

Utilisation d'alimentations à courant constant dans les applications industrielles

Dans la mesure où l'intensité du courant est étroitement liée à la circulation de la charge dans le temps, la régulation du courant constant permet à l'utilisateur de contrôler le flux de certains procédés chimiques et, dans certains cas, de l'inverser.

Dans les applications industrielles, les courants concernés sont souvent très élevés, et la plupart des utilisations exigent que le courant soit régulé, modifié ou contrôlé avec une grande précision.

Ce document est destiné aux ingénieurs chimiques impliqués dans l'architecture et le contrôle des processus chimiques tels que purification de l'eau, dépôt, oxydation anodique et la protection active contre la corrosion.

Références

www.fr.tdk-lambda.com

Utilisation d'alimentations à courant constant dans les applications industrielles

Dans le vaste univers des applications de l'alimentation électrique, on peut distinguer deux principales catégories de régulation de la puissance appliquée à la charge. La première est la « tension constante », dans laquelle la boucle de régulation applique une tension constante aux demandes de courant de charge variables, et la seconde le « courant constant », dans laquelle le courant est maintenu constant afin de modifier la tension appliquée à la charge.

Dans la mesure où l'intensité du courant est étroitement liée à la circulation de la charge dans le temps ($I = \left| \frac{dQ}{dt} \right|$), la régulation du courant constant permet à l'utilisateur de contrôler le flux de certains procédés chimiques et, dans certains cas, de l'inverser.

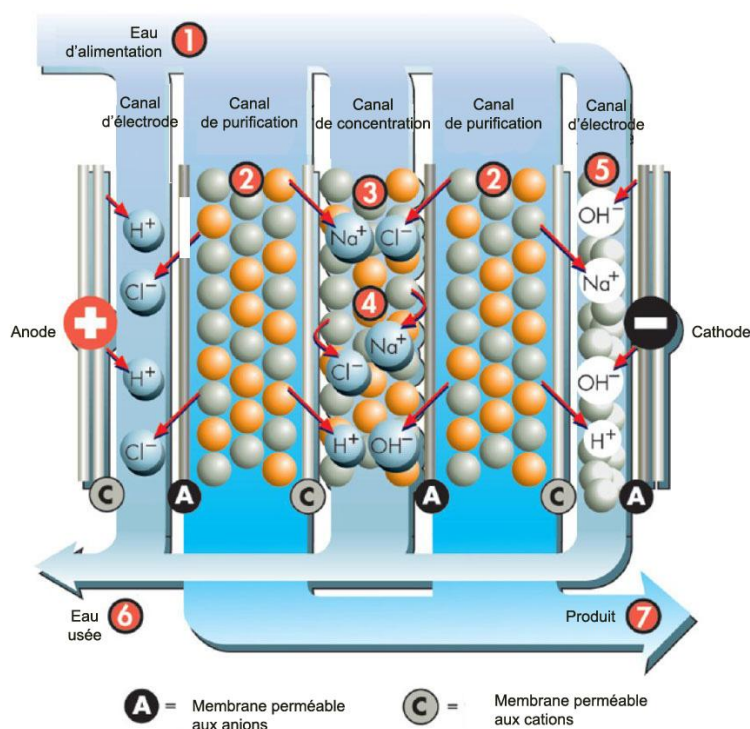
Dans les applications industrielles, les courants concernés sont souvent très élevés, et la plupart des utilisations exigent que le courant soit régulé, modifié ou contrôlé avec une grande précision.

Dans cet article, nous nous intéresserons aux procédés suivants :

- La purification de l'eau
- Le dépôt
- L'oxydation anodique
- La protection active contre la corrosion

La purification de l'eau

L'une des méthodes les plus répandues d'ultra-purification de l'eau, y compris pour les applications industrielles, est l'électro-désionisation (ou EDI), qui fait appel à des résines échangeuses d'ions sous forme de fines membranes. A l'issue de diverses étapes de filtration de l'eau, qui suppriment la quasi-totalité des sels et minéraux, cette méthode élimine les ions pour produire une eau pure présentant un degré de pureté élevé et une très faible conductivité.



1. L'eau d'alimentation entre dans le filtre
2. Canaux de purification
3. Canal de concentration
4. Sous l'effet du champ électrique appliqué, les ions traversent les membranes anioniques et cationiques en direction des canaux de concentration et d'électrode
5. Canaux d'électrode
6. Eau usée
7. Produit : eau ultra-pure

Figure 1 – Membrane échangeuse d'ions

Pour le filtrage, on utilise des membranes échangeuses d'ions spéciales, qui nécessitent une alimentation électrique extérieure. Selon l'ampleur et le degré de purification désirés, cela peut exiger une tension d'alimentation continue allant jusqu'à 600 volts et des courants de plusieurs dizaines

d'ampères. Lorsque l'on applique une tension entre l'anode et la cathode de la membrane, les ions dissous dans l'eau sont extraits, car ils sont attirés par les membranes anioniques et cationiques et forcés de les traverser. Le degré de purification dépend du niveau de courant appliqué.

La conductivité de l'eau étant variable, le système doit connaître la quantité de charge appliquée pour contrôler l'intensité du courant, et donc le degré de purification visé.

Si la concentration en ions de l'eau s'avérait trop élevée (haute conductivité), une alimentation électrique à régulation de tension constante pourrait endommager les membranes, en raison de la circulation des courants élevés qui en résulterait. La régulation du courant constant évite que cela ne se produise en maintenant le courant aux niveaux appropriés. L'utilisation d'alimentations à courant constant programmables assure un contrôle souple et une parfaite maîtrise du procédé de purification de l'eau. Le recours à des alimentations haute efficacité permet de réaliser des économies supplémentaires sur les coûts d'exploitation.

L'électrolyse

L'électrolyse est un procédé industriel largement utilisé pour la purification des métaux (notamment l'aluminium et le cuivre). Le matériau à purifier est immergé dans un « bain d'électrolyte », puis l'on applique une différence de potentiel entre l'échantillon à purifier (dans l'illustration, le cuivre sert d'anode) et la cathode recueillant le matériau pur.

Avec ce procédé, la quantité de cuivre déposée ou « purifiée » est directement liée au courant appliqué. L'utilisation d'une alimentation à courant constant permet de contrôler parfaitement le procédé.

Ces procédés emploient généralement des courants de l'ordre de plusieurs milliers d'ampères, une faible tension continue inférieure à 5 V, des tensions de service et une très forte puissance. Par exemple, 15 MWh d'électricité sont nécessaires pour produire 1 tonne d'aluminium.

L'utilisation d'alimentations haute efficacité permet de réduire très nettement les factures d'énergie et les coûts d'exploitation.

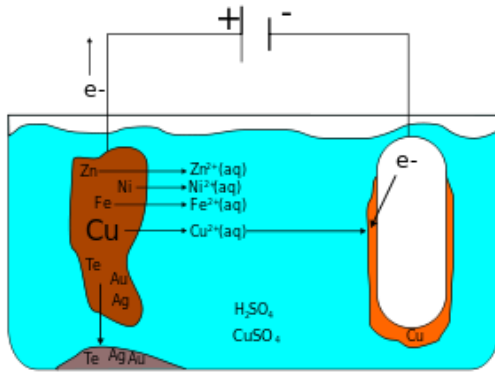


Figure 2 – Schéma de l'électrolyse du cuivre

Le dépôt

Le dépôt est un procédé régulièrement employé pour appliquer une mince couche de matériaux précieux (or, chrome, titane, etc.) sur un substrat « techniquement pauvre » ou doté de caractéristiques mécaniques différentes ; le principal objectif de ces revêtements en couches minces est d'améliorer les propriétés de la surface, qu'il s'agisse d'obtenir une plus grande dureté, une meilleure résistance à la corrosion, ou encore une apparence mate ou brillante.

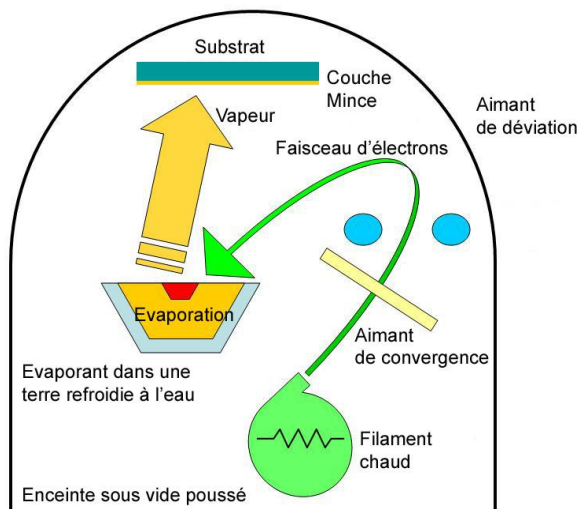


Figure 3 – Evaporation par faisceau d'électrons

L'une des nombreuses méthodes de dépôt est « l'évaporation sous vide ». Le principe de base consiste à évaporer d'une source le matériau à déposer, à l'accélérer par l'application appropriée d'un champ électrique, puis à le déposer sur le substrat.

L'évaporation par faisceau d'électrons est un procédé réalisé dans une chambre à vide. Le filament est chauffé par application d'une tension continue sur ses bornes ; lorsqu'il atteint une température adéquate, l'extraction d'électrons devient possible. En appliquant un champ électrique, ces électrons sont accélérés du filament vers le creuset qui contient le matériau à évaporer. Le faisceau converge à l'aide des champs magnétiques générés par les bobines placées à proximité de la source et du creuset.

On utilise des alimentations à courant constant pour alimenter le filament, les aimants et le circuit de convergence (voir Fig. 3) afin de :

- garantir que la température du filament demeure constante ; toute fluctuation pourrait entraîner des variations du flux des émissions ;
- diriger le faisceau à l'aide du flux magnétique (la programmation du courant permet à l'utilisateur de modifier la convergence du faisceau) ;
- maintenir la déviation du flux magnétique (la programmation du courant permet à l'utilisateur de modifier la déviation du faisceau).

La maîtrise de l'ensemble de ces paramètres, ajoutée à l'emploi de sources d'alimentation haute performance à faible ondulation et réponse dynamique élevée, permet à l'utilisateur d'obtenir un dépôt parfaitement uniforme et de grande qualité. Un meilleur procédé, plus fiable, limite les déchets et améliore la fiabilité du produit.

La protection active contre la corrosion

Les ponts, les navires et les éoliennes offshore représentent trois exemples pour lesquels la prévention de la corrosion de la structure est essentielle et réduit considérablement les coûts d'exploitation de ces installations.

Pour des raisons environnementales, la méthode traditionnelle de protection passive contre la corrosion par « anode sacrificielle », illustrée sur la Fig. 4, est de plus en plus souvent remplacée par la prévention « active », mise en œuvre par l'application d'un « courant imposé » (voir Fig. 5).

Dans la méthode passive, l'anode d'un métal différent de celui de la structure est « sacrifiée » afin d'assurer la protection de la structure contre la corrosion. Dans la méthode « active », un système électronique sophistiqué de commande du courant est utilisé pour injecter un courant inverse à celui généré par la corrosion afin de protéger la structure.

Dans le premier cas, on imagine aisément la nécessité de remplacer périodiquement l'anode sacrificielle (avec les coûts et la dispersion de métaux dans l'eau que cela implique) ; dans le second cas, les seuls coûts encourus seront ceux liés au système et à l'énergie utilisée.

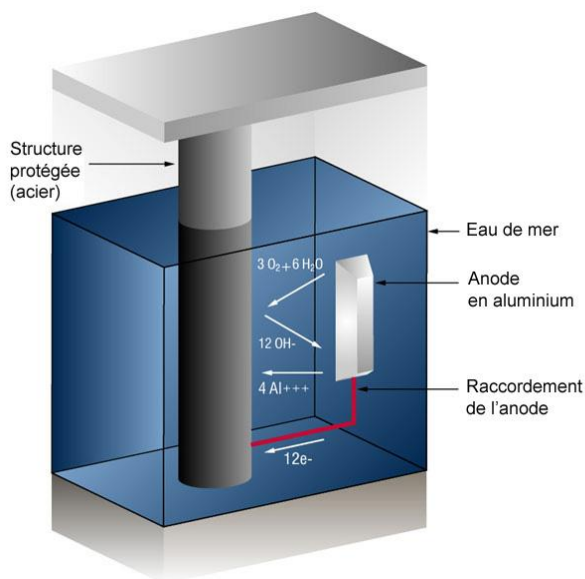


Figure 4 – Anode sacrificielle

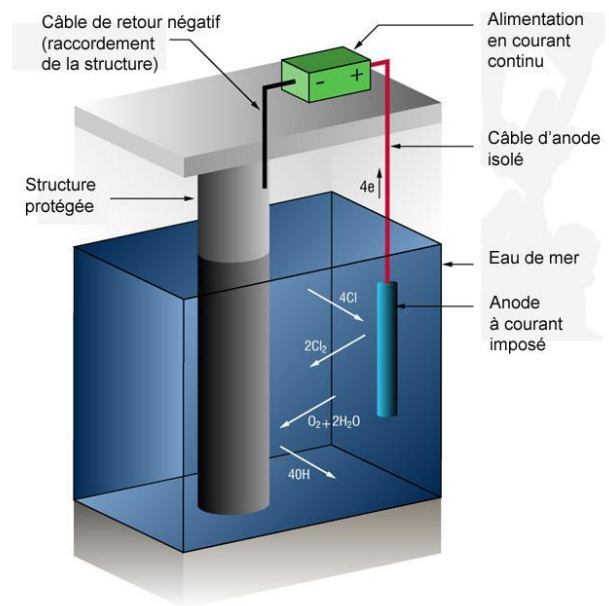


Figure 5 – Courant imposé

Les principales caractéristiques requises pour les alimentations déployées dans ces applications ont une haute efficacité et la capacité de contrôler le courant et la tension sur la plus vaste étendue possible.

Les solutions TDK-Lambda

TDK-Lambda est l'un des leaders mondiaux de la recherche technologique dans le domaine des sources d'alimentation et a développé plusieurs solutions d'alimentation à « courant constant ».

Les séries ZUP, Z + et Genesys™ procurent une parfaite maîtrise du courant et de la tension de sortie, ainsi que des informations sur ces mêmes paramètres. En outre, la disponibilité des interfaces isolées, RS232/485 numériques, analogiques, compatibles IEEE488 et LAN autorise une grande souplesse d'intégration et de contrôle du système. Les puissances nominales varient de 200 W à 15 KW, avec la possibilité de positionner jusqu'à 4 unités en parallèle pour augmenter la puissance jusqu'à 60 KW et les courants de sortie jusqu'à 4 000 A.



Figure 6 – TDK-Lambda – Séries ZUP, Z + et Genesys™

En outre, TDK-Lambda peut optimiser un produit standard ou même développer une solution personnalisée en vue de répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs pour une application donnée.

Pour plus d'informations sur les séries ZUP, Z + et Genesys™, veuillez appeler TDK-Lambda France au 01 60 12 71 65 ou visiter le site www.fr.tdk-lambda.com.

TDK-Lambda

TDK-Lambda France SAS

BP 1077

Gometz le Chatel

91940 LES ULIS

FRANCE

+33 (0)1 60 12 71 65

www.fr.tdk-lambda.com

france@fr.tdk-lambda.com