection sur le réseau (contrat d'accès, convention de raccordement, contrat d'achat), implications pour le dimensionnement et l'exploitation du système hybride

7 / Sécurité des installations et habilitations

- Risques spécifiques aux installations solaires PV (risque électrique DC permanent même hors exploitation, arc électrique, risque de chute en toiture, risque de brûlure thermique), risques liés au groupe diesel (risque d'incendie, risque d'explosion des gaz de batterie de démarrage, risque lié aux fluides sous pression, bruit), évaluation des risques et document unique de sécurité
- Habilitations électriques requises (B2V, BR, BC, H2V selon la norme NF C 18-510), procédures de consignation et de déconsignation des installations PV et diesel, équipements de protection individuelle (EPI) et collective (EPC), signalétique réglementaire sur site
- Plan de prévention pour les interventions sur site (permis de travail, permis de feu, analyse des risques avant intervention), procédures d'urgence (incendie, électrocution, déversement de carburant ou d'électrolyte), formation du personnel d'exploitation aux gestes de premiers secours et à la manipulation des extincteurs

8 / Étude de cas et dimensionnement pratique

- Étude de cas n°1 — dimensionnement complet d'un système hybride PV/Diesel pour un site isolé (village rural, station de télécommunication ou mine) : analyse du profil de charge, évaluation de la ressource solaire, choix de l'architecture (AC-coupling ou DC-coupling), dimensionnement du champ PV, du parc de batteries, de l'onduleur hybride et du groupe diesel à l'aide du logiciel Homer Pro
- Étude de cas n°2 — optimisation d'une installation hybride existante présentant un taux de pénétration solaire insuffisant : audit énergétique, analyse des données de monitoring, identification des causes de sous-performance, proposition de mesures correctives (redimensionnement du champ PV, remplacement des batteries vieillissantes, reprogrammation du contrôleur hybride)
- Restitution collective et évaluation : présentation des résultats par chaque groupe de participants, discussion technique et retours du formateur, évaluation des acquis par questionnaire technique et grille de compétences, remise d'une attestation de formation

9 / Élaboration du cahier des charges et gestion de projet

- Rédaction du cahier des charges technique d'un système hybride PV/Diesel (spécifications techniques détaillées, critères de performance, garanties de rendement, pénalités, clauses de maintenance, plan de monitoring), analyse technico-économique (LCOE, temps de retour sur investissement, VAN, TRI), comparaison de scénarios d'hybridation
- Gestion de projet d'une installation hybride (planification des phases — études, approvisionnement, installation, commissioning, réception provisoire, période de garantie, réception définitive), coordination des intervenants (bureau d'études, installateur, fournisseur d'équipements, opérateur réseau), gestion des risques projet

Afrique Formation

- Commissioning et réception technique (protocole d'essais de mise en service, tests de performance — courbe IV des strings PV, test de capacité des batteries, essai de synchronisation, test de basculement automatique diesel/solaire, mesure du Performance Ratio), documentation de réception (PV de réception, dossier des ouvrages exécutés, manuels d'exploitation et de maintenance)

Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

Prochaines dates programmées

04 au 13 Jan. 2027	Présentiel - Casablanca
01 au 10 Mars 2027	Présentiel - Casablanca
26 Avr. au 05 Mai 2027	Présentiel - Casablanca
21 au 30 Juin 2027	Présentiel - Casablanca
16 au 25 Août 2027	Présentiel - Casablanca

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

Afrique Formation

Réservation & Renseignements

Téléphone : +212 522 247 210
Email : contact@afrique-formation.com
Web : https//www.afrique-formation.com

Afrique Formation — Tous droits réservés