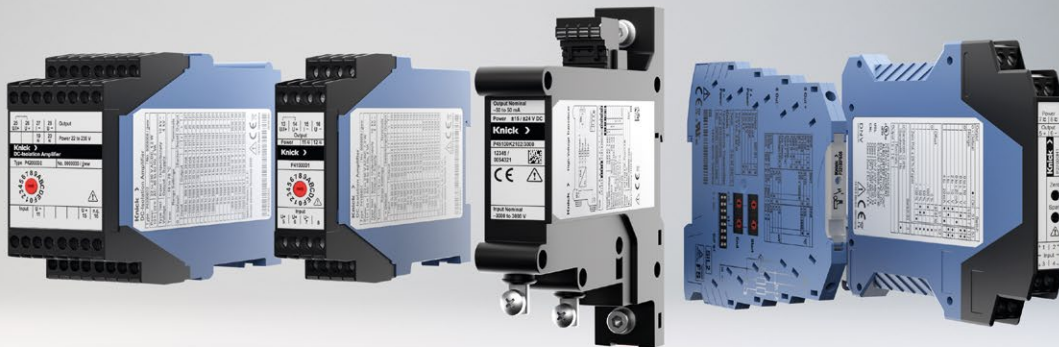


Technologie de mesure et de contrôle fiable dans les environnements à haute tension Applications dans le secteur énergétique



**THE ART
OF MEASURING**

Quand la précision rencontre la stabilité à long terme : avec les amplificateurs séparateurs haute tension et les convertisseurs de mesure de Knick, vous faites le choix de la sécurité, même pour les applications les plus exigeantes de production, de transfert, de distribution ou de stockage d'énergie.

> Pourquoi choisir Knick ?

Depuis plus de 80 ans, Knick développe des solutions pour mesurer le courant, la tension, la température et le régime. Les amplificateurs séparateurs et les convertisseurs de mesure de Knick fournissent les signaux nécessaires aux process en aval, sans perturbation et avec une grande précision.

Fort de dizaines d'années d'expérience dans les domaines du traitement de signaux analogiques, de la sécurité fonctionnelle ainsi que de la compatibilité électromagnétique (CEM), la société Knick pose les bases permettant d'obtenir des systèmes sûrs et fiables – à tous les niveaux de l'infrastructure énergétique.



Contenu

Technologie de mesure et de régulation électrique de Knick
Page 4

De l'énergie nucléaire à l'hydrogène vert
Page 5

Production d'énergie

Mesure du courant et de la tension pour les générateurs synchrones
Page 6 – 7

Mesure de la température dans les circuits d'eau et de vapeur des centrales nucléaires
Page 8 – 9

Surveillance du courant et de la tension dans les installations photovoltaïques
Page 10 – 11

Surveillance des données de puissance des éoliennes
Page 12 – 13

Mesure de la température dans les générateurs d'éoliennes
Page 14 – 15

Distribution et transfert d'énergie

Détection des courants de défaut dans les sous-stations de traction CC du secteur ferroviaire
Page 16 – 17

Stabilisation de la tension dans le réseau d'alimentation
Page 18 – 19

Surveillance et régulation dans les installations de transmission à courant continu haute tension
Page 20 – 21

Stockage de l'énergie

Surveillance de la tension dans les électrolyseurs et les piles à combustible
Page 22 – 23

Surveillance des grands systèmes de stockage par batterie
Page 24 – 25

Aperçu des produits et domaines d'application adaptés
Page 26

Knick – technologie de mesure et de régulation électrique

Développée et fabriquée en Allemagne

Depuis plus de 80 ans, Knick compte parmi les leaders dans la fabrication d'appareils de mesure électroniques. Les amplificateurs séparateurs haute tension et universels de cette entreprise sise à Berlin sont utilisés dans le monde entier dans des secteurs aussi divers et variés que l'industrie ferroviaire, l'électronique de puissance et les moteurs à haute tension.

En 1945 déjà, l'ingénieur Ulrich Knick inventait le premier amplificateur de tension continue à point zéro constant au monde, une nouveauté absolue pour l'époque. Depuis, Knick développe, fabrique et distribue des appareils de mesure électroniques de qualité supérieure.

Les amplificateurs séparateurs haute tension de la marque Knick se caractérisent par une précision de mesure stable à long terme ainsi que par une fiabilité exceptionnelle des mesures du courant et de la tension, et ce, avec des exigences extrêmement élevées posées à l'isolation pouvant aller jusqu'à 4 800 V CA/CC en tension continue.

Les convertisseurs de mesure et multiplicateurs de signaux assurent par défaut l'isolation galvanique des 3 ports des circuits d'entrée, de sortie et d'alimentation. Cette isolation à 3 ports offre une protection fiable contre les erreurs de mesure dues aux boucles de terre et à la propagation de tensions parasites. Les circuits électriques d'entrée et de sortie peuvent être reliés à un potentiel au choix en tenant compte de la tension de service admissible.

Cela différencie Knick de nombreux autres fabricants dont les convertisseurs de mesure émettent un signal de sortie qui n'est pas isolé galvaniquement de l'alimentation. Knick intègre ces fonctions et caractéristiques au sein d'un large portefeuille de produits, mais est également à même de développer des solutions personnalisées qui répondent aux exigences spécifiques de l'application d'un client.

Précision et fiabilité – Made in Germany



Esprit pionnier

Une nouvelle référence en matière de savoir-faire et de technique – c'est notre motivation, hier comme aujourd'hui.



Performance

Des solutions optimales pour des conditions exigeantes – les défis nous donnent des ailes.



Précision

Technique avancée et vérification méticuleuse – nous revendiquons la précision.



Qualité haut de gamme

Des matériaux et une fiabilité de qualité supérieure – une offre constituée d'excellents produits.

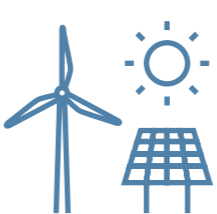
De l'énergie nucléaire à l'hydrogène vert

Une technologie d'interface adaptée à une infrastructure énergétique moderne

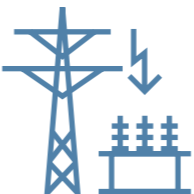
Les systèmes énergétiques connaissent une transformation profonde dans le monde entier. Le développement des énergies renouvelables se poursuit sans relâche et diminue la dépendance vis-à-vis des vecteurs énergétiques fossiles. Ce processus de transformation impose de nouvelles exigences relatives à la flexibilité, à la stabilité et à la structure de nos réseaux d'alimentation, ainsi qu'à la surveillance et à la commande des instruments de mesure utilisés.



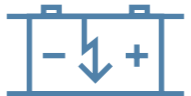
Production d'énergie conventionnelle



Énergies renouvelables



Transfert et distribution d'énergie

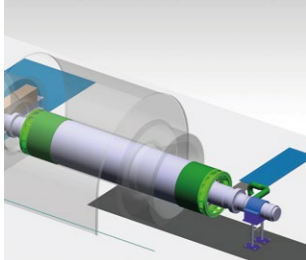


Stockage de l'énergie

Comment réussir à transformer avec succès l'alimentation énergétique mondiale pour atteindre une « All Electric Society », un monde où règne la neutralité carbone ? Les instruments de mesure choisis pour les applications jouent ici un rôle clé : ils ne doivent pas seulement être très précis, mais aussi robustes et stables à long terme. La transmission des valeurs mesurées avec une isolation galvanique permet de plus d'assurer la protection des personnes et des installations. Enfin, une mise à disposition quasiment sans délai et sans perturbation des signaux est cruciale pour l'efficacité et la qualité de régulation de nombreux processus.

Les amplificateurs séparateurs haute tension et les convertisseurs de mesure de Knick ont fait leurs preuves depuis des décennies au sein d'applications visant à la production, au transfert, à la distribution et au stockage d'énergie. Nos produits de technologie d'interface couvrent un éventail d'applications impressionnant : la mesure du courant et de la tension dans les générateurs synchrones, la surveillance de grands systèmes de stockage par batterie ou celle des données de puissance des éoliennes ne représentent qu'une infime partie des applications dans lesquelles les produits de Knick présentés dans les pages suivantes démontrent leur polyvalence efficacement :

THE ART OF MEASURING



Mesure du courant et de la tension pour les générateurs synchrones

Transmission précise des valeurs mesurées dans les systèmes d'excitation

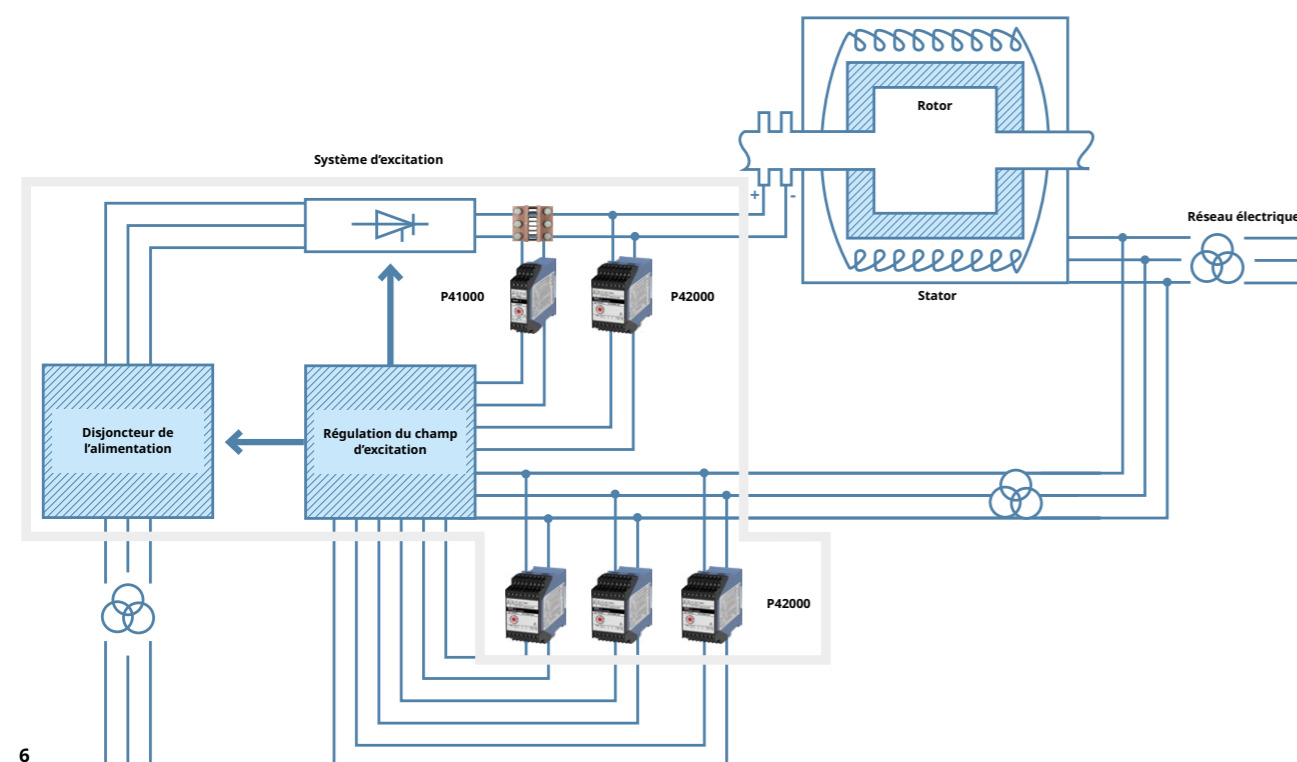
Les centrales thermiques et hydroélectriques contribuent significativement à satisfaire les énormes besoins énergétiques du monde entier. Un des composants essentiels de ces installations est le générateur synchrone qui assure la stabilité de nos réseaux électriques.

Sa tâche n'est pas facile, étant donné que les variations de fréquence et de tension qui apparaissent dans le réseau requièrent des systèmes d'excitation dynamiques du côté du générateur, qui doivent réagir immédiatement aux variations de puissance. En cas d'échec, il en résulte des risques considérables pour l'exploitation de la centrale électrique allant de graves dommages au niveau des générateurs jusqu'à la panne complète de l'installation.

Exigences élevées posées aux systèmes d'excitation actuels

Dans les machines synchrones, les systèmes d'excitation accomplissent des tâches exigeantes pour, d'une part, optimiser la puissance du générateur et, d'autre part, éviter les dommages et les pannes : ils alimentent les enroulements rotoriques des générateurs modernes avec jusqu'à 10 000 A. En raison de la force de ces courants, les systèmes d'excitation nécessitent une isolation suffisante conforme à la norme IEEE 421. De plus, ils présentent une dynamique de régulation élevée, pour pouvoir compenser très rapidement les brusques changements de charge en activant et en désactivant des consommateurs importants.

Afin de réussir à commander la machine synchrone de manière précise et réactive, les systèmes d'excitation surveillent en outre toutes les grandeurs pertinentes, telles que les courants d'excitation et les tensions aux bornes du générateur.

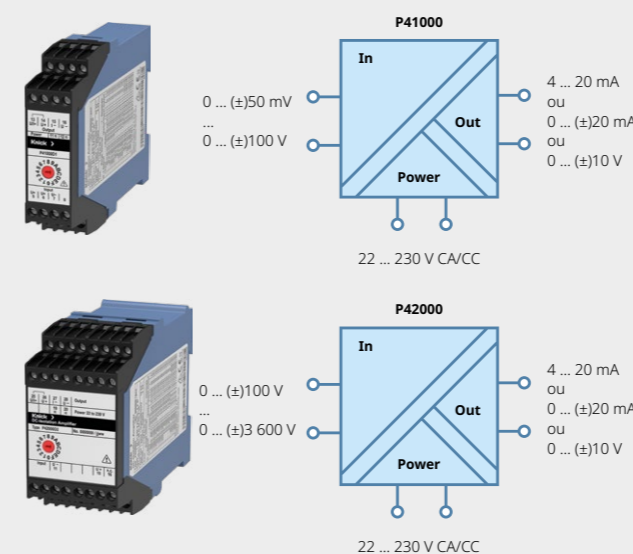


Solutions stables à long terme pour produire du courant sans interruption

Pour surveiller les courants d'excitation, il convient d'utiliser les convertisseurs de mesure de la série P41000. La mesure du courant est ici effectuée par le biais de la chute de tension au niveau de la résistance shunt, dont les câbles sont en permanence contrôlés pour détecter des ruptures de fil éventuelles. Une erreur de gain $< 0,1 \%$ de la valeur mesurée ainsi qu'un temps de réponse $T_{90} < 110 \mu s$ assurent une transmission précise et quasiment sans délai du signal normalisé sortant. Cela permet à la régulation du champ d'excitation de réagir rapidement aux éventuelles variations de charge et de commander le générateur de manière optimale.

La tension aux bornes du générateur est mesurée par des convertisseurs haute tension de la série P42000. L'amplificateur séparateur détermine la tension de sortie du générateur puis transmet, sans distorsion, un signal normalisé au système de régulation – avec une erreur de gain $< 0,3 \%$ ainsi qu'un temps de réponse $T_{90} < 110 \mu s$. La régulation du champ d'excitation est ainsi capable de corriger les erreurs de mesure au moyen de la tension des enroulements rotoriques et de maintenir la tension de sortie de la machine synchrone à un niveau constant.

5 Garantie ans



Pourquoi choisir Knick ?

Les convertisseurs haute tension de la gamme P40000 ont fait leurs preuves depuis de nombreuses années dans le domaine de la mesure du courant et de la tension. Leur isolation de base résiste à des tensions continues allant jusqu'à 3 600 V CC ainsi qu'à des surtensions transitoires allant jusqu'à 20 000 V. De plus, ils permettent des mesures précises jusqu'à 20 000 A. Cette famille de produits jouit d'un MTBF exceptionnellement élevé de 2 700 ans – sur la base de données recueillies de manière indépendante sur le terrain. En plus de leurs excellentes caractéristiques techniques, les P41000 et P42000 peuvent être montés sur des rails DIN de 35 mm, et sont extrêmement compacts grâce à leur faible largeur respective de 22,5 mm et de 45 mm.

Points forts des produits P41000 et P42000

- Mesure précise des tensions continues jusqu'à 3 600 V CC et des courants jusqu'à 20 000 A
- Surveillance shunt permanente pour détecter toute rupture de fil (avec P41000)
- MTBF extraordinairement élevé de 2 700 ans, sur la base de données recueillies sur le terrain
- Transmission des signaux sans distorsion grâce à des fréquences de coupure élevées
- Très faible erreur de gain $< 0,1 \%$ de la valeur mesurée (courant) et $< 0,3 \%$ de la valeur mesurée (tension)



Mesure de la température dans les circuits d'eau et de vapeur des centrales nucléaires

Amplificateurs séparateurs homologués pour le nucléaire, destinés aux circuits de mesure, de commande et de régulation relatifs à la sécurité

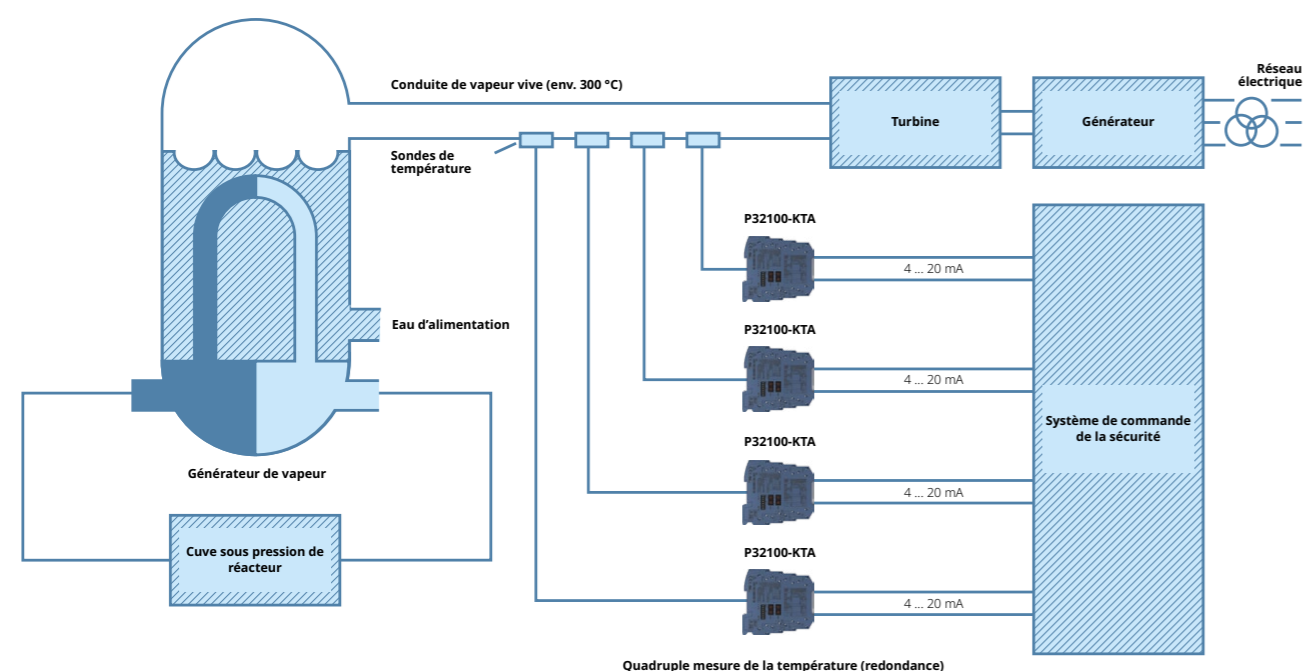
Les centrales nucléaires peuvent contribuer considérablement à la réalisation des objectifs climatiques car elles sont capables de produire de l'énergie électrique de manière fiable. Pour qu'une installation fonctionne efficacement et en toute sécurité, il est nécessaire de surveiller constamment ses paramètres critiques tels que la température.

Leurs variations peuvent avoir un impact négatif sur la performance voire, dans les cas les plus graves, présenter un risque pour la sécurité. Par conséquent, les exploitants de centrales nucléaires imposent des exigences maximales aux convertisseurs de mesure utilisés pour la surveillance de la température.

La sécurité est la priorité absolue

Dans une centrale nucléaire, les températures sont surveillées sur de nombreux points de mesure. Pour renforcer la fiabilité des mesures, les exploitants d'installations misent ici sur le principe de redondance.

L'utilisation de plusieurs sondes et convertisseurs de mesure vise à détecter automatiquement des mesures erronées ainsi que les défaillances des appareils. Par conséquent, les situations critiques en termes de sécurité peuvent non seulement être identifiées, mais aussi immédiatement évitées.



Des solutions fiables depuis plus de 50 ans

Les convertisseurs de mesure de la série P32100-KTA offrent depuis de nombreuses années une solution fiable et flexible pour mesurer la température au sein des centrales nucléaires. Ils satisfont aux exigences et normes du comité allemand sur les techniques nucléaires (KTA), sont certifiés conformes à la norme KTA 3503 et répondent aux prescriptions relatives à la sécurité fonctionnelle selon la norme CEI 61508 grâce à leur conception matérielle et logicielle spécifique.

Dotés de possibilités de connexion pour tous les thermocouples et thermomètres à résistance courants, les P32100-KTA peuvent être utilisés de manière flexible, par exemple pour la surveillance de la température du circuit secondaire. La valeur mesurée par la sonde est traduite en un signal normalisé puis transférée avec une isolation galvanique au système de contrôle de la sécurité. Ce système peut alors même réagir aux plus petits écarts de température et prendre les contre-mesures adaptées.

Pourquoi choisir Knick ?

Depuis plus de 50 ans, Knick fournit des convertisseurs de mesure et des amplificateurs séparateurs sûrs pour les installations nucléaires. En plus des convertisseurs de température, la gamme inclut des amplificateurs séparateurs standard et universels, des multiplicateurs de signaux ainsi que des convertisseurs de mesure CA et CC, qui ont été homologués par des essais de type selon les normes KTA 3503 ou KTA 3505 pour l'utilisation dans des circuits de mesure, de commande et de régulation relatifs à la sécurité dans les centrales nucléaires. Knick applique un système de gestion de la qualité conforme à la norme ISO 9001 ainsi qu'aux normes KTA 1401 et ISO 19443 pour les applications dans le domaine de l'énergie nucléaire.

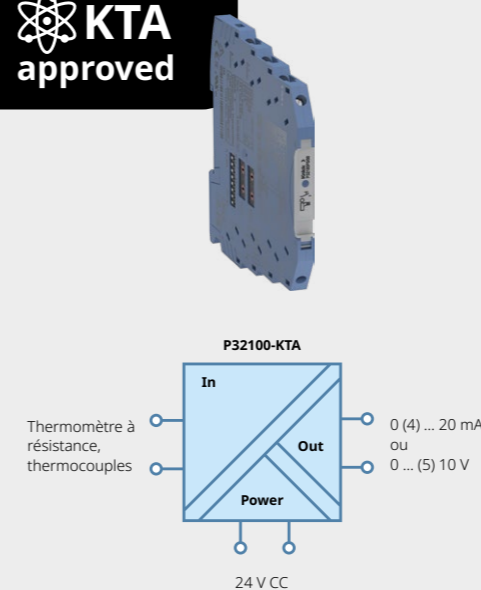
5 Garantie ans

KTA approved



Points forts du produit P32100-KTA

- Convertisseur de température reconnu et homologué par essai de type pour les applications nucléaires
- Utilisation flexible avec tous les thermocouples et thermomètres à résistance courants
- Respect des exigences requises pour l'utilisation dans des circuits de mesure, de commande et de régulation relatifs à la sécurité des installations nucléaires
- Certification selon EN 61508 pour SIL 2 et SIL 3 en fonctionnement redondant
- Paramétrage guidé par menu via interface IrDA
- Encombrement minimal dans l'armoire de commande (boîtier modulaire de seulement 6 mm de large)





Surveillance du courant et de la tension dans les installations photovoltaïques

Réduction du nombre de postes de mesure décentralisés dans les parcs solaires

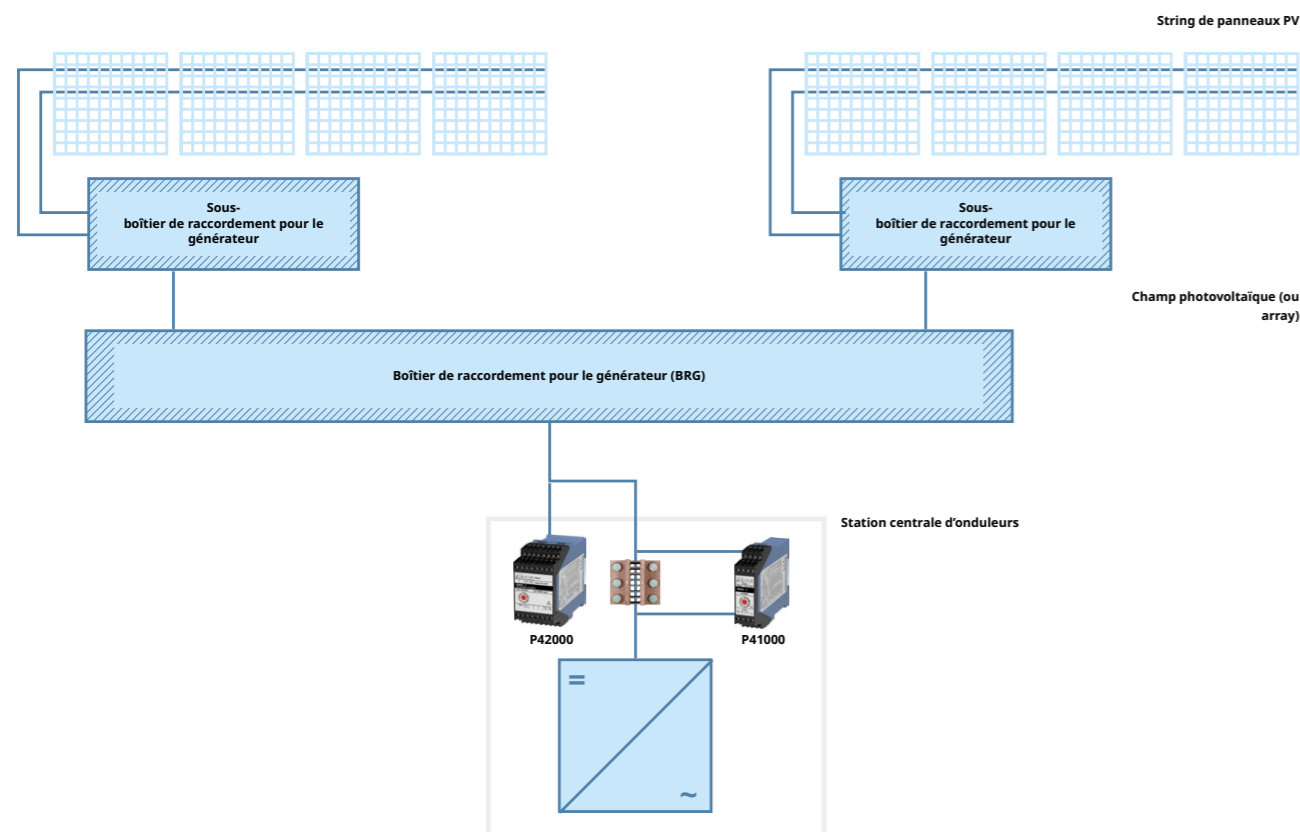
Les parcs solaires constituent un élément essentiel de la transition énergétique mondiale. Leur développement se poursuit donc sans relâche. Les exploitants d'installations accordent alors la priorité à l'efficacité de leur parc solaire : ils souhaitent de meilleures performances et une plus grande efficacité à moindres coûts.

Il semble donc logique de vouloir faire passer la tension du système de 1 000 V CC à 1 500 V CC. Sur le plan économique et technique de sécurité, les exploitants peuvent notamment profiter de l'utilisation d'instruments haut de gamme pour mesurer les hautes tensions dans les stations d'onduleurs.

L'onduleur : la pièce maîtresse de toute installation photovoltaïque

Les onduleurs sont un composant central de tout parc solaire. Ils transforment le courant continu des panneaux PV en courant alternatif et l'injectent ensuite dans notre réseau électrique. De plus, les onduleurs surveillent des paramètres essentiels de l'installation, tels que les tensions, les courants et les puissances.

En effet, ces données sont entre autres indispensables au Maximum Power Point Tracking – ou MPPT en bref – une procédure qui permet d'optimiser la performance des différentes cellules solaires. Les convertisseurs de mesure utilisés dans des stations d'onduleurs détectent également les pertes de puissance liées à des ruptures de câble ainsi que d'autres perturbations.



Réduction du nombre de postes de mesure décentralisés

Lorsque les exploitants d'installations ont recours à des convertisseurs haute tension précis au sein de leurs stations d'onduleurs, il est souvent possible de centraliser la surveillance. Cela permet d'économiser des coûts et de réduire le nombre de postes de mesure installés jusqu'à présent sur chaque string – à savoir une rangée de panneaux PV raccordés en série.

Les convertisseurs de mesure de la série P41000 surveillent les courants avec une erreur de gain < 0,1 % ainsi qu'un temps de réponse $T_{90} < 110 \mu s$, et transmettent quasiment sans délai la valeur mesurée à l'onduleur sous forme de signal normalisé. Il en résulte une mesure exacte du courant total, qui permet aux exploitants d'installations d'identifier rapidement des écarts minimes et de localiser facilement la cause de la perturbation dans le champ PV.

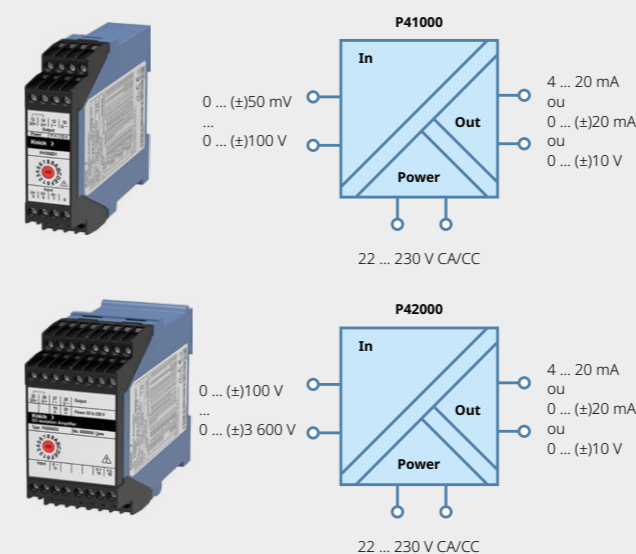
Les convertisseurs de mesure de la série P42000 ont fait leurs preuves dans le domaine de la surveillance de la tension (du string).

Pourquoi choisir Knick ?

Les convertisseurs haute tension de la gamme P40000 ont déjà démontré leur fiabilité au niveau de la surveillance du courant et de la tension dans les parcs solaires. Leur isolation renforcée jusqu'à 1 800 V est parfaitement adaptée aux installations PV avec des tensions système de 1 500 V et garantit la sécurité du personnel ainsi que la protection des systèmes de régulation et d'analyse en aval. De plus, cette famille de produits présente un MTBF exceptionnellement élevé de 2 700 ans – sur la base de nos données recueillies sur le terrain.

En raison de leur faible erreur de gain < 0,3 % et de leur temps de réponse $T_{90} < 110 \mu s$, les P42000 garantissent des valeurs mesurées précises qui permettent de détecter immédiatement les pertes de puissance et les risques potentiels tels que les surcharges et courts-circuits.

5 Garantie ans



Points forts des produits P41000 et P42000

- Réduction du nombre de postes de mesure décentralisés grâce à des mesures centralisées très précises du courant et de la tension
- Très faible erreur de gain < 0,1 % de la valeur mesurée (courant) et < 0,3 % de la valeur mesurée (tension)
- Séparation de protection grâce à l'isolation renforcée jusqu'à 1 800 V CA/CC
- Résistance à des températures ambiantes de service de -10 à +70 °C
- MTBF extraordinairement élevé de 2 700 ans, sur la base de données sur le terrain



Surveillance des données de puissance des éoliennes

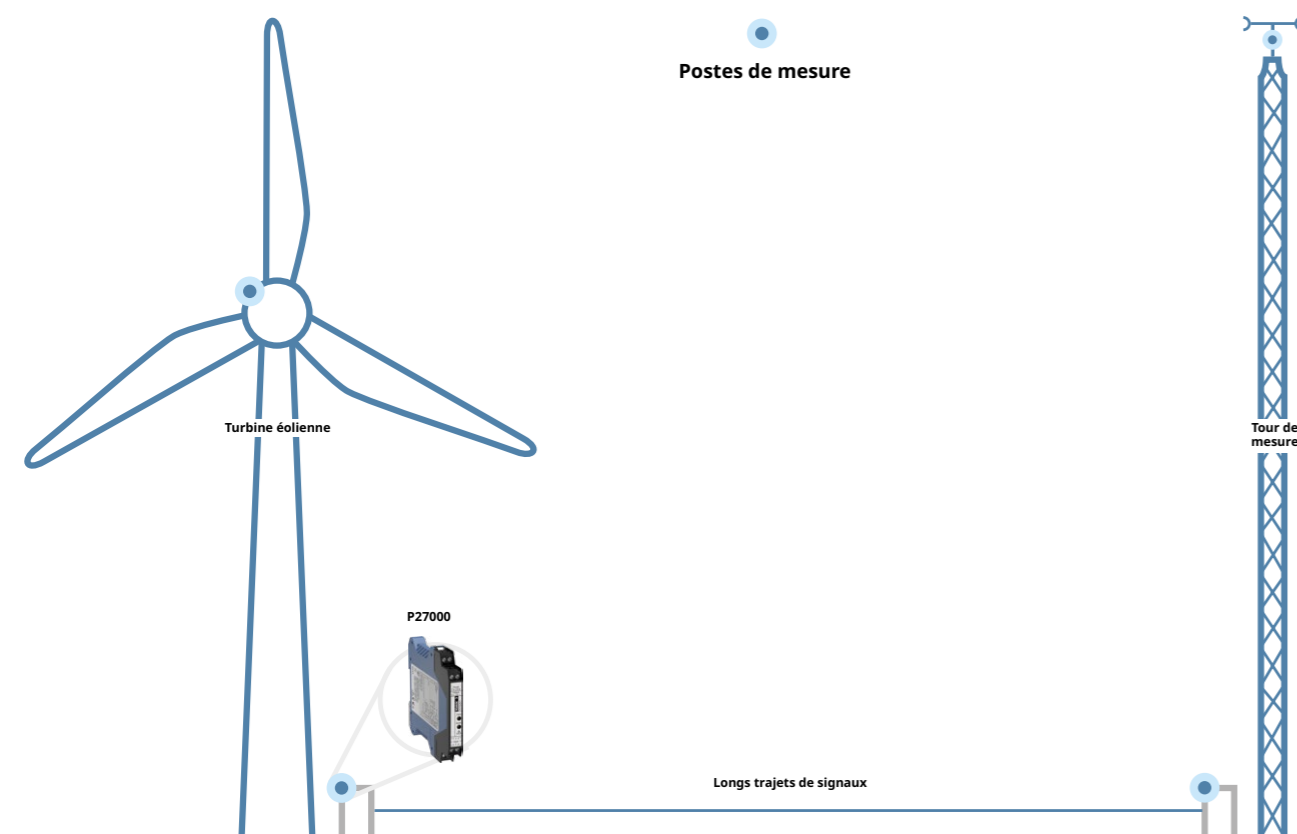
Transmission des valeurs mesurées sans potentiel sur de grandes distances

Les données de puissance des éoliennes constituent la base d'une évaluation fiable de leur efficacité. Afin de pouvoir catégoriser ces données de manière pertinente, elles sont comparées aux valeurs mesurées par une tour de mesure érigée à proximité, qui sert de référence indépendante.

La preuve de l'efficacité d'une éolienne est établie sur une longue période, il s'agit d'une tâche ardue pour les instruments de mesure utilisés, qui profitent ici grandement d'une forte robustesse et d'une stabilité à long terme.

Difficile sur le plan technique : la transmission des données entre l'éolienne et la tour de mesure

Les valeurs mesurées avec succès sont souvent transférées sur des distances de plusieurs centaines de mètres entre l'éolienne et la tour de mesure. La transmission des signaux sur de grandes distances pose plusieurs défis liés par exemple à des potentiels de terre différents ou à l'apparition de surtensions. Cela peut perturber voire endommager les instruments de mesure et donc avoir un impact négatif sur l'évaluation de l'éolienne.



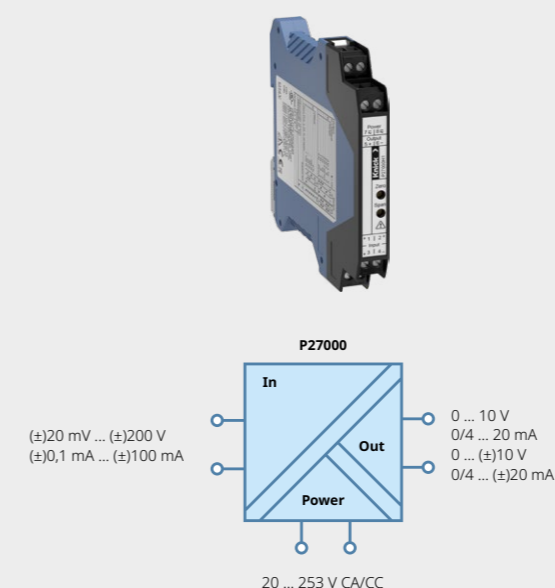
Voilà pourquoi ces mesures sont effectuées avec des amplificateurs séparateurs présentant un faible taux d'arrêt et assurant une isolation galvanique entre la source du signal et l'unité d'évaluation. Les signaux unipolaires et bipolaires des différents systèmes – tels qu'un enregistreur de données ou SCADA – sont également transformés en signaux normalisés uniformes en vue de leur traitement ultérieur.

Robustesse, stabilité à long terme et utilisation universelle : la série P27000

Les amplificateurs séparateurs universels de la série P27000 ont fait leurs preuves en tant que solution optimale pour la surveillance des données de puissance. Avec un temps moyen entre pannes (MTBF) de 3 941 ans – sur la base de données sur le terrain – cette série affiche une grande disponibilité et minimise le risque d'interruptions coûteuses pour les séries de mesures couvrant de longues périodes.

Grâce à une erreur de gain < 0,08 % et à un coefficient de température < 0,005 %/K de la valeur finale de la plage de mesure, les P27000 fournissent des résultats de mesure précis, même en cas de variations importantes de la température ambiante.

5 Garantie ans



Pourquoi choisir Knick ?

Avec 480 plages de mesure commutables calibrées et un bloc d'alimentation à plage élargie pour toutes les tensions d'alimentation courantes, le P27000 est le « multimètre » parmi les amplificateurs séparateurs. Cette série garantit une transmission quasiment parfaite et sans délai des signaux grâce à une erreur de gain < 0,08 % et un temps de stabilisation T_{90} de 70 μ s (en cas de réglage d'une fréquence de coupure de 10 kHz). De plus, ces amplificateurs séparateurs disposent de bornes à vis enfichables pour un montage facile et rapide ainsi que d'un type de boîtier compact.

Points forts du produit P27000

- Vaste éventail d'applications avec jusqu'à 480 plages d'entrée/de sortie commutables calibrées
- Coefficient de température < 0,005 %/K de la valeur finale de la plage de mesure
- Qualité de transmission élevée et constante
- Pas de réajustement nécessaire
- Densité d'intégration élevée grâce à la faible puissance dissipée
- Très faible erreur de gain < 0,08 %



Mesure de la température dans les générateurs d'éoliennes

Des convertisseurs de température hautement isolés protègent contre les défauts d'isolation

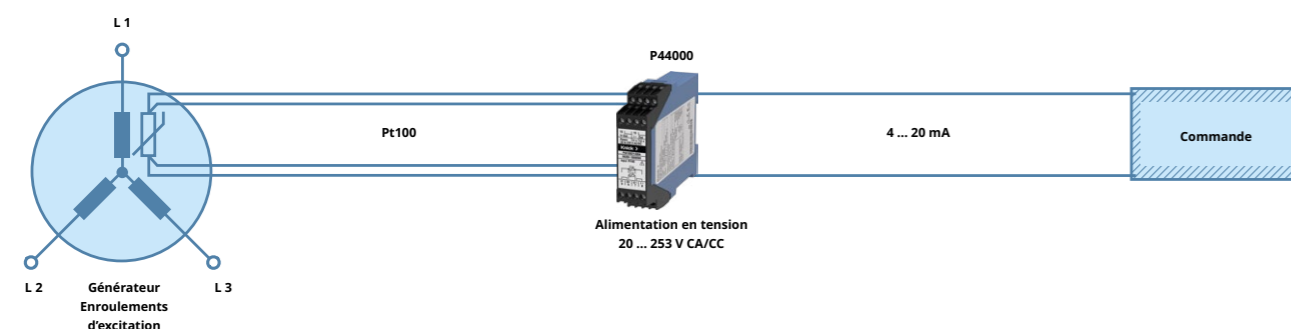
La surveillance continue de la température dans les générateurs d'éoliennes est décisive pour réguler précisément l'installation éolienne. En effet, le niveau élevé d'efficacité souhaité exige une gestion fiable de la température avec notamment la capacité de contrecarrer rapidement une surcharge thermique.

Si une sonde de température du générateur présente un défaut d'isolation, cela est susceptible d'endommager la commande. À la suite de quoi le calage variable des pales du rotor risquerait de tomber en panne, ce qui pourrait provoquer la destruction complète de l'éolienne. Les exploitants d'éoliennes ont donc tout intérêt à utiliser des instruments de mesure robustes et hautement isolés, qui protègent la commande de manière fiable et évitent ainsi des dommages consécutifs.

Les défauts d'isolation : un risque coûteux

Dans les systèmes à entraînement direct, où la nacelle de l'éolienne fait office de stator et où le rotor repose directement sur l'arbre du rotor, la surveillance de la température a lieu directement dans les épanouissements polaires du rotor. Des thermomètres à résistance y sont insérés dans des encoches pour effectuer la mesure. Étant donné que des effets d'usure peuvent apparaître même sur des isolations réalisées avec soin, il existe un risque que les thermomètres à résistance à encoches ou les câbles d'alimentation entrent en contact avec le potentiel élevé d'une phase et mettent en danger les systèmes de commande en aval.

Une bonne isolation des convertisseurs de mesure utilisés constitue donc une condition indispensable pour éviter une surcharge thermique du générateur.



Très isolants, résistants aux vibrations et au froid

Les convertisseurs de température de la série P44000 ont déjà démontré leur robustesse dans d'innombrables applications de par le monde. Ils ont été conçus pour des tensions de service continues allant jusqu'à 6,6 kV CC et convertissent les signaux des thermomètres à résistance à encoches Pt100 en signaux normalisés, et ce, avec une très faible erreur de mesure qui atteint typiquement $\pm 0,5$ K. Cela permet une commande précise et stable à long terme de l'éolienne.

De plus, la coulée sous vide ainsi que la grande résistance aux vibrations et aux chocs des convertisseurs de mesure assurent la stabilité mécanique nécessaire à leur positionnement sur la partie rotative du générateur.

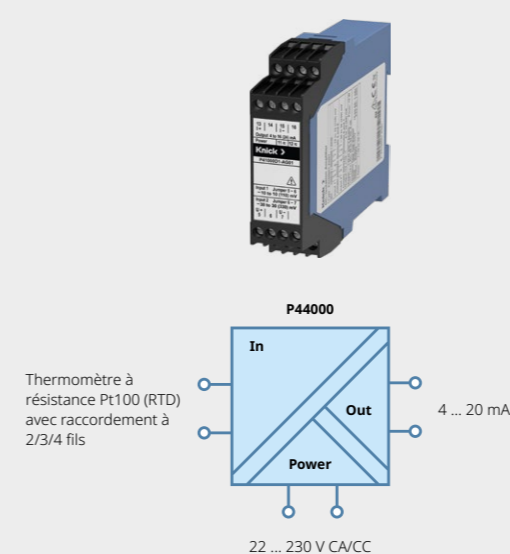
Pourquoi choisir Knick ?

Là où les convertisseurs de température habituels ne peuvent pas être utilisés en raison d'une isolation insuffisante, on a recours dans le monde entier aux convertisseurs de mesure Pt100 de la série P44000. Knick est capable de développer des solutions spécifiques aux besoins des clients, qui peuvent sans problème résister à des températures ambiantes de -40 °C à $+85$ °C comme c'est le cas pour les éoliennes et restent fonctionnelles malgré ces conditions extrêmes.

5 Garantie
ans

Points forts du produit P44000

- Isolation de base inégalée pour des tensions de service allant jusqu'à 6,6 kV CA
- Caractéristiques d'isolation durables grâce à la coulée sous vide
- Résistance aux vibrations et aux chocs selon CEI 61373
- Adapté aux températures ambiantes de -40 °C à $+85$ °C
- Erreur de mesure très faible, typiquement $\pm 0,5$ K





Détection des courants de défaut dans les sous-stations de traction CC du secteur ferroviaire

Amplificateurs séparateurs haute tension optimisés pour détecter les montées rapides de courant

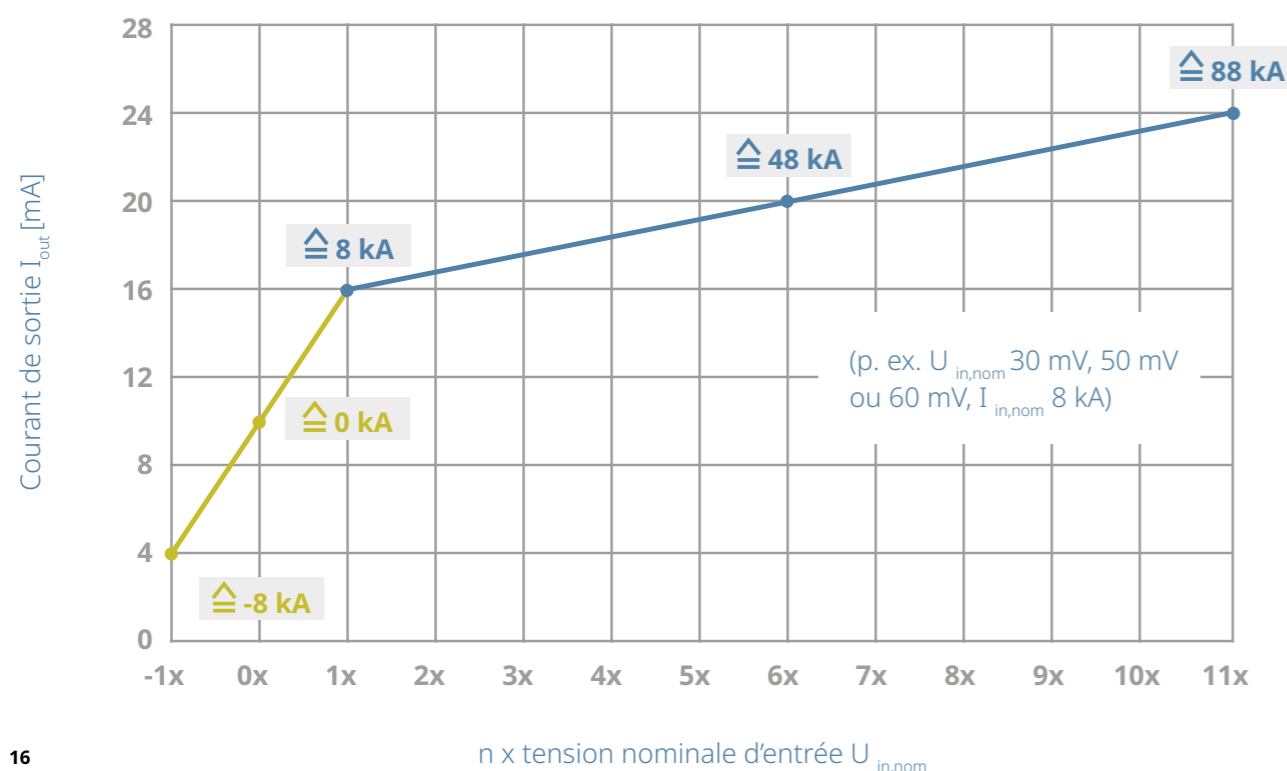
Dans les sous-stations de traction CC, les dispositifs de protection jouent un rôle central pour assurer la sécurité opérationnelle de l'alimentation en courant ferroviaire. Ils différencient de manière fiable les courants de démarrage élevés du matériel roulant ferroviaire et les états d'erreur liés à des courts-circuits. Afin de pouvoir réagir de manière ciblée et rapide dans les situations critiques en termes de sécurité, il est indispensable d'utiliser des instruments de mesure précis.

Les amplificateurs séparateurs jouent ici un rôle clé : ils doivent distinguer clairement les courants et les erreurs ainsi qu'assurer une transmission sans distorsion des signaux, même en cas d'augmentations rapides du courant.

La détection rapide des erreurs : un facteur indispensable pour la sécurité ferroviaire

En cas de court-circuit ou de formation d'un arc électrique, les disjoncteurs des sous-stations de traction CC doivent réagir aussitôt et séparer les sections concernées du réseau du reste de l'alimentation en courant ferroviaire de manière fiable et rapide. C'est le seul moyen d'éviter les surcharges thermiques voire les incendies.

Les amplificateurs séparateurs haute tension se révèlent décisifs pour assurer la disponibilité des installations et la sécurité du fonctionnement régulier : ils surveillent non seulement la tension du fil de contact, mais aussi le niveau de courant injecté ainsi que sa vitesse de montée, et garantissent une transmission sans distorsion des signaux, même dans des conditions de service très exigeantes.



Deux en un : amplification adaptative pour la mesure du courant nominal et de la surintensité

Les amplificateurs séparateurs haute tension de la série P41000 ont fait leurs preuves depuis des années dans les systèmes d'alimentation en courant ferroviaire du monde entier. Le modèle P41000 AG (Adaptive Gain) est à même de mesurer les surintensités, en plus des courants de traction normaux. Cette mesure est toujours réalisée en combinaison avec une résistance shunt. Les amplificateurs séparateurs détectent avec une précision suffisante des courants de court-circuit allant jusqu'à 11 fois le courant nominal.

La courbe caractéristique de transmission représentée dans le graphique illustre les deux plages d'amplification distinctes de l'amplificateur séparateur haute tension – d'une part pour le fonctionnement régulier, d'autre part pour les cas de surcharge. Ces fonctions combinées évitent au client d'utiliser des amplificateurs séparateurs supplémentaires et d'autres canaux de mesure dans les appareils de protection en aval qui seraient sinon requis pour détecter les surintensités. De plus, les P41000 AG apportent une énorme valeur ajoutée en ce qui concerne la maintenance conditionnelle des dispositifs de protection puisque la mesure de la surintensité peut normalement être réalisée jusqu'à la désactivation.

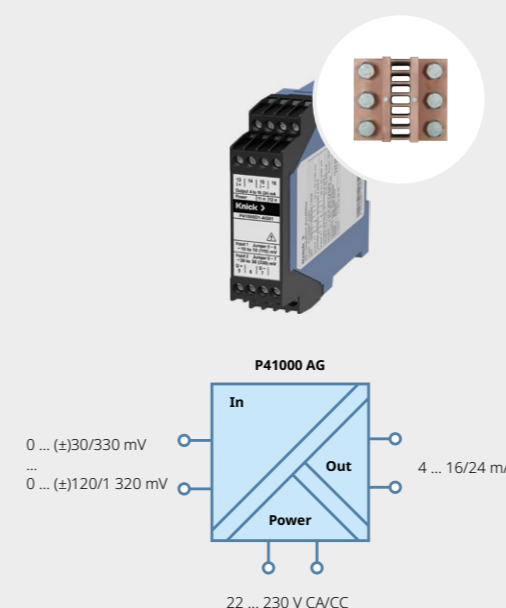
Pourquoi choisir Knick ?

Que ce soit pour la mesure du courant dans des sous-stations de traction CC ou dans des bancs d'essai électriques de l'industrie automobile, les amplificateurs séparateurs haute tension de la série P41000 AG sont parfaitement adaptés aux mesures du courant et de la surintensité. Ils ont fait leurs preuves depuis de nombreuses années dans des milliers de systèmes d'alimentation en courant ferroviaire et se distinguent par leur précision élevée et leur grande fiabilité. Avec une forte réjection de mode commun, une erreur de gain $< 0,1 \%$ ainsi qu'une fréquence de coupure de 5 kHz, les P41000 AG assurent à tout moment une transmission exceptionnellement précise et stable des signaux.

5 Garantie ans

Points forts du P41000 AG

- Optimisation de la mesure du courant dans les sous-stations de traction CC
- Mesure combinée des courants de traction en fonctionnement régulier et des surintensités allant jusqu'à 11 fois le courant nominal
- Mesures stables sans perturbations indésirables grâce à la forte réjection de mode commun
- Transmission sans distorsion des signaux en cas de montées rapides du courant
- Surveillance shunt permanente pour détecter toute rupture de fil





Stabilisation de la tension dans le réseau d'alimentation

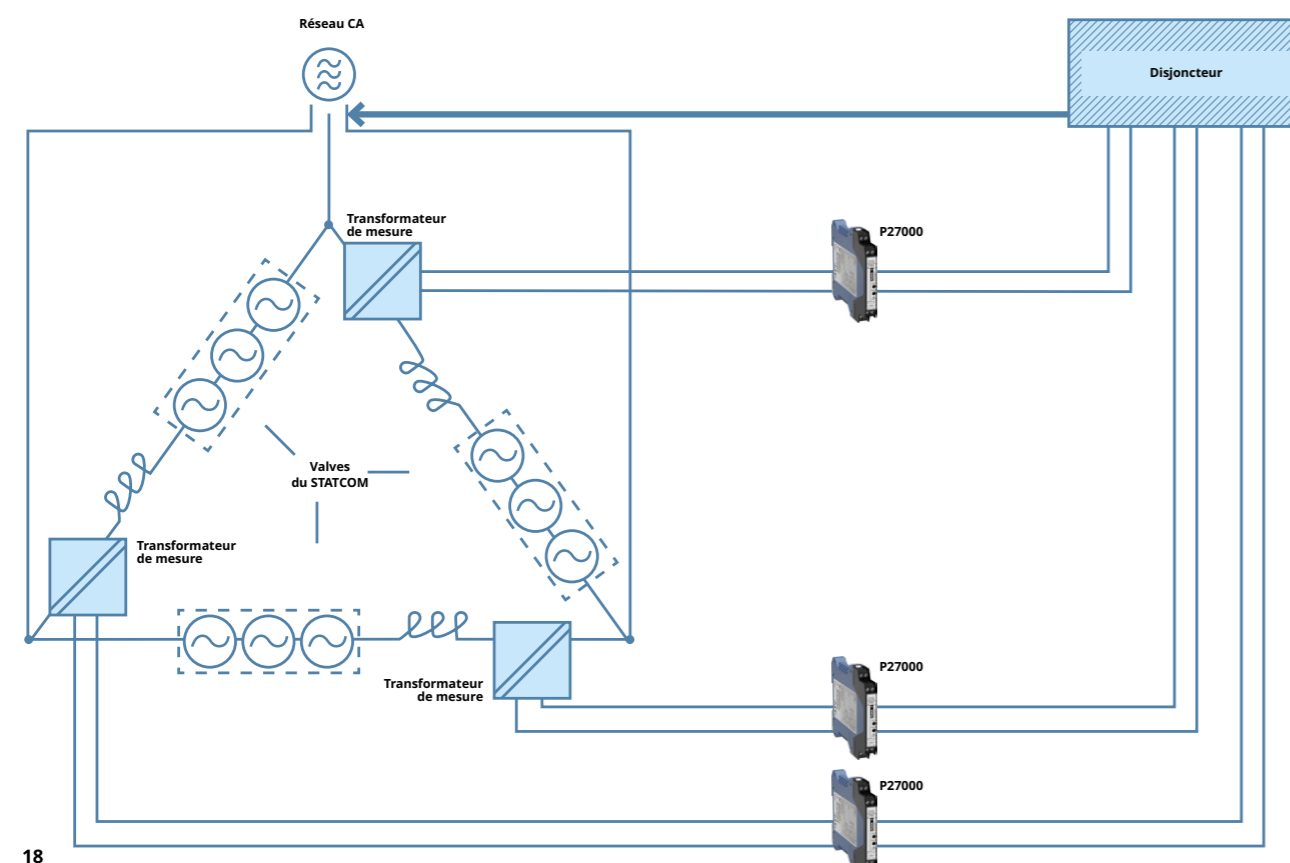
Protection des STATCOM contre les courants de court-circuit

Dans le cadre de la transition énergétique, les grandes centrales électriques conventionnelles sont graduellement déconnectées du réseau. Leur désactivation laisse un vide au niveau de la fourniture de puissance réactive, qui est un instrument important pour stabiliser la tension du réseau. Cette tâche est désormais assurée par des installations STATCOM qui peuvent compenser rapidement les variations.

Une régulation fiable de la tension ne peut cependant être atteinte que si l'installation est efficacement protégée contre les courants de court-circuit. Il faut pour cela utiliser des amplificateurs séparateurs, qui transmettent en quelques microsecondes les valeurs mesurées de manière précise aux systèmes de sécurité.

Une technologie clé pour les réseaux d'alimentation moderne

Les STATCOM (Static Synchronous Compensators) sont des installations de compensation de l'électronique de puissance, qui permettent de stabiliser la tension dans le réseau d'alimentation. Les variations de tension sont compensées, en fonction des besoins, par l'absorption ou l'injection de puissance réactive. Si la tension du réseau diminue, alors l'installation injecte de la puissance réactive capacitive dans le réseau, si la tension du réseau est supérieure à celle du STATCOM, alors l'appareil absorbe de la puissance réactive inductive.



En cas de court-circuit dans le réseau d'alimentation, l'alimentation électrique des valves du STATCOM est aussitôt coupée. Sans ce mécanisme de protection, l'électronique de puissance de l'installation risquerait d'être endommagée, ce qui pourrait ensuite avoir un impact négatif sur la régulation de la tension du réseau. La surveillance du courant à l'aide d'amplificateurs séparateurs à réaction rapide sur chacune des trois phases du système permet d'assurer une grande disponibilité des installations STATCOM.

Protection optimale contre les courants de court-circuit grâce à l'amplificateur séparateur P27000 de Knick

Les amplificateurs séparateurs de la série P27000 se sont avérés être la solution optimale pour les fabricants de STATCOM. Grâce à une fréquence de coupure élevée de 20 kHz, ces appareils peuvent même traiter les signaux d'entrée qui varient rapidement. Avec une erreur de gain < 0,08 % et un temps de réponse $T_{90} < 70 \mu s$, les valeurs mesurées sont transmises quasiment sans délai au disjoncteur.

Pourquoi choisir Knick ?

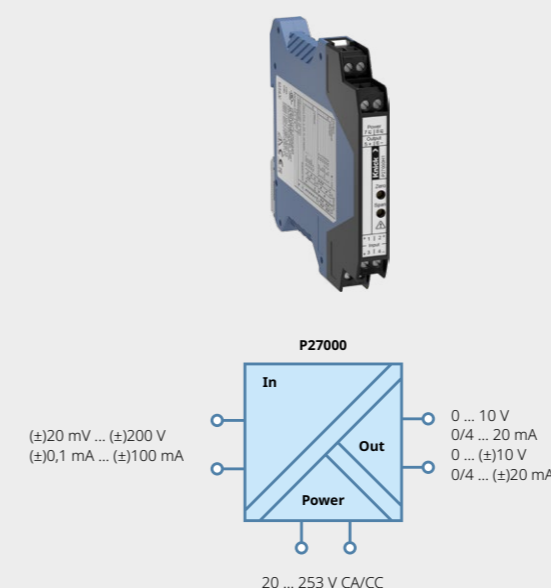
Avec 480 plages de mesure commutables calibrées et un bloc d'alimentation à plage élargie pour toutes les tensions d'alimentation courantes, le P27000 est le « multimètre » parmi les amplificateurs séparateurs. Cette série garantit une transmission quasiment parfaite et sans distorsion des signaux grâce à une erreur de gain < 0,08 % ainsi qu'à une fréquence de coupure élevée de 10 kHz ou, comme dans l'application, de 20 kHz. De plus, ces amplificateurs séparateurs disposent de bornes à vis enfichables pour un montage facile et rapide ainsi que d'un type de boîtier compact.

Le traitement rapide des signaux protège non seulement les composants du STATCOM, mais permet aussi aux fabricants de régler des limites de surintensité plus élevées et donc d'optimiser le dimensionnement de leurs produits.

5 Garantie ans

Points forts du produit P27000

- Fréquence de coupure élevée de 20 kHz pour une transmission sans distorsion des valeurs mesurées, autres fréquences de coupure disponibles sur demande
- Temps de réaction minimisés en cas de variations brusques des signaux d'entrée
- Grande robustesse CEM
- Isolation de base jusqu'à 1 000 V CA/CC





Surveillance et régulation dans les installations de transmission à courant continu haute tension

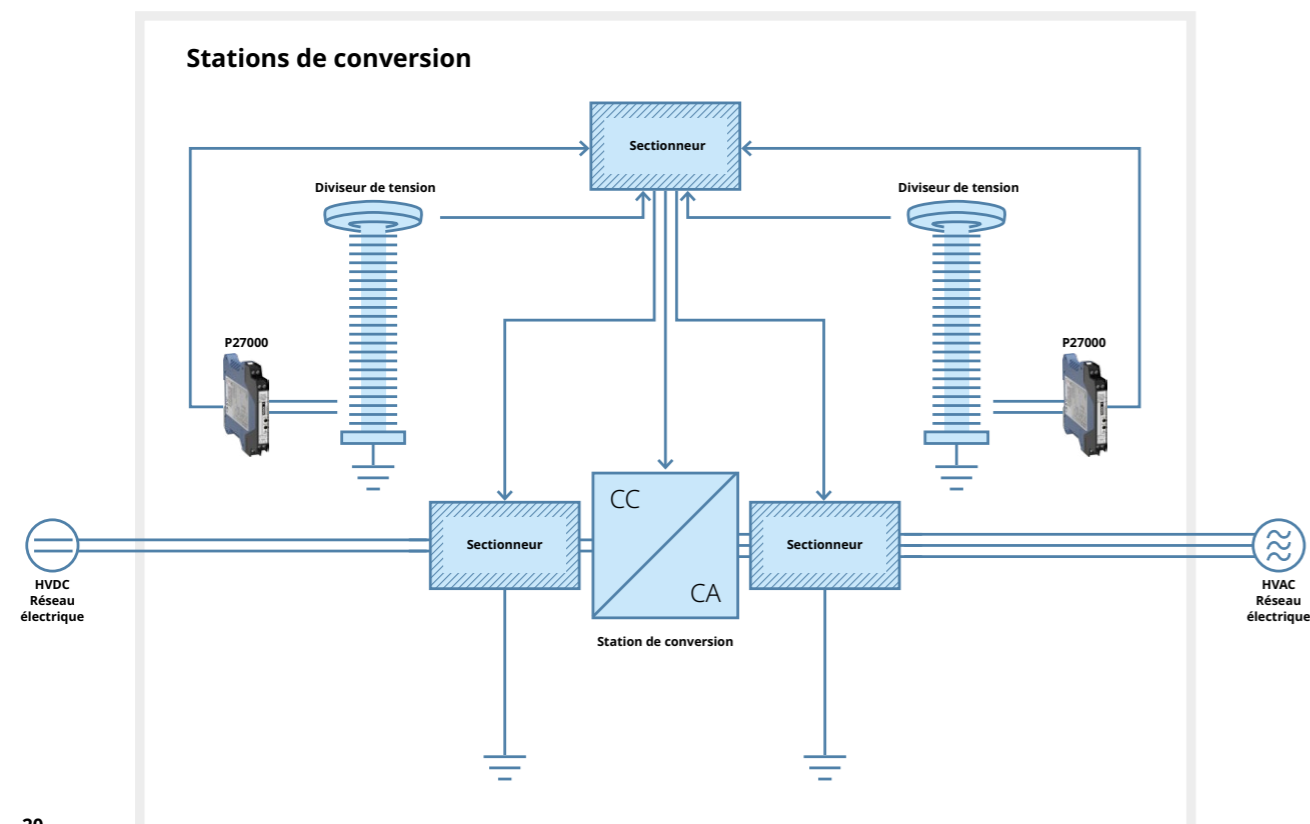
Mesure fiable de la tension dans les stations de conversion

Des parcs éoliens off-shore dans la mer du Nord aux lignes aériennes ultralongues dans l'ouest de la Chine – le transport en courant continu haute tension (HVDC en anglais) est toujours utilisé là où le transport en courant alternatif conventionnel atteint ses limites techniques et économiques.

Les systèmes HVDC modernes fonctionnent avec des tensions allant jusqu'à 1 100 kV. Les tensions continues élevées permettent de transmettre de grandes quantités d'énergie sur de longues distances, et ce, avec seulement de faibles pertes. Afin de réussir une intégration précise et sûre au réseau dans les stations de conversion, il est indispensable de surveiller la tension sur place en permanence.

Les stations de conversion : le maillon entre les lignes HVDC et notre réseau électrique

Sur de grandes distances, le transport en courant continu haute tension présente un avantage décisif par rapport au transport en courant alternatif (HVAC en anglais) : il n'y a pas de pertes dues à la puissance réactive, causées par la capacité linéique des câbles. Pour exploiter les capacités de puissance des lignes avec une efficacité maximale, les systèmes HVDC fonctionnent avec des tensions d'environ 1 100 kV.



Dans les stations de conversion, le courant continu utilisé pour le transport est ensuite reconverti en courant alternatif. Afin de pouvoir commander précisément l'intégration au réseau de l'énergie électrique et assurer la sécurité de l'installation, il est indispensable de surveiller la tension en continu. Les tensions élevées des systèmes HVDC ne peuvent cependant pas être mesurées directement. Il faut pour cela employer des diviseurs de tension résistifs-capacitifs, qui réduisent la tension d'entrée à 200 V au maximum.

Mesure fiable des tensions : avec la série P27000

Les amplificateurs séparateurs rapides de la série P27000 ont fait leurs preuves au niveau de la surveillance HVDC dans les stations de conversion. Pour mesurer les tensions partielles de manière redondante jusqu'à 200 V CC, la fréquence de coupure du P27000 est adaptée à l'application et portée à 20 kHz.

Les exploitants d'installations ont ainsi l'assurance qu'en cas de variations rapides de la tension les valeurs mesurées sont transmises quasiment sans délai aux systèmes de commande correspondants.

Pourquoi choisir Knick ?

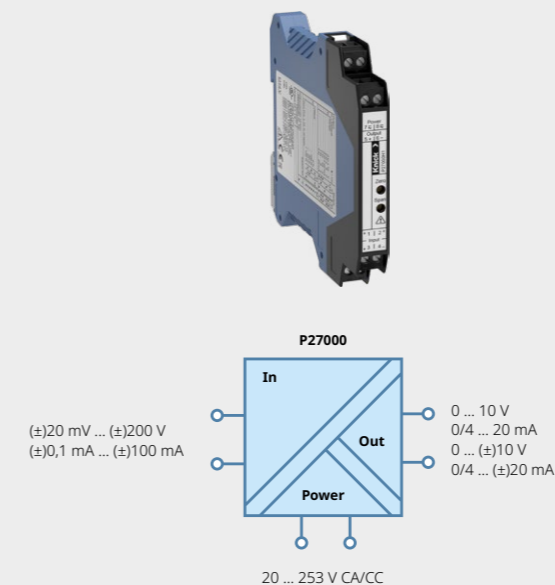
Avec 480 plages de mesure commutables calibrées et un bloc d'alimentation à plage élargie pour toutes les tensions d'alimentation courantes, le P27000 est le « multimètre » parmi les amplificateurs séparateurs. Cette série garantit une transmission quasiment parfaite et sans délai des signaux grâce à une erreur de gain < 0,08 % et un temps de stabilisation T_{90} de 70 μ s (en cas de réglage d'une fréquence de coupure de 10 kHz). De plus, ces amplificateurs séparateurs disposent de bornes à vis enfichables pour un montage facile et rapide ainsi que d'un type de boîtier compact.

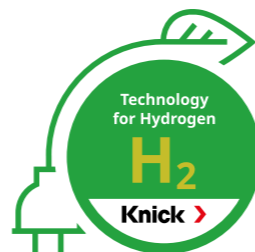
Une isolation de base jusqu'à 1 000 V CA/CC ainsi qu'une grande robustesse CEM de l'amplificateur séparateur garantissent en outre un traitement fiable, précis et sûr des signaux.

5 Garantie ans

Points forts du produit P27000

- Grande robustesse CEM
- Isolation de base jusqu'à 1 000 V CA/CC
- Fréquences de coupure élevées pour une transmission sans distorsion des valeurs mesurées, fréquences de coupure spécifiques disponibles sur demande du client
- Grande disponibilité grâce à un MTBF de 3 941 ans sur la base de données sur le terrain





Surveillance de la tension dans les électrolyseurs et les piles à combustible

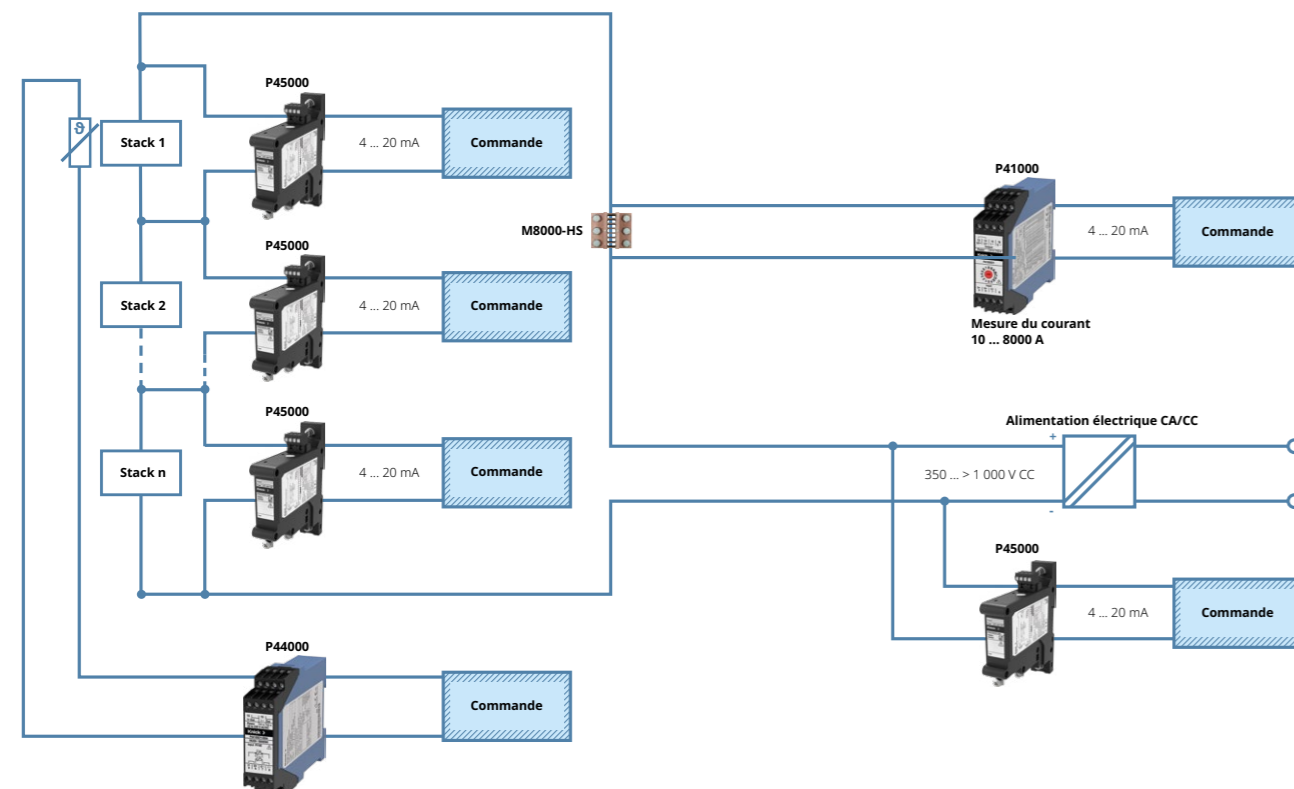
Détection précoce des défauts de cellule et du vieillissement

L'hydrogène vert est vu comme porteur d'espoir pour la transition énergétique, notamment en raison de sa polyvalence. Lors de sa production dans des cellules d'électrolyse, l'eau est décomposée en ses différents composants à l'aide d'électricité issue de sources d'énergie renouvelable.

Cette procédure permet entre autres de stocker indirectement de l'énergie électrique excédentaire, que les piles à combustible peuvent ensuite à nouveau libérer lors d'un process inverse. La sécurité et la disponibilité de ces deux systèmes dépendent en grande partie d'une surveillance continue, précise et fiable de l'état des cellules.

Surveillance de la tension à des fins de diagnostic

Les électrolyseurs sont, comme les piles à combustible, composés de stacks. Un seul stack est alors composé de nombreuses cellules raccordées en série, qui fonctionnent chacune avec une tension de service allant jusqu'à env. 2,2 V. Afin d'atteindre les tensions totales de 100 V à 1 500 V nécessaires aux applications d'hydrogène actuelles, les exploitants d'installations raccordent plusieurs stacks ensemble pour former ce qu'on appelle des strings. L'efficacité et la fiabilité de ces systèmes dépendent en grande partie de l'état des composants des cellules, dont la membrane et les électrodes.



Afin de détecter rapidement les défauts ou signes d'usure, il est nécessaire de surveiller en continu les tensions élevées des stacks et strings – ainsi que, le cas échéant, de mesurer le courant et la température. Les amplificateurs séparateurs utilisés à cet effet doivent satisfaire à des exigences élevées en matière de résilience et de précision, ne pas nécessiter de maintenance ainsi que présenter une isolation robuste. De plus, les convertisseurs de mesure avec certification SIL revêtent une importance croissante au niveau de la surveillance de la tension conforme à la sécurité fonctionnelle dans les électrolyseurs.

Améliorer la disponibilité des installations et la sécurité grâce à la série P45000

Les convertisseurs haute tension de la série P45000 se sont révélés être la solution idéale pour la surveillance de la tension, que ce soit pour mesurer celle des différents stacks ou celle totale d'un string. Les P45000 enregistrent de manière fiable même les plus petites variations de tension et les mesures réalisées en redondance minimisent les sources d'erreur. Dans le domaine des hautes tensions, les exploitants d'installations gagnent à utiliser des convertisseurs de mesure qui permettent la désactivation de sécurité des machines et des installations conformément à la norme CEI 61508.

Pourquoi choisir Knick ?

Les convertisseurs haute tension de la gamme P40000 ont déjà démontré leur fiabilité au niveau de la surveillance du courant et de la tension dans les applications d'hydrogène. La série P45000 présente également une certification SIL 2 (SIL 3 en fonctionnement redondant) – ce qui constitue un énorme avantage au vu des exigences croissantes en matière de sécurité fonctionnelle. L'isolation élevée renforcée des deux séries garantit la sécurité du personnel ainsi que la protection des systèmes de régulation et d'évaluation en aval. Enfin, une faible erreur de gain ainsi qu'un temps de réponse T_{90} rapide assurent une transmission précise des valeurs mesurées.

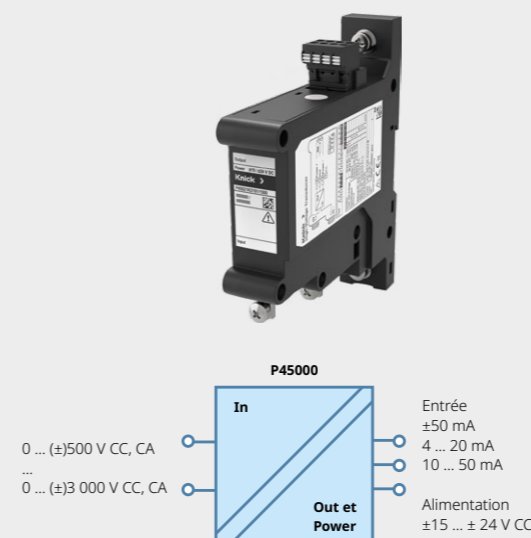
Une isolation renforcée jusqu'à 4 800 V protège contre des différences de potentiel élevées qui peuvent survenir en raison du type de câblage. De plus, nos convertisseurs de mesure n'ont besoin d'être recalibrés à aucun moment de leur durée de vie. Cela permet d'économiser du temps, de l'argent et évite de devoir interrompre le fonctionnement de l'installation.

5 Garantie ans



Points forts du produit P45000

- Amplificateur séparateur conforme à la sécurité fonctionnelle pour les applications SIL 2 voire SIL 3 en fonctionnement redondant selon CEI 61508
- Isolation renforcée jusqu'à 4 800 V CA/CC
- Faible encombrement grâce au modèle entièrement encapsulé à câbles fixes
- Faible erreur de gain ($\leq 0,1\%$), temps de réponse T_{90} rapide ($< 70\ \mu s$)





Surveillance des grands systèmes de stockage par batterie

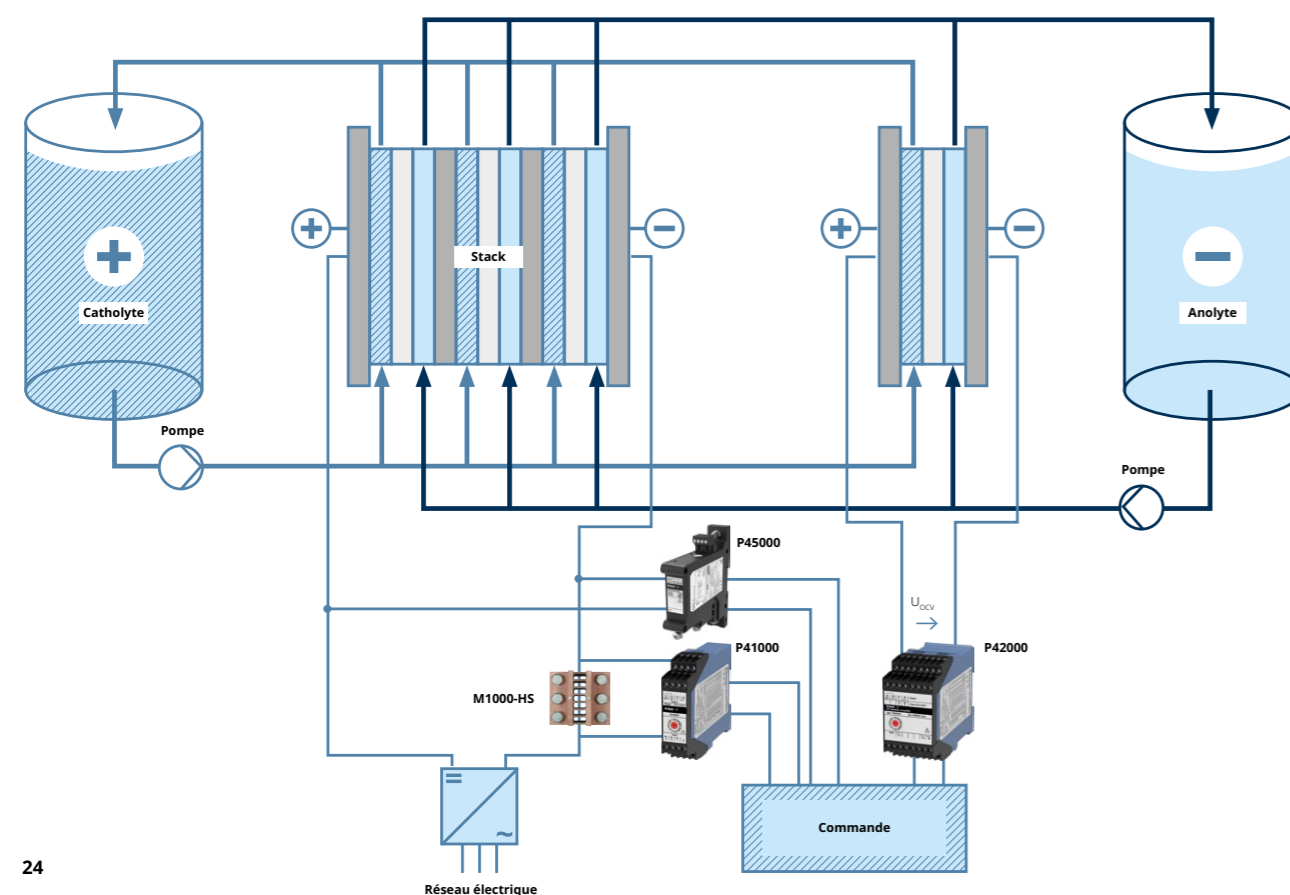
Convertisseurs haute tension avec certification SIL pour les technologies de stockage modernes

La production d'énergie des installations photovoltaïques et éoliennes est soumise à des variations liées aux conditions météorologiques. Cette situation confronte les réseaux d'alimentation du monde entier à de nouveaux défis.

Les grands systèmes de stockage par batterie apportent ici une solution efficace : ils stockent l'énergie excédentaire, la remettent à disposition en cas de besoin et stabilisent le réseau électrique. La sécurité de ces systèmes dépend en grande partie de la mesure précise de la tension des stacks et des strings, et peut encore être améliorée en utilisant des convertisseurs haute tension certifiés SIL.

Les batteries à flux redox : la technologie de stockage du futur

Les batteries à flux redox (RFB) sont idéales pour stocker l'énergie excédentaire issue des technologies renouvelables. Elles s'adaptent facilement à différentes échelles, présentent une longue durée de vie et offrent une extension flexible de leurs capacités. Les RFB utilisent deux réservoirs séparés de solutions électrolytiques, qui sont pompées à travers les cellules galvaniques.



Suite aux réactions de réduction et d'oxydation des électrolytes, des différences de potentiel de quelques volts apparaissent au niveau de la membrane de la cellule. Les exploitants d'installations raccordent des centaines de ces cellules ensemble pour former ce qu'on appelle des stacks – qui sont eux-mêmes raccordés entre eux pour obtenir des strings. Basés sur cette structure, les grands systèmes de stockage par batterie atteignent des tensions totales allant jusqu'à 1 500 V CC.

Le contrôle du process et la surveillance de l'état des installations requièrent une mesure fiable des tensions et des courants au sein des stacks et des strings de batteries. Une mesure de la tension de circuit ouvert U_{ocv} sur l'une des cellules individuelles fournit des informations sur l'état de charge ainsi que sur les processus de vieillissement et de dégradation.

Sécurité augmentée par l'utilisation de convertisseurs haute tension certifiés SIL

Grâce à leur certification SIL 2 et SIL 3 en fonctionnement redondant, les amplificateurs séparateurs hautement isolés de la série P45000 ont fait leurs preuves dans des applications critiques en termes de sécurité telles que la surveillance de la tension dans les grands systèmes de stockage par batterie.

Pourquoi choisir Knick ?

Mesure précise des tensions nominales jusqu'à 3 000 V CC et certification SIL 2, voire SIL 3 en fonctionnement redondant : les convertisseurs haute tension de la série P45000 sont parfaitement équipés pour intégrer toutes les applications de stockage d'énergie du futur. En plus d'une isolation renforcée jusqu'à 4 800 V CC, une réjection de mode commun > 150 dB assure une mesure sans erreur et protège les systèmes de régulation et d'évaluation en aval. Ces amplificateurs séparateurs sont peu encombrants et peuvent être montés de manière flexible : à l'horizontale, à la verticale ou sur un rail DIN de 35 mm. De plus, il est tout à fait possible d'empiler plusieurs P45000 en cas de besoin.

Une isolation renforcée jusqu'à 4 800 V CC protège les systèmes de régulation et d'évaluation en aval contre les différences de potentiel élevées.

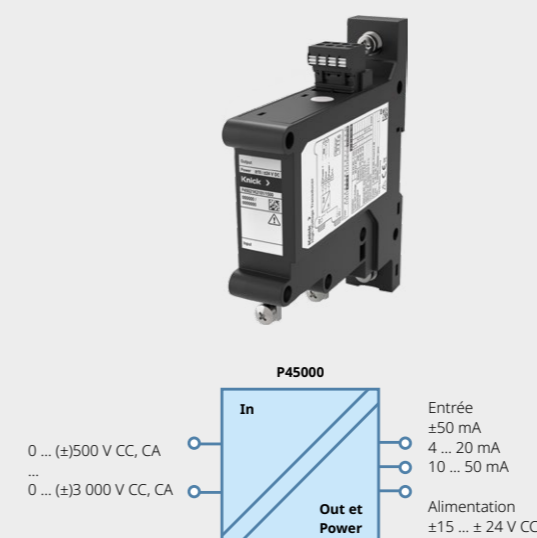
La réjection de mode commun > 150 dB permet d'éviter les perturbations indésirables telles que les interférences électromagnétiques. Il en résulte une surveillance fiable et sans erreur de la tension des stacks et des strings.

5 Garantie ans









Points forts du produit P45000

- Amplificateur séparateur conforme à la sécurité fonctionnelle pour les applications SIL 2 voire SIL 3 en fonctionnement redondant selon CEI 61508
- Design compact
- Possibilités de montage flexibles
- Isolation renforcée jusqu'à 4 800 V CC
- Faible encombrement grâce au modèle entièrement encapsulé à câbles fixes
- Mesure sûre et précise des tensions faibles avec des potentiels élevés



Aperçu des produits et domaines d'application adaptés

						
P32100	P27000	P41000 AG	P41000	P42000	P45000	P44000

Plage de mesure

Température, universelle	●						●
Tensions jusqu'à 4 800 V/Courants jusqu'à 20 kA						●	
Tensions jusqu'à 3 600 V/Courants jusqu'à 20 kA			●	●	●		
Tensions jusqu'à 200 V/Courants jusqu'à 100 mA		●					
Isolation de base CA/CC (tension d'essai)	300 V (2,5 kV)	1 000 V (5 kV)	3 600 V (15 kV)	3 600 V (15 kV)	3 600 V (15 kV)	4 800 V (20 kV)	6 600 V (15 kV)

Domaines d'application

Électrolyseurs et installations de piles à combustible		●		●	●	●	●
Sécurité fonctionnelle	●					●	
Grands systèmes de stockage par batterie				●	●	●	●
Centrales nucléaires	●	●			●		
Centrales conventionnelles (vapeur, charbon, gaz)	●	●		●	●		
Installations photovoltaïques				●	●		
Réseaux d'alimentation électrique	●	●	●				
Centrales hydroélectriques	●	●		●	●		
Éoliennes	●	●					●



Let's talk about solutions!



Vous n'avez pas trouvé le produit qu'il vous faut dans notre portefeuille ? Aucun problème.

Consultez notre site Internet et nous trouverons ensemble la solution adaptée.

Technologie d'interface

- Convertisseurs haute tension
- Amplificateurs séparateurs
- Convertisseurs de mesure pour sonde
- Multiplicateurs de signaux
- Indicateurs numériques



**KNICK
ELEKTRONISCHE MESSGERÄTE
GMBH & CO. KG**

Beuckestraße 22
D-14163 Berlin
Téléphone : +49 30 80191-0
www.knick-international.com