

CONSTRUCTION D'UN SYSTÈME D'ALIMENTATION RÉSILIENT

*Fiabilité de l'alimentation sur site grâce aux technologies de communication avancées
gracias a la tecnología de comunicaciones avanzadas*

À PROPOS DE BASLER

Basler Electric est un fabricant de systèmes d'excitation, de régulateurs de tension, de commandes de groupes électrogènes, de relais de protection, et de transformateurs personnalisés.

Basler propose également des services d'ingénierie clés en main par l'intermédiaire de sa filiale E2 Power Systems. Les produits Basler permettent de contrôler et de gérer la livraison d'électricité et sont couramment utilisés dans des applications telles que les centrales électriques, les sous-stations, les barrages hydroélectriques, les installations agricoles, les aéroports, les raffineries, les installations de télécommunications, les usines, les applications maritimes et bien d'autres. Basler existe depuis 1942 et nos produits sont utilisés dans plus de 145 pays du monde.

Les entreprises essentielles dépendent d'une alimentation continue en électricité pour maintenir leurs activités

Toute coupure de courant représente un coût énorme pour les consommateurs et peut créer des situations dangereuses. Lorsqu'une coupure de courant n'est pas concevable, les entreprises essentielles doivent pouvoir compter sur une alimentation sur site fiable et automatisée afin d'éliminer les retards et les erreurs opérationnelles.

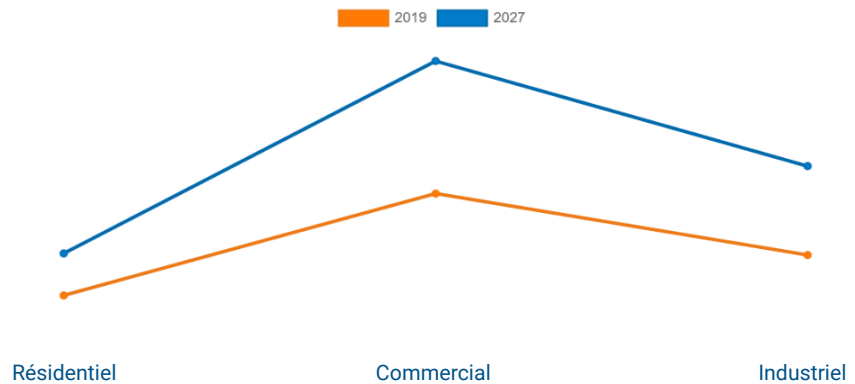
De nombreux événements récents survenus dans le monde ont renforcé l'intérêt des consommateurs pour la sécurité énergétique. Ces dernières années, des événements thermiques sur la côte ouest des États-Unis et dans plusieurs régions côtières d'Australie ont entraîné des pannes de courant. Les grandes tempêtes et les ouragans qui ont touché terre aux États-Unis et dans les Caraïbes ont mis à mal les infrastructures de transmission et de distribution, provoquant des coupures forcées et prolongées. Pendant la tempête hivernale nord-américaine de février 2021, les conditions exceptionnellement glaciales au Texas ont provoqué des pannes de courant prolongées, laissant de nombreux résidents dans un besoin désespéré de chaleur, d'eau et de nourriture. Dans certaines régions des États-Unis, des centrales électriques à combustibles fossiles ont été mises hors service, mais n'ont pas été remplacées par une capacité installée équivalente. Le nombre de ressources énergétiques distribuées (RED), telles que l'énergie éolienne et l'énergie solaire, a augmenté, mais ces ressources sont intermittentes et ne sont pas suffisamment soutenues par des systèmes de stockage par batterie. Toutes ces circonstances poussent les consommateurs industriels et commerciaux d'électricité à envisager sérieusement d'investir dans leur sécurité énergétique pour assurer la résilience de leurs entreprises.

Les grandes tempêtes et les ouragans qui ont touché terre aux États-Unis et dans les Caraïbes ont mis à mal les infrastructures de transmission et de distribution, provoquant des coupures forcées et prolongées.



Tour-relais détruite à Porto Rico après l'ouragan Maria [1]

Alors que plusieurs ressources énergétiques distribuées (RED) concurrentes sont installées dans des systèmes d'alimentation sur site dans des installations commerciales, industrielles, universitaires, gouvernementales et militaires, les alternateurs entraînés par des moteurs alternatifs à combustion interne (RICE), appelés groupes électrogènes, continuent de représenter une part importante des actifs de production installés. Cela est dû en grande partie à leurs caractéristiques qui favorisent la production d'énergie électrique de secours, comme le faible coût par kW installé, la densité de puissance élevée, la réponse rapide aux perturbations du système et la technologie éprouvée et bien connue.



Projection de la demande d'alternateurs diesel par industrie [2]

Demande accrue d'une alimentation électrique continue et stable

Le 16 juin 2020, Bloomberg News a publié un article où il était prévu que le marché des alternateurs diesel atteigne 37,1 milliards de dollars au niveau mondial d'ici 2027, avec un TCAC de 9,8 %. Certains des principaux moteurs de cette tendance ont été attribués au besoin accru d'une alimentation électrique continue et stable, ainsi qu'à une industrialisation et une urbanisation rapide. Les alternateurs diesel de grande taille (> 375 kVA) représentaient près de 60 % du marché mondial des alternateurs diesel en 2019. Cette tendance devrait se poursuivre en raison de la demande accrue des grandes industries comme les mines, les soins de santé, les centres commerciaux, la fabrication et les centres de données. (Allied Market Research, 2020) Ces industries très sensibles dépendent fortement d'un système d'alimentation robuste pour maintenir leurs activités. Une panne de courant peut entraîner des pertes de revenus importantes, une exposition à des conditions dangereuses et même des pertes de vie.

Il est certes important de disposer d'une source fiable d'énergie sur site en cas de panne du réseau, mais il est tout aussi important de s'assurer que les sources d'énergie et l'installation de production d'énergie sont contrôlées efficacement. Une exigence clé pour les entreprises essentielles, telle que réglementée par le code NFPA110, est que les charges de sécurité des personnes doivent être alimentées par des alternateurs de secours dans les 10 secondes suivant une panne de courant du réseau. Afin de répondre à cette exigence de manière constante, les installations dépendent fortement des systèmes de contrôle automatisés. Plusieurs approches peuvent être adoptées pour concevoir l'architecture de ces systèmes, en tenant compte de la séquence des opérations, de la gestion des alternateurs, de la gestion des charges, du degré d'automatisation et d'autres facteurs. Le contrôle peut être centralisé, distribué, ou peut comprendre des éléments de ces deux types.

Le contrôle centralisé est plus traditionnel, il repose sur une architecture client-serveur et est généralement associé à la programmation d'un automate programmable industriel (API). L'automate programmable est généralement le client qui envoie des instructions et demande des données à plusieurs serveurs sur le réseau. Cette approche établie de mise en réseau semble bien comprise d'un point de vue opérationnel. Les API sont très flexibles, car un programmeur peut créer une logique pour adapter le système aux exigences spécifiques du site. Mais les API présentent aussi des défis. Ils constituent un point de défaillance unique, de sorte que si l'automate maître tombe en panne, l'ensemble du système fonctionne mal.

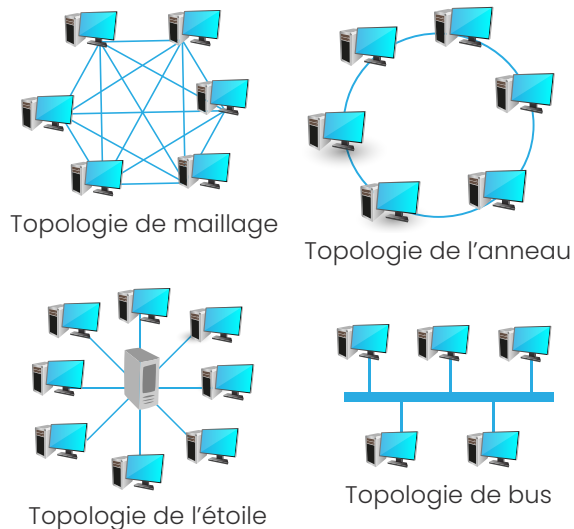
Il est certes important de disposer d'une source fiable d'énergie sur site en cas de panne du réseau, mais il est tout aussi important de s'assurer que les sources d'énergie et l'installation de production d'énergie sont contrôlées efficacement.

Deuxièmement, un nœud centralisé dans le réseau crée un goulot d'étranglement, par lequel tout le trafic du réseau doit être transmis. Enfin, l'écriture de la logique API est une compétence spécialisée réservée généralement à un expert. Les experts ayant leur propre style de programmation, il est difficile de transférer les connaissances d'un programmeur API à un autre, et le départ à la retraite des programmeurs API crée un vide dans toute l'industrie. Cette tendance constante crée des défis importants pour les jeunes techniciens de terrain.

L'alternative au contrôle centralisé est le contrôle distribué. Les automates de groupes électrogènes modernes ont adopté de telles architectures, y compris un réseau de type pair à pair qui permet à un autre automate de prendre le contrôle du système en fonction de la situation. Le réseau pair à pair permet de multiples topologies, dont le maillage, l'anneau et l'étoile.

Les automates de groupes électrogènes modernes ont adopté un réseau de type pair à pair qui permet à un autre automate de prendre le contrôle du système en fonction de la situation.

Topologies de réseau

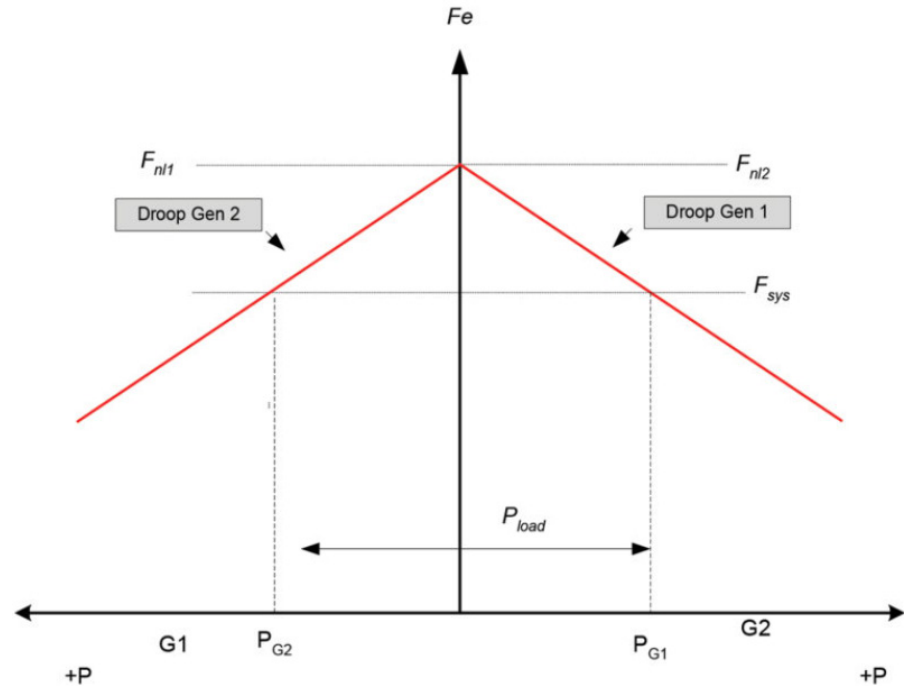


Un réseau de communication entre groupes électrogènes constitue l'épine dorsale de tous les systèmes de contrôle automatisés avancés

Les automates des groupes électrogènes, des disjoncteurs et de l'installation de production d'énergie communiquent directement entre eux pour coordonner leur prise de décision. Les avantages d'une telle technologie sont innombrables. Les communications entre groupes électrogènes constituent un moyen facile et efficace de prendre en charge le partage de la charge, le partage de la puissance réactive, la gestion des alternateurs, la gestion des charges, la mise en parallèle, la coordination au niveau du système et la communication avec les systèmes externes.

Dans le passé, les opérateurs dépendaient strictement des caractéristiques de stabilité de vitesse et de stabilité de tension d'un groupe électrogène pour contrôler le partage de la charge (kW) et de la puissance réactive (kvar). Lors de la mise en service, les paramètres de stabilité seraient ajustés pour optimiser le partage de la charge et de la puissance réactive. Au fur et à mesure que les kW de chaque machine augmentent, de l'absence de charge (NL) à la pleine charge (FL), la fréquence de l'alternateur diminue. De même, lorsque les kvar de chaque machine augmentent de NL à FL, la tension diminue. Par conséquent, il n'était pas possible de maintenir des tensions et des fréquences constantes tout au long du profil de charge de chaque machine.

Un réseau solide de communication entre groupes électrogènes est essentiel pour rassurer les clients sur la disponibilité de leurs actifs de production d'énergie électrique en cas de panne de courant.



Chute de fréquence de l'alternateur de NL à FL lors de la répartition de la charge avec statisme [3]

Grâce à l'introduction des régulateurs proportionnels-intégraux-dérivés (PID) avancés dans les automates de groupes électrogènes, le partage de la charge en réseau a résolu ce problème en permettant à plusieurs machines de partager la charge tout en maintenant la fréquence du système. Les automates peuvent communiquer entre eux pour déterminer la charge du réseau, le nombre de machines en ligne et partager les kW proportionnellement entre les machines. Les kvar sont partagés de la même manière. Comme les fréquences et les tensions sont maintenues constantes, la qualité du courant est préservée.

En plus de rendre le partage des kW et des kvar beaucoup plus facile et plus fiable, la mise en réseau avancée des automates de groupes électrogènes permet de répartir les groupes électrogènes en fonction de la priorité qui leur est attribuée. Les alternateurs peuvent être classés par ordre de priorité afin de maximiser le rendement énergétique, d'équilibrer les intervalles de service, de réduire au minimum les émissions, etc. L'automatisation de la répartition de la production d'énergie électrique d'une manière aussi personnalisée est très précieuse pour les clients qui n'ont pas de personnel disponible pour s'occuper des alternateurs de secours. Ces clients se consacrent à leurs activités commerciales, et non à l'exploitation de l'alternateur. Ils ont besoin d'être rassurés sur la disponibilité de leurs actifs de production d'énergie électrique pendant les pannes de courant. Un réseau solide de communication entre groupes électrogènes est un élément clé pour répondre à ce besoin. Les utilisateurs finaux disposent ainsi de juste assez d'alternateurs en marche avec une réserve tournante suffisante pour maintenir un système stable, tout en évitant le gaspillage associé au fonctionnement de plus d'alternateurs que nécessaire. Les alternateurs sont automatiquement mis en ligne et hors ligne en fonction de l'augmentation et de la diminution des charges, ce qui optimise la répartition de l'énergie électrique produite. L'automatisation de ce processus permet d'obtenir un résultat plus constant en éliminant les erreurs humaines.

L'intégrité du réseau de communication entre groupes électrogènes est un lien vital pour la création d'un système d'alimentation fiable

Même si les groupes électrogènes, l'installation de production d'énergie et les systèmes de contrôle sont de qualité supérieure, l'intégrité du réseau de communication entre les groupes électrogènes est un lien vital pour créer un système d'alimentation fiable. Si la communication avec un automate est perdue, le groupe électrogène contrôlé par ce dispositif ne participera plus au partage de charge. Cela peut entraîner de graves problèmes si les alternateurs restants sur le réseau sont incapables de supporter les charges. Des situations de surcharge peuvent survenir et l'ensemble du système peut se mettre en cascade très rapidement. Une méthode pour atténuer ce risque consiste à prévoir une ligne de communication réseau redondante vers chaque automate, de sorte qu'en cas de défaillance de la ligne primaire, il y ait un basculement automatique sur la ligne redondante. Ce niveau de redondance permet au partage des kW et des kvar de se poursuivre sans interruption en cas de défaillance de la communication.

Une autre approche d'atténuation des risques consiste à mettre en place une condition d'annulation du statisme qui sera déclenchée par une perte de communication. Cela forcerait les machines à se mettre en statisme une fois qu'elles sont sorties du réseau de partage de la charge, afin que les autres machines du réseau ne soient pas surchargées. Une fois que les machines dont les communications ont échoué sont rétablies sur le réseau, elles peuvent participer au partage de la charge du réseau comme auparavant.

Il arrive souvent qu'un bus de charge soit mort après une panne de courant et que plusieurs alternateurs doivent être mis en service rapidement pour respecter la norme NFPA110 de démarrage en 10 secondes. Cependant, si plusieurs disjoncteurs d'alternateur sont fermés simultanément sur un bus mort, ils peuvent être fermés de façon désynchronisée, ce qui constitue une menace majeure pour la sécurité du personnel et peut causer des dommages catastrophiques à l'alternateur. Pour éviter cela, les automates de plusieurs groupes électrogènes communiquent entre eux sur le réseau de communication entre groupes électrogènes et s'arbitrent entre eux pour déterminer quel groupe électrogène se ferme en premier sur le bus mort. Une fois que le bus est sous tension, les autres groupes électrogènes se synchronisent avec lui avant que leurs disjoncteurs ne se ferment.

Un autre moyen de démarrer plusieurs alternateurs pour alimenter les charges de sécurité des personnes en moins de 10 secondes consiste à synchroniser les alternateurs avant d'activer l'excitation. Cette méthode de mise en ligne rapide des alternateurs est également connue sous le nom de fermeture avant excitation, mise en parallèle en champ mort et synchronisation en marche. La logique programmable donne aux intégrateurs la flexibilité d'optimiser le processus de démarrage pour réaliser diverses fonctions telles que la désactivation de régulateurs PID spécifiques et l'activation de l'excitation dans plusieurs machines à la fois. Une fois que tous les alternateurs sont synchronisés et prêts à accepter la charge, le système de gestion des alternateurs contrôle la répartition des alternateurs selon les besoins, en fonction des priorités attribuées. Ce niveau de contrôle automatisé est obtenu grâce au réseau de communication entre groupes électrogènes.

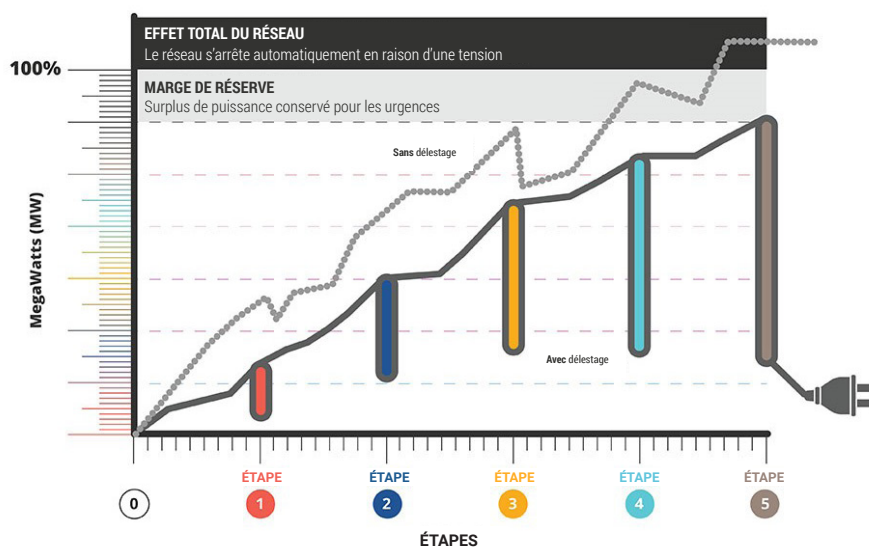
Alors qu'il est important de contrôler la répartition des alternateurs, dans certaines applications, il est tout aussi important de hiérarchiser et de contrôler les charges, en particulier dans les situations où la capacité de production installée n'est pas toujours suffisante pour supporter les charges. Cette situation peut survenir lors d'une panne de groupe électrogène. Dans ces circonstances, les charges doivent être hiérarchisées et contrôlées en fonction de la capacité de production disponible.

La logique programmable donne aux intégrateurs la souplesse nécessaire pour optimiser le processus de démarrage.

Les charges de priorité inférieure sont délestées lorsque la quantité de charge dépasse la quantité d'énergie électrique produite disponible, afin que les charges de priorité supérieure ne soient pas compromises.

Au fur et à mesure que la production d'énergie électrique devient disponible, les charges moins prioritaires sont rétablies, jusqu'à ce que toute la production installée soit à nouveau disponible. Le réseau de communication entre groupes électrogènes peut être utilisé pour détecter la quantité d'énergie électrique produite disponible par rapport à la charge et prendre des décisions pour optimiser le site. Ainsi, les alternateurs ne sont pas surchargés et les charges prioritaires ne sont pas interrompues.


RÉDUISEZ L'IMPACT DU DÉLESTAGE



Délestage des charges tel que mis en œuvre par la ville de Johannesburg. Un délestage plus agressif doit être mis en œuvre lorsque la réserve tournante est plus faible. Les charges sont délestées de la priorité la plus basse (étape 1) à la plus élevée (étape 5). [4]

Réseaux de multiplexage (bus CAN) vs réseaux Ethernet

Les communications entre groupes électrogènes fonctionnent sur diverses infrastructures. Deux des plus courantes sont les réseaux de multiplexage (bus CAN) et les communications Ethernet. Le bus CAN est bien implanté dans de nombreuses industries, notamment l'automobile. Il est très utilisé dans les communications entre le calculateur du moteur et l'automate dans l'industrie des groupes électrogènes. La couche CAN comprend une ligne principale à deux câbles, avec un dispositif à chaque extrémité du bus, et tous les autres dispositifs sur des tronçons connectés en parallèle avec le bus principal. Il est essentiel qu'une résistance de 120 ohms soit connectée en parallèle à chaque extrémité de la ligne principale pour que le réseau CAN fonctionne correctement. Le câblage est assez simple, chaque dispositif devant être connecté à un câble CAN haut et à un câble CAN bas. Un câble de garde est installé sur toute la longueur de chaque paire torsadée et est terminé à une extrémité. Le câble de garde est nécessaire, car la communication CAN est sensible aux interférences électromagnétiques (EMI). Les signaux sonores provenant du câblage CA à proximité et d'autres sources peuvent provoquer des perturbations de la communication et des erreurs de fonctionnement de l'équipement. Les réseaux de bus CAN transmettent généralement des données à des vitesses inférieures à 1 Mb/s.



Les câbles Ethernet se composent généralement de huit petits fils de cuivre terminés par des connecteurs RJ45. Les installateurs doivent s'assurer que les fils sont terminés avec la bonne orientation dans les connecteurs. Les réseaux Ethernet peuvent transporter des données à des vitesses beaucoup plus élevées que le bus CAN, jusqu'à 100 Mb/s.

Les réseaux Ethernet modernes utilisent des connexions commutées, permettant des architectures de réseau point à point, s'éloignant ainsi des topologies de bus où un câble est partagé par tous les dispositifs du réseau. Dans les réseaux Ethernet, il est possible de construire des topologies en anneau en incorporant des commutateurs de réseau dotés d'une capacité de gestion d'anneau, ce qui augmente la redondance du réseau. Dans un réseau en anneau, chaque dispositif est connecté à deux autres dispositifs. Par conséquent, s'il y a un seul point de défaillance dans le réseau de communication, les communications entre groupes électrogènes se poursuivront sans interruption.

Grâce à l'intégration de l'Internet des objets (IdO) dans les systèmes de gestion de bâtiments (SGB) intelligents, les données des groupes électrogènes et de l'installation de production d'énergie sont souvent transmises à un réseau SGB distinct. Les communications Ethernet sur les automates de groupes électrogènes sont essentielles pour transmettre les données du système d'alimentation au SGB. En outre, de nombreux dispositifs et systèmes externes tels que SCADA et API sont intégrés aux automates de groupes électrogènes via une interface Ethernet.

Aspects particuliers de la location d'électricité et des installations militaires

Les applications d'alimentation portables, telles que la location d'électricité pour les événements et les installations militaires, nécessitent que les groupes électrogènes soient fréquemment déplacés d'un site à l'autre. Ces applications exigent que plusieurs machines puissent être installées et déconnectées rapidement et facilement. Dans de telles opérations, il est courant que les opérateurs choisissent au hasard un groupe électrogène de leur inventaire et l'installent dans un parc existant de groupes électrogènes en service. L'installation doit être prête à l'emploi. Pour ce faire, les paramètres de communication ne peuvent pas être statiques. Pour résoudre ce problème, la configuration automatique des adresses de protocole Internet (IP), des masques de sous-réseau et des passerelles par défaut a été mise en œuvre dans des automates avancés de groupes électrogènes et de gestion de l'énergie. La configuration automatique de plusieurs automates peut être réalisée à l'aide d'un serveur DHCP, ou les automates peuvent obtenir des adresses IP dans une plage désignée si aucun serveur DHCP n'est disponible. Cette fonction fait gagner du temps et augmente la facilité de configuration pour les grands parcs de groupes électrogènes.

En conclusion, le fonctionnement fiable des groupes électrogènes sur les sites essentiels est la clé de la continuité des activités. Pas d'électricité, pas d'activité ! Un aspect vital du fonctionnement des groupes électrogènes modernes est un réseau de communication solide, sans lequel le système d'alimentation sur site ne fonctionnera pas comme il le devrait. Le type d'infrastructure de communication utilisé, les vitesses de transmission des données, la topologie du réseau et la facilité de configuration sont des facteurs clés qui déterminent la fiabilité du réseau. Outre la disponibilité de l'électricité quand celle-ci est nécessaire, un réseau de communication entre alternateurs présente des avantages supplémentaires, tels que la gestion intelligente des alternateurs, la gestion des charges, le contrôle du système et la communication avec des systèmes externes.

Les réseaux Ethernet peuvent transporter des données à des vitesses beaucoup plus élevées que le bus CAN, jusqu'à 100 Mb/s.

Pour en savoir plus, visitez <https://www.basler.com/Product/DGC-2020HD-Digital-Genset-Controller> et téléchargez la notice d'application : Amélioration de la fiabilité de l'alimentation sur site grâce à des communications Ethernet redondantes.

Pour en savoir plus, veuillez envoyer un e-mail à usatechsupport@basler.com ou appelez le 618.654.2341 pour discuter avec un représentant de Basler.

Références

[1] M. Gallucci, "Rebuilding Puerto Rico's Power Grid: The Inside Story," IEEE Spectrum, p. 1, 2018.

[2] R. D. a. E. Prasad, "Diesel Generator Market," Allied Market Research, 2020.

[3] M. Rycroft, "Parallel operation of standby and primary generator sets," EE Publishers, p. 1, 12 juin 2017.

[4] O. I. O. O. M. J. Zhang, "Solving the fair electric load shedding problem in developing," Autonomous Agents and Multi Agent Systems, 2019.

À propos de l'auteur :

Denny Raymond est Ingénieur d'application senior chez Basler Electric et possède plus de 15 ans d'expérience dans les systèmes d'alimentation. Denny fournit des solutions de contrôle et de régulation de tension pour les systèmes de groupes électrogènes.



12570 Route 143 • Highland, Illinois 62249-1074 USA
Tel +1 618.654.2341
email: info@basler.com

No. 59 Heshun Road Loufeng District (N),
Suzhou Industrial Park, 215122, Suzhou,
P.R.China
Tel +86.512.8227.2888
e-mail: chinainfo@basler.com

