



e-Learning tools for Electrical Engineering

Temática – Energias Renováveis

Capítulo – Enquadramento

Secção –

AS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

INTRODUÇÃO

As energias renováveis são aquelas que, à nossa escala de tempo, são continuamente disponibilizadas pela natureza. Provêm da luz solar, do núcleo terrestre e das interacções gravitacionais da lua e do sol sobre os oceanos. Salientam-se as energias renováveis de origem eólica, solar, hídrica, geotérmica e a proveniente da biomassa.

- pré-requisitos: nenhum
- nível: Área de Especialização
- duração estimada : 20 minutos
- autor : [Benoît Robyns](#)
- realização : Sophie Labrique
- versão portuguesa : [Maria José Resende](#)



Este projecto é financiado pela União Europeia no âmbito de uma acção Sócrates-Minerva. As informações nele contidas são da exclusiva responsabilidade dos seus autores. A União Europeia declina toda a responsabilidade relativamente ao seu uso.

1. EÓLICA



(Fonte <http://gruppen.greenpeace.de/aachen/energie-windrad.jpg>)

copyright: Langrock/Greenpeace)

Estima-se que a energia eólica disponível, à escala mundial, seja de 57 000 TWh anuais. A contribuição eólica "off shore" (no mar) e considerando apenas locais cuja profundidade não excede os 50 m, é avaliada em 25 000 a 30 000 TWh anuais. A produção mundial de electricidade no ano 2000 era de 15 000 TWh (o que corresponde a uma energia primária consumida de cerca de 40 000 TWh considerando o fraco rendimento dos ciclos termo-mecânicos de 30 a 40%). Teoricamente, a energia eólica poderia satisfazer o consumo mundial de electricidade; contudo, a instabilidade dos ventos é o principal inconveniente desta fonte de energia. Os períodos de baixas temperaturas ambientais, traduzem-se, normalmente, num consumo acrescido de energia e, simultaneamente, são acompanhados de períodos de vento muito fraco ou mesmo nulo. Esta é uma das razões porque é importante e desejável que o desenvolvimento da energia eólica seja feito em parceria com outras fontes de energia renovável menos aleatórias, ou fontes convencionais, ou ainda em associação com sistemas de armazenamento de energia eléctrica. No entanto, se existem os conceitos que permitem o armazenamento de energia eléctrica em grande quantidade, a sua implementação necessita ainda de alguns progressos tecnológicos, acompanhados de uma redução dos respectivos custos.

A Europa representa apenas 9% do potencial eólico disponível a nível mundial, mas 72% da potência instalada em 2002. Produziu 50 TWh de electricidade de origem eólica em 2002, para uma produção mundial de 70 TWh. Tecnicamente disponível, a Europa dispõe de 5000 TWh anuais de energia eólica.

2. SOLAR

Estima-se que o sol tenha uma duração de vida de 5 biliões de anos o que, à nossa escala temporal, representa uma fonte de energia inesgotável e, portanto, renovável. A energia total recebida na superfície terrestre é de 720.10⁶ TWh anuais. No entanto, a disponibilidade desta energia depende dos ciclos dia-noite da latitude do local onde ela é captada, das estações do ano e da nebulosidade ocasional.

A designação solar *térmica* consiste na produção de água quente utilizável nos edifícios ou nas centrais termo-eléctricas clássicas para accionamento das turbinas e consequente produção de electricidade. Esta técnica de produção de electricidade existe em algumas centrais experimentais cujo baixo rendimento não ultrapassa os 15%. As águas superficiais oceânicas são aquecidas naturalmente pelo sol, o que representa um gigantesco reservatório de energia, principalmente nas zonas tropicais. Existiram alguns projectos para extracção desta "energia térmica dos mares" que utilizavam máquinas termodinâmicas com base na pequena diferença de temperatura entre a superfície (25 à 30°C) e uma certa profundidade (5°C a 1000 m de profundidade). Para que esta solução seja explorável a diferença de temperaturas tem de ser superior a 20°C; no entanto, o rendimento obtido mantém-se muito fraco, cerca de 2%.

A designação solar *fotovoltaica* consiste na produção directa de electricidade através de células de silício. A incidência solar, quando as condições climatéricas são favoráveis, pode representar uma potência de 1 kW/m². Os painéis fotovoltaicos que se comercializam permitem converter directamente em electricidade cerca de 10% a 15% desta potência. A capacidade de produção de um painel fotovoltaico varia com a incidência solar: 100 kWh/m²/ano na Europa do Norte, duas vezes mais na região mediterrânica. Um telhado fotovoltaico de 5x4 metros tem uma potência de 3 kW e produz de 2 a 6 MWh/ano, dependendo da incidência solar. Se os 10 000 km² de telhados existentes em França fossem utilizados como geradores solares, a produção seria de 1000 TWh anuais, ou seja, mais do dobro do consumo de energia final em França no início do ano 2000 (450 TWh).

Os principais obstáculos à utilização massiva da energia solar fotovoltaica (e térmica) são, por um lado, a disponibilização de potência produzida apenas durante o período diurno e, por outro, a competitividade económica; para uma utilização autónoma, o primeiro obstáculo pode ser ultrapassado com recurso ao armazenamento ou com a utilização de soluções energéticas complementares.

3. HÍDRICA

Actualmente, a energia hídrica é a primeira fonte renovável para produção de electricidade. O potencial mundial poderia, contudo, ser melhor explorado. A produção mundial no início dos anos 2000 era de 2700 TWh anuais, com uma capacidade instalada de 740 GW. Esta energia poderia passar para um valor de 8100 TWh no ano 2050, com uma duplicação economicamente competitiva da capacidade instalada. 14 000 TWh seria a energia tecnicamente explorável, sendo o potencial teórico de 36000 TWh.

Nos países industrializados, a *grande hídrica* (potência superior a 10 MW) tem o seu potencial praticamente todo explorado. As barragens permitem o armazenamento de energia de forma a fornecer-la nos momentos de grande consumo. Em certos casos, as bacias de armazenamento a montante e jusante da central permitem efectuar um verdadeiro armazenamento utilizando grupos turbo-alternadores reversíveis que bombeiam a água para montante em períodos de vazio, para a voltarem a turbinar em períodos de ponta. Esta forma de armazenamento é muito utilizada mundialmente. Em França, existem 4200 MW instalados para esta função.

A *pequena hídrica* (potência inferior a 10 MW) é constituída, em parte, por centrais de fio de água, extremamente dependentes do caudal dos cursos de água. Estas pequenas centrais são atractivas para uma produção descentralizada. A produção mundial está estimada em 85 TWh. Em França, enquanto a grande hídrica já atingiu, praticamente, a saturação, estima-se que exista um potencial residual de 4 TWh anuais, um terço dos quais proveniente do

melhoramento das instalações existentes, sendo os dois terços restantes provenientes de novas instalações.

A *energia das marés* pode ser utilizada para produzir electricidade. Em França, a central de Rance (240 MW) é um exemplo da viabilidade desta técnica para produção de electricidade. Existem outros projectos em estudo no Canadá e em Inglaterra; mas a realização destes projectos não é dada como certa, pois eles modificam consideravelmente os ecossistemas locais.

A *onda* representa uma imensa quantidade de energia. A potência média anual na costa Atlântica de França, está estimada entre 15 e 80 kW/ por metro de costa. A energia das ondas é pouco "concentrada" e não é ainda explorável em larga escala. Contudo, existem testes com centrais protótipo.

4. GEOTÉRMICA

A temperatura do nosso planeta aumenta consideravelmente conforme nos aproximamos do seu centro. Em certas zonas, pode encontrar-se água a temperatura elevada. A geotérmica de *alta temperatura* (150 a 300°C) consiste na bombagem desta água para produção de vapor que é turbinado como nas centrais térmicas clássicas, para produção de electricidade.

Os recursos geotérmicos de *baixa temperatura* (inferior a 100°C) são explorados através de bombas de calor para utilizações de aquecimento.

Contudo, o potencial geotérmico natural é limitado pois existem numerosos locais onde a temperatura é elevada (superior a 200°C) mas sem água. Este recurso térmico pode ser explorado através da técnica denominada de "rochas quentes e secas" ainda em desenvolvimento. Consiste na injeção através de uma canalização, de água sob pressão em zonas profundas (superiores a 3000 m); esta água aquecida pelas rochas sobe através de uma segunda canalização, permitindo a produção de electricidade como nas centrais térmicas clássicas. O potencial tecnicamente viável deste recurso ainda não está definido.

5. BIOMASSA

A biomassa é uma energia renovável (admitindo que a sua exploração é feita de uma forma sustentável) que fornece biocombustíveis, geralmente na forma sólida e biocarburantes, geralmente na forma líquida.

A *lenha* representa mais de 10% do consumo de energia primária em muitos países da Ásia, África, América Latina e certos países da Europa (Suécia, Finlândia, Áustria). O uso da madeira nos países em desenvolvimento aumentou fortemente nas últimas décadas, mas este recurso nunca foi explorado de forma sustentável arrastando, assim consigo, a desflorestação. As emissões atmosféricas resultantes da combustão da madeira numa moderna unidade industrial apresentam vantagens face aos combustíveis fósseis. Se as florestas de onde provém esta madeira fossem geridas de forma durável, as emissões de CO₂ da cadeia madeira-energia, seriam unicamente as resultantes do gasóleo utilizado na plantação, recolha e comercialização de madeira. Esta utilização representa apenas 5% do gasóleo que é vendido. Saliente-se que uma energia renovável não é, necessariamente, uma energia completamente não poluente.

Em França, o consumo anual de biomassa (principalmente madeira) como energia primária é de 10-11 Mtep (início dos anos 2000). Sem cultura energética específica, o potencial da

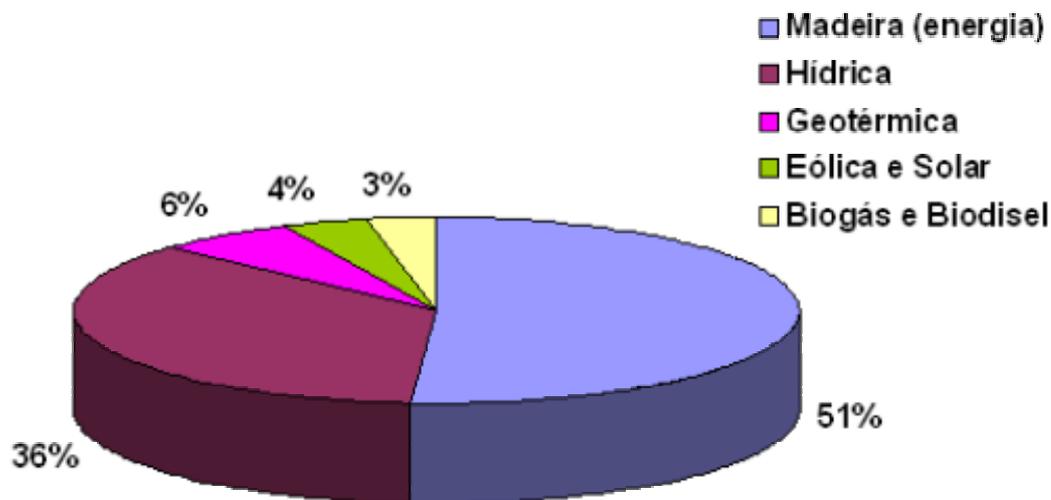
biomassa poderia ser duplicado através de uma recuperação sistemática de todos os detritos orgânicos: *detritos domésticos e industriais* não recicláveis, tratamento por metanização das *lamas de purificações e lixos agrícolas* para produção de biogás. O potencial energético anual é de 60 TWh, ou seja 15% do consumo final de electricidade em França.

A biomassa é frequentemente utilizada nos sistemas de cogeração que produzem electricidade como as centrais clássicas, mas que também valorizam o calor gerado (e habitualmente perdido) em aplicações várias: aquecimento dos locais, necessidades do processo industrial, agricultura... Esta tecnologia permite aumentar a eficácia do processo de conversão de energia.

Os *biocarburantes* líquidos, mais onerosos de obter e industrialmente produzidos através de culturas energéticas (colza, girassol, beterraba, trigo, cevada, milho,...) são melhor valorizados nas aplicações do sector dos transportes. Actualmente, são utilizados em motores térmicos, essencialmente misturados em pequenas quantidades com os carburantes tradicionais, de forma a melhorar as suas características.

6. CONTRIBUIÇÃO DAS DIFERENTES ENERGIAS RENOVÁVEIS

Na União Europeia, em 2002, a partição dos diferentes tipos de energias renováveis na produção de energia primária era a seguinte:



REFERENCIAS

[1] T.Chambolle et F.Meaux, Rapport sur les Nouvelles Technologies de l'Energie, Paris, Ministère délégué à la recherche et aux nouvelles technologies, 2004.

[2] Rapport de la Commission pour l'Analyse des Modes de Production de l'Electricité et le Redéploiement des Energies (AMPERE), Belgique, octobre 2002, www.mineco.fgov.be/ampere

[3] L'électronique de puissance vecteur d'optimisation pour les énergies renouvelables, ECRIN, mai 2002, ISBN : 2-912154-08-1.

[4] Revue Systèmes Solaires, www.energies-renouvelables.org

[5] B.Multon, Production d'énergie électrique par sources renouvelables, Techniques de l'Ingénieur, Traité de Génie Electrique, mai 2003, D 4 005 et D 4 006.

[6] M.Crappe, Commande et régulation des réseaux électriques, Hermès Science, Paris 2003.