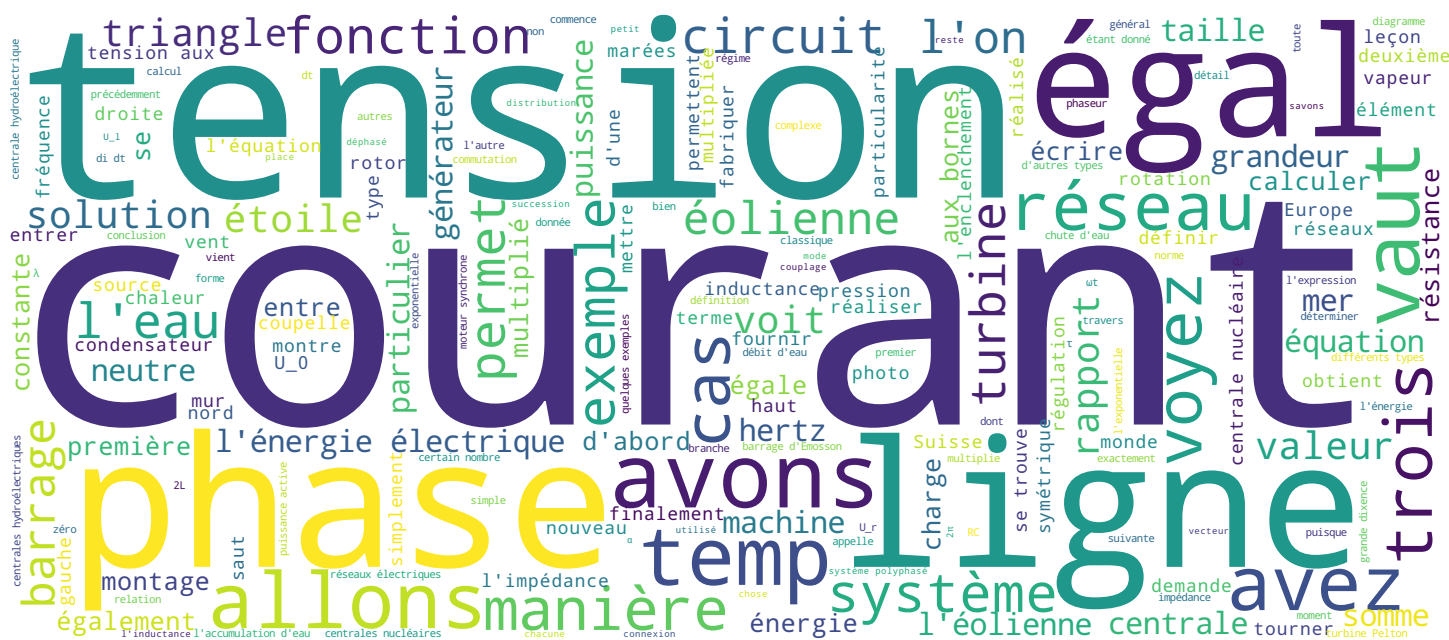


LEÇON 1

Yves PERRIARD & Paolo GERMANO
Laboratoire d'Actionneurs Intégrés





- Introduction
- Exemples de génération de l'énergie électrique
- Conclusion

Electrotechnique II

Madame, Monsieur, bonjour. Bienvenue au cours d'électrotechnique 2. durant ces différentes leçons que nous allons vous proposer nous étudierons les circuits en régime sinusoïdal triphasé et également toute la théorie permettant d'analyser les effets transitoires dans les réseaux électriques. Dans cette première leçon nous allons faire une introduction générale sur les réseaux comment finalement, avec quelques exemples nous pouvons fabriquer de l'énergie électrique en particulier ici avec un générateur synchrone, un moteur ou autre lié à une conversion électromécanique. Je commence ici par un exemple.

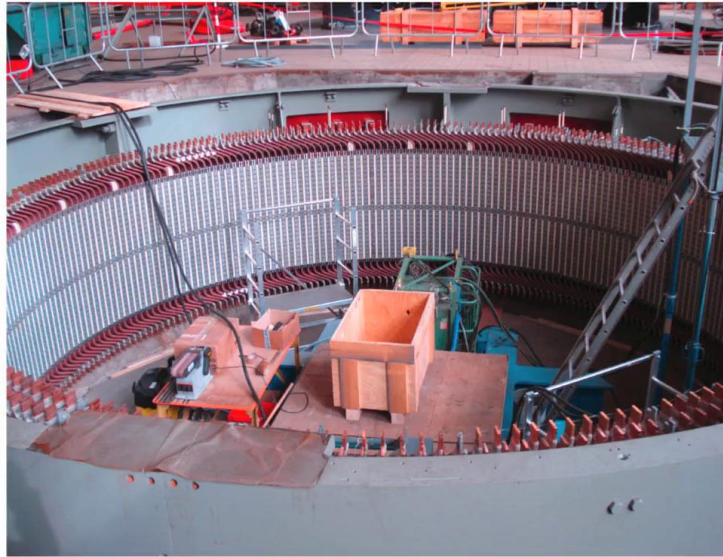
Notes

Summary



0m 04s

STATOR D'UNE TURBINE



Barrage de Marèges, France

Source: Central hydraulique de Marèges

Electrotechnique II

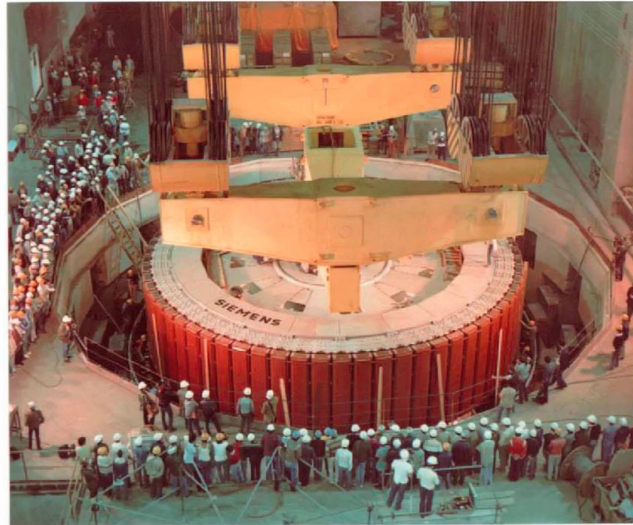
Un exemple où vous voyez le stator d'une turbine. Cette turbine est mise en rotation par plusieurs effets possibles. De la chaleur avec de la vapeur, donc en somme, une machine à vapeur soit une turbine hydraulique, donc on fait tourner cette turbine grâce à la pression de l'eau ou encore grâce à une éolienne, ou une centrale nucléaire. vous voyez ici la taille d'un tel stator qui vous montre que pour générer actuellement les réseaux électriques en Europe il est nécessaire d'avoir, de plus en plus, de gros générateurs. Ici vous voyez le générateur du barrage de Marèges en France.

Notes

Summary



0m 45s



Central hydroélectrique de Itaipu, Brésil

Source: BBC

Electrotechnique II

Un autre exemple de la taille du gigantisme vous est montré dans cette photo, vous voyez dans une des centrales hydroélectriques de Itaipu, au Brésil une des plus grosses centrales hydroélectriques du monde. Le rotor de cette machine, avec autour du stator, le personnel qui a permis de construire cette centrale. On voit ici la taille des ouvriers par rapport à la taille du rotor que vous voyez là en train d'être posé par un pont roulant. Ceci est assez exceptionnel pour le barrage d'Itaipu ceci permet de fournir en électricité une large quantité de ménages et donc une très très grande partie du pays.

Notes

Summary



1m 28s



Barrage de la Grande Dixence, Valais

Source: <http://grande-dixence.ch>



Barrage d'Émosson, Valais

Source: The ark

Electrotechnique II

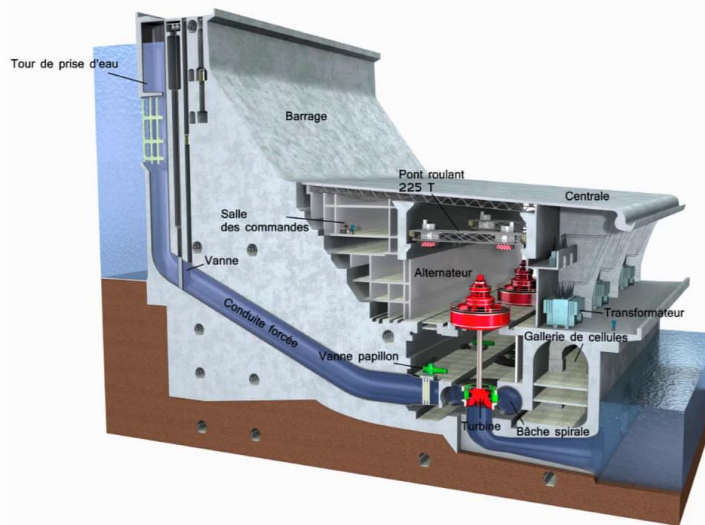
Pour revenir à la Suisse nous avons ici deux exemples typiques du réseau ou, des réseaux, devrait-on dire en Suisse. Vous avez à gauche le barrage de la grande-dixence, en Valais célèbre pour la longueur du lac mais également la hauteur du mur, un des plus hauts du monde et à droite le barrage d'Emosson en Valais qui est un barrage voûte. Ces deux barrages ont la particularité de fabriquer de l'énergie électrique l'un et l'autre par l'accumulation d'eau est finalement, grâce à la chute d'eau, une pression et un débit d'eau permet de faire tourner un générateur en aval mais ces deux barrages ne fournissent pas l'énergie électrique à la même fréquence. Nous allons voir que le barrage de la grande-dixence permet de fournir le réseau dit, "urbain" pour tout le monde finalement dirons-nous comme ça c'est-à-dire à une fréquence de 50 hertz et le barrage d'Emosson qui est à droite fourni uniquement du $16 \frac{2}{3}$ de hertz, un deuxième réseau en parallèle, en Suisse, utilisé pour le réseau des chemins de fer fédéraux, les CFF. Donc nous avons, en Suisse, différents barrages, qui sont soit dédiés au réseau urbain à 50 hertz, soit au réseau CFF pour les transports à $16 \frac{2}{3}$ de hertz.

Notes

Summary



2m 12s



Source: CNR

Electrotechnique II

Comment fonctionne une centrale hydro-électrique ? Vous avez ici la coupe d'une centrale tout à fait classique vous avez, tout à gauche, l'eau accumulée un mur qui permet de retenir cette masse d'eau et finalement une colonne d'eau ou, une conduite forcée qui amène l'eau, ici, sous pression à très très haute pression qui nous permet de faire de très hauts débits et de mettre en relation ici une hélice une turbine, nous allons voir après différents types de turbines reliée ici en haut à un alternateur, en général, un moteur synchrone qui permet de convertir la puissance mécanique ici fournie par l'eau en puissance électrique et la vitesse de rotation ici du rotor permet de contrôler très précisément la fréquence injectée dans le réseau. Ensuite, un système de distribution doit être organisé pour amener cette énergie jusqu'à l'utilisateur final.

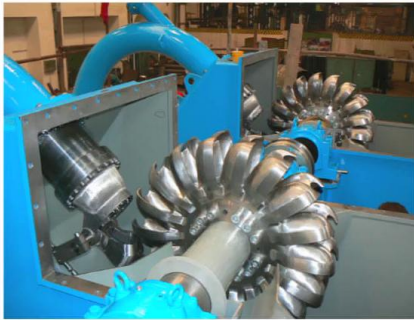
Notes

Summary



3m 36s

TURBINE PELTON



Source: hydrolink



Source: EEP



Source: micro hydro power

Electrotechnique II

Voici plusieurs exemples de turbines, en particulier pour la première, la turbine Pelton, donc ces turbines fonctionnent de cette manière, elles sont assez logiquement réalisées à l'aide de coupelles dans lesquelles en fait, l'injecteur avec l'eau sous pression arrive frappe cette coupelle qui met en rotation la turbine. Vous avez différentes formes de coupelles ici qui permettent plus ou moins de contrôler l'usure qu'il y a ici qui peut être relativement élevée si l'eau n'est pas parfaitement exempte d'impuretés ou encore ici une autre turbine, dite "Pelton".

Notes

Summary





Turbine Francis

Source: Voith Hydro



Turbine Kaplan

Source: Voith Hydro

Electrotechnique II

Il existe également d'autres types de turbines, nous n'allons pas entrer dans les détails ici mais, vous avez à gauche une Francis, à droite une turbine Kaplan qui sont utilisées pour différents types de centrales centrales au fil de l'eau ou d'autres types de centrales où le débit d'eau peut-être variable ou par exemple controle des marées pour faire également de l'électricité avec le va-et-vient des marées.

Notes

Summary



5m 15s



Éolienne située près du col du Nufenen, Valais

Source: 20 minutes



Éolienne située près de San Francisco, CA

Electrotechnique II

Un élément relativement nouveau dans les dix dernières années dans nos pays sont utilisation du vent par l'éolienne et donc de plus en plus d'éoliennes sont placées maintenant en Europe avec cette fois-ci une particularité par rapport au barrage. Les barrages nous permettent de débiter de l'eau sur demande et donc de fabriquer de l'énergie sur demande alors que pour les éoliennes le fabricant électricité est toujours tributaire finalement du vent local à l'endroit on se trouve l'éolienne. Il ya donc derrière toute une analyse pour le stockage cette énergie au moment où le vent se produit pour permettre, lors de son utilisation finale, d'être distribuée au moment voulu à l'endroit voulu.

Notes

Summary



5m 40s



Mer du Nord

Source: lemarin.fr



Parc éolienne de London Array

Source: London Array

Electrotechnique II

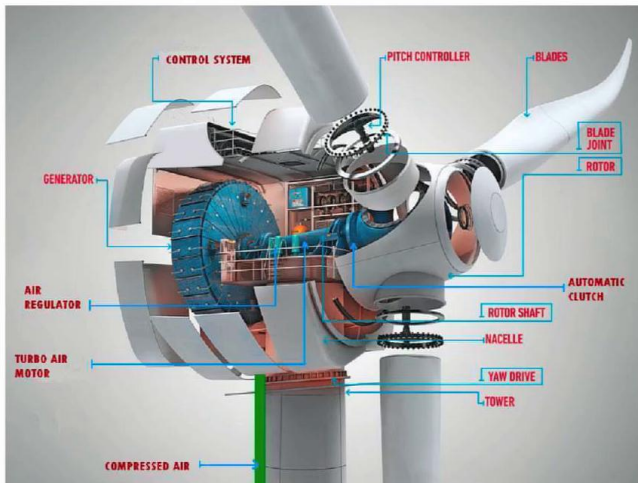
Dans les pays nordiques, le Danemark en particulier, il y a une forte sensibilité à utiliser maintenant des parcs éoliens. Vous avez ici des parcs marins dans la mer du nord. Un autre parc ici de London Array où vous voyez littéralement couvert, la mer est littéralement couverte d'éoliennes et vous voyez aussi la taille de ces éoliennes par le petit bateau que vous avez ici présent dans la mer et vous voyez les diamètres peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres pour réaliser, pour produire cette énergie.

Notes

Summary



6m 25s



Moteur synchrone intégré à l'éolienne

Source: smartplanet.com



Mer du nord

Source: pole-medee.com

Electrotechnique II

Bien sûr, il faut relier ensuite toutes ces éoliennes sur la terre ferme pour pouvoir capter cette énergie et la redistribuer ensuite chez l'utilisateur vous avez ici une autre photo dans la mer du nord qui vous montre encore mieux cette dimension d'éoliennes vis-à-vis d'un bateau et dans les tout derniers développements qui ont été fait pour les éoliennes vous avez également un entraînement direct qui est réalisé où, la machine synchrone, autrement dit, le générateur, se trouve immédiatement incorporé à l'intérieur de l'éolienne elle-même. Et donc, on économise ici grandement de l'énergie par le fait d'éliminer un train d'engrenage qui serait placé entre un générateur placé vers le bas de l'éolienne et l'hélice qui tourne vers le haut de l'éolienne. Donc de plus en plus les éoliennes sont réalisées de cette manière avec un entraînement qu'on appelle direct et donc, le générateur est directement connecté à l'hélice.

Notes

Summary



6m 58s



Centrales nucléaires de Leibstadt, AG

Source: RTS INFO



Central nucléaire de Mühleberg, BE

Source: IFSN



Centrales nucléaires Suisse

Source: lapresse.ca

Electrotechnique II

N'oublions pas les centrales nucléaires, même si deux tiers de l'énergie en Suisse est réalisé par le parc hydroélectrique. nous avons encore des centrales nucléaires qui permettent également de réaliser de l'énergie électrique par le même système. La centrale nucléaire, au final, par la fission nucléaire chauffe de l'eau et ceci est utilisé après comme une machine à vapeur pour faire tourner un générateur de même type que l'on pourrait trouver dans une centrale hydroélectrique. Avec néanmoins un inconvénient majeur par rapport à la centrale hydroélectrique, est la régulation de cette énergie, la régulation dans une centrale nucléaire ne peut se faire que très lentement. La réaction de fission étant mise en place sur plusieurs jours et donc ne pouvant pas être changée et modifiée de manière importante en quelques minutes. C'est le cas pour les installations hydroélectriques que l'on peut mettre en marche, arrêter de manière extrêmement rapide étant donné le contrôle que l'on a de la chute d'eau directement sur la turbine Pelton et donc sur l'alternateur.

Notes

Summary





- Il existe plusieurs façons de générer un réseau électrique à partir d'un moteur synchrone :
 - Force hydraulique
 - Force éolienne
 - Machine à vapeur dont la chaleur est produite par combustion ou fission

Electrotechnique II

En conclusion on voit qu'il existe plusieurs façons de générer de l'énergie électrique dans un réseau à partir d'un moteur synchrone. La première que nous avons vu c'est la force hydraulique à travers un barrage l'accumulation d'eau, une turbine et ensuite directement rattaché au réseau la force éolienne qui permet de convertir l'énergie venant du vent l'énergie mécanique du vent la machine à vapeur dont la chaleur peut être fabriquée soit par des centrales à charbon à gaz ou nucléaire et encore un certain nombre d'autres éléments dont nous ne voulons pas ici entrer dans le détail.

Notes

Summary



9m 07s