



e-Learning tools for Electrical Engineering

Temática – Energias Renováveis

Capítulo – Enquadramento

Secção –

PRODUÇÃO ELÉCTRICA A PARTIR DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

INTRODUÇÃO

- pré-requisito: nenhum
- nível : 1 - Bases de Engenharia Electrotécnica
- 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. AS CADEIAS DE PRODUÇÃO ELÉCTRICA

O ciclo de produção eléctrica mais comum necessita de dispor de uma fonte de calor que permita aquecer água de modo a obter vapor sob pressão. Este vapor de água ao expandir-se numa turbina, acciona um alternador que gera electricidade. Depois de turbinada, este vapor é condensado através de uma fonte fria que é, normalmente, uma fonte de água fria (curso de água, mar) ou constituída por torres de arrefecimento. A figura 1 representa o ciclo de produção clássica de electricidade.

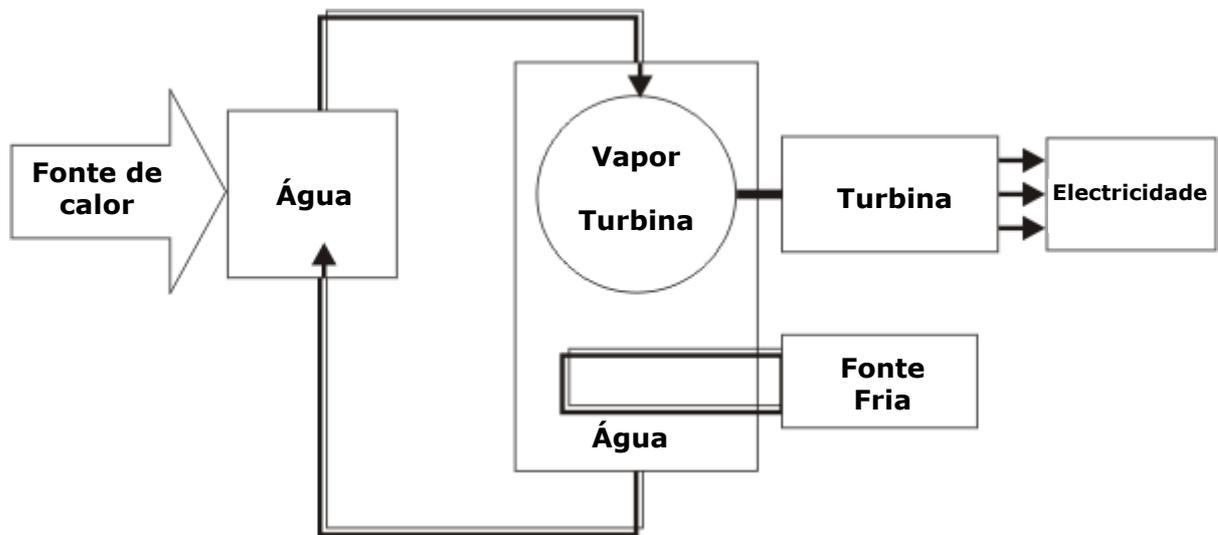


Figura 1. Ciclo clássico de produção eléctrica

Sempre que o calor libertado pela condensação do vapor de água é recuperado para utilizações de aquecimento, fala-se em cogeração.

A fonte de calor clássica é obtida pela combustão de combustíveis fósseis (petróleo, gás, carvão) ou por uma reacção de fissão nuclear em reactores concebidos para controlar a amplitude dessa reacção.

Os combustíveis fósseis ou o urânio utilizado nos ciclos clássicos podem ser substituídos por fontes de energia renovável. A fonte de calor pode, então, ser obtida a partir:

- da combustão de biomassa (madeira, biogás, resíduos orgânicos);
- do calor que se encontra nas profundezas do nosso planeta, através da bombagem directa de água quente para a superfície ou explorando a temperatura elevada das rochas que se encontram no interior do planeta, utilizando água injectada a partir da superfície;
- do sol, concentrando os seus raios através de espelhos ou explorando a água aquecida nas superfícies dos mares das zonas tropicais.

Com algumas energias renováveis, a cadeia de produção eléctrica não necessita de uma fonte de calor. É o caso da energia eólica, hidráulica e solar fotovoltaico.

No caso das energias eólica e hidráulica, é a pressão do vento ou da água que acciona a rotação de uma turbina que, por sua vez, acciona um alternador que produz a electricidade. A figura 2 representa esta cadeia de conversão energética.



Figura 2. Cadeia eólica ou hidráulica de produção de electricidade

A pressão do vento resulta da sua energia cinética. A pressão da água resulta da sua energia potencial ou da sua energia cinética.

A electricidade gerada pelo alternador pode ser enviada directamente para a rede eléctrica, sem passar por um conversor de potência, como indicado na figura 2 mas, nesse caso, para manter a frequência das tensões e correntes geradas constante no valor de 50 ou de 60 Hz, a velocidade do alternador tem de ser mantida constante, agindo na orientação das pás da turbina ou, no caso da produção hidráulica, actuando nas válvulas a montante da turbina.

O interesse dos conversores de potência é permitir que o alternador funcione com velocidade variável e, assim, aumentar o rendimento da conversão energética, reduzindo a necessidade de uma regulação mecânica da turbina ou das válvulas, no caso da produção hidráulica. Este funcionamento a velocidade variável desenvolveu-se no domínio da produção hidráulica (em especial na mini-hídrica) e tende a impor-se na eólica, onde este tipo de funcionamento aparece como natural devido às fortes variações na velocidade do vento.

No caso do solar fotovoltaico, a electricidade é produzida directamente por células de silício, a partir da energia contida na radiação solar. Conversores de potência são normalmente utilizados para assegurar a optimização da conversão energética. A figura 3 representa essa cadeia de conversão.

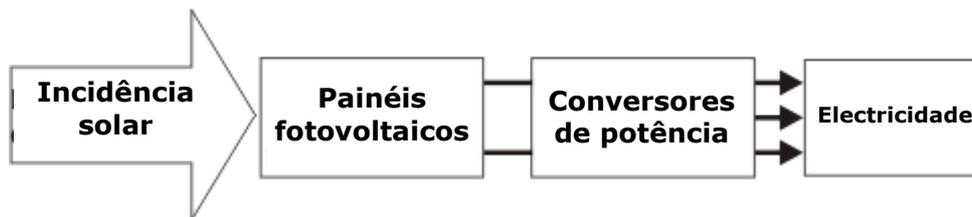


Figura 3. Cadeia solar fotovoltaica de produção eléctrica

A electricidade pode ser, igualmente, produzida a partir de um motor Diesel ou de uma turbina a gás (derivada de um reactor de um avião) que acciona um alternador. A fonte de energia primária são geralmente os combustíveis fósseis, mas é desejável substituí-los por biocombustíveis ou biogás.

2. FACTOR DE RENDIMENTO

O factor-chave da competitividade dos sistemas de produção energética a partir de energias renováveis é o custo do kWh produzido. Este custo é calculado a partir do custo do investimento no sistema de geração, do seu tempo de vida útil, das taxas de juro dos empréstimos eventualmente contraídos e dos custos de funcionamento ligados à manutenção, da energia primária que será gratuita, no caso do solar ou do eólico, ..., ou paga, no caso dos combustíveis fósseis, do nuclear,

Nos sistemas que funcionam com base numa fonte de energia de natureza tipicamente variável (eólica, solar hidráulica de fio de água), a produtividade do sistema depende fundamentalmente

das condições naturais (número de horas de sol, por exemplo) já que o custo do investimento depende, essencialmente, da potência de ponta. Uma eólica de 1 MW poderá fornecer no máximo uma potência de 1 MW, mas ela não poderá produzir essa potência em permanência, devido a característica flutuante da velocidade do vento, contrariamente às centrais clássicas que utilizam combustíveis fósseis ou o nuclear. Para uma central eólica, como para uma solar ou uma mini-hídrica, o importante é a quantidade de energia produzida.

Na tabela 1 apresenta-se o factor de rendimento das cadeias de produção eléctrica a partir de fontes de energia renovável, que não se baseiam num ciclo clássico de água-vapor. O factor de rendimento é a relação entre a energia fornecida pelo sistema de produção durante toda a sua vida útil e a energia consumida para construir esse sistema de produção.

Instalação	Factor de rendimento
Grande hidráulica	100 - 200
Pequena hidráulica	80 - 100
Eólica	10 - 30
Solar fotovoltaica	3 - 6

Tabela 1. Factor de rendimento dos sistemas de produção eléctrica a partir de fontes de energia renovável

O factor de rendimento é melhor para as grandes instalações, como é o caso da grande hídrica (tempo de vida de 30 a 50 anos), em relação às mini-hídricas (tempo de vida de 20 a 50 anos).

A potência das eólicas passou de algumas centenas de kW, antes de 2000, para alguns MW, após o ano 2000, e poderão vir a estabilizar em torno dos 5 MW, até 2010. O tempo de vida útil de uma eólica é de 20 a 25 anos.

Os sistemas fotovoltaicos apresentam um factor de rendimento mais baixo, porque o fabrico das células de silício necessita de muita energia. No seu fabrico, uma célula consome a energia que produz durante 4 a 5 anos. Como o tempo de vida útil de um sistema fotovoltaico é da ordem dos 20 a 30 anos, o factor de rendimento poderá ser, no melhor dos casos, pouco superior a 6.

3. OBJECTIVOS EUROPEUS

A figura 1 apresenta a percentagem das diferentes fontes de energia renovável (geotérmica, biomassa eólica, hidráulica) utilizadas na produção eléctrica por cada país da CEE em 1999.

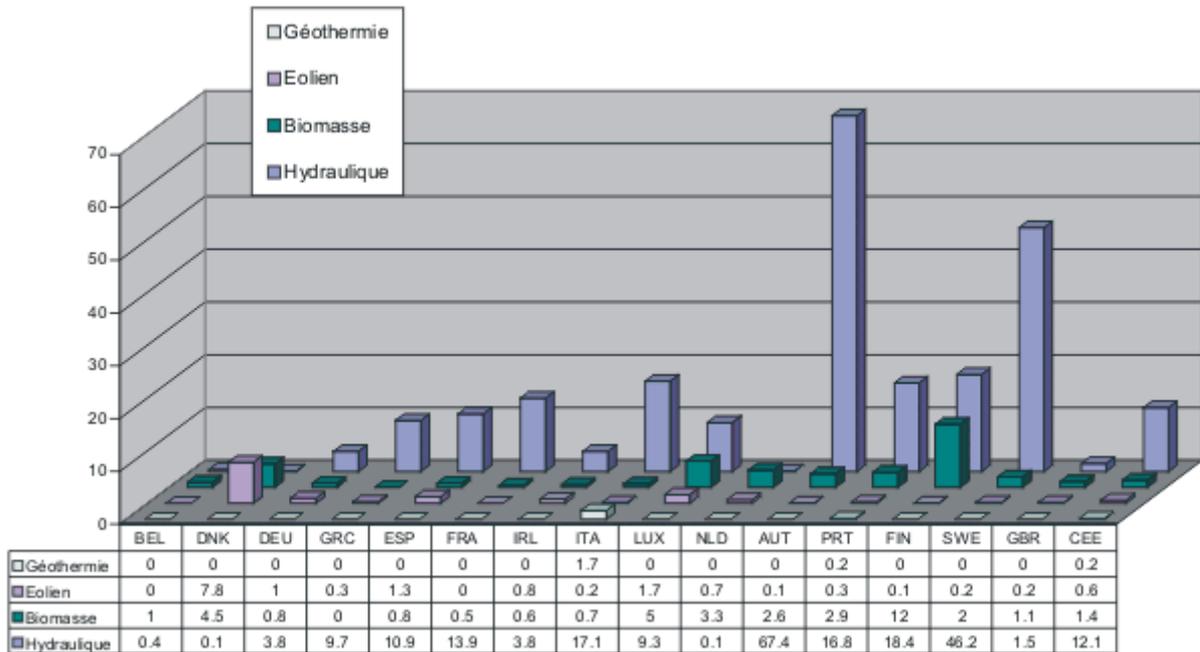


Figura 1. Percentagem das diferentes fontes de energia renovável utilizadas para a produção eléctrica nos países da União Europeia em 1999

No início dos anos 2000, a Comissão Europeia decidiu encorajar o crescimento da componente da energia eléctrica de origem renovável no seio da União Europeia. A Europa dos 15 deveria incrementar essa componente de 14,2%, em 1999, para 22%, em 2010. A figura 2 compara, para cada país, a percentagem da energia eléctrica de origem renovável produzida em 1999 com os objectivos estabelecidos para 2010.

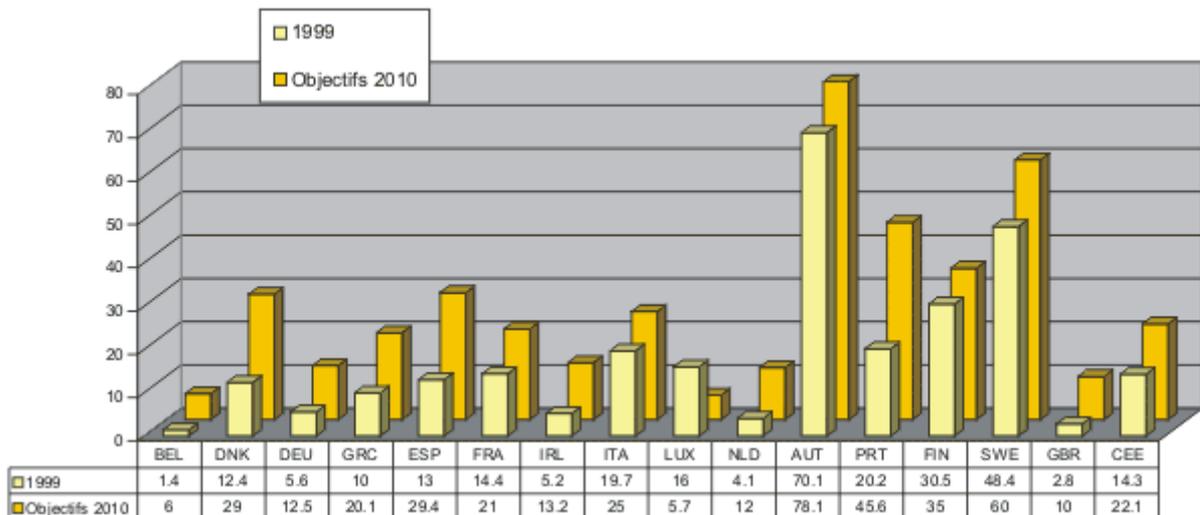


Figura 2. Percentagem da energia eléctrica de origem renovável produzida em 1999 e os objectivos para 2010

A integração de 10 novos países no seio da União Europeia em 2004 modificou sensivelmente o peso da componente renovável na produção de electricidade pretendido para 2010 ao nível europeu, que diminuiu para 21%.

O crescimento da potência instalada de origem eólica entre 2002 e 2003 na Europa é de 23,5%, na América do Norte de 27,1% e, a nível global mundial, de 25,1%. O impulso no desenvolvimento desta fileira é, sem dúvida, assinalável. A potência instalada no seio da União Europeia em 2003 é de 5443 MW. O pelotão da frente dos países da União Europeia é constituído pela Alemanha (14609 MW), pela Espanha (6411 MW) e pela Dinamarca (3110 MW). Para comparação, alguns outros países europeus apresentam as seguintes potências instaladas em 2003: Portugal (301 MW), França (253 MW), Bélgica (67 MW), Roménia (1MW). Prevê-se um desenvolvimento intenso da eólica em *off-shore* nos próximos anos. No final de 2003, a União Europeia contava com quase 300 eólicas instaladas no mar com uma potência total de 540,2 MW.

O solar fotovoltaico não surge na figura 1, por ser pouco significativo em 1999. O crescimento desta fileira é, entretanto, importante: entre 2002 e 2003, atingiu 43,4%. A potência instalada no seio da União Europeia é, em 2003, de 562,3 MW. O pelotão da frente dos países da União Europeia é constituído pela Alemanha (397,6 MW), pelos Países Baixos (48,63 MW), pela Espanha (27,26 MW) e pela Itália (26,02 MW). Para comparação, alguns outros países europeus apresentam as seguintes potências instaladas em 2003: França (21,71 MW), Portugal (2,07 MW) e Bélgica (1,06 MW). De realçar que não têm sido os países do sul da Europa que mais tem desenvolvido a fileira fotovoltaica.

No início dos anos 2000, a Comissão Europeia decidiu encorajar o crescimento da parcela de electricidade produzida na União Europeia, através de energias renováveis. A Europa a 15 deverá aumentar de 14,2% em 1999 para 22,1% em 2010 a parcela de electricidade de origem renovável. A Tabela 2 representa as percentagens nacionais e o total da UE de electricidade de origem renovável produzidas em 1999, bem como os objectivos fixados para 2010.

REFERÊNCIAS

[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.