

Mauri Peltola
ABB Drives Inc.

Accionamentos de Velocidade Variável

resumo

A indústria está sujeita a pressões crescentes para melhorar o seu rendimento energético, por motivos simultaneamente comerciais e ecológicos. Neste artigo, o autor descreve como o desenvolvimento da tecnologia de accionamento de motores eléctricos está a originar reduções significativas de consumo de energia num vasto leque de aplicações, onde são utilizados ventiladores, bombas e compressores.

Variable-Speed Drives

summary

Industry is under increasing pressure to improve energy efficiency for both commercial and environmental reasons. In this article, the author describes how developments in electric-motor drive technology are producing significant reductions in energy consumption in a wide range of applications where fans, pumps and compressors are used.

O rendimento energético passou a ser uma questão de interesse público durante as crises de petróleo da década de 1970, quando as preocupações imediatas e a curto prazo provocadas pelo aumento contínuo dos custos de energia suplantaram a necessidade a longo prazo de preservação das reservas finitas de energia.

Durante a década de 1980, pelo menos no mundo industrialmente desenvolvido, a escassez de energia desapareceu como um problema imediato e o preço do petróleo baixou, fazendo também diminuir os custos de outras formas de energia. Mas, ao mesmo tempo, surgiram argumentos ecológicos a favor do rendimento energético - incluindo uma consciencialização generalizada do efeito de estufa causado pelo consumo de combustíveis fósseis.

Agora, no início da década de 1990, pressões ecológicas crescentes vieram juntar-se aos incentivos financeiros imediatos em defesa de uma maior eficiência na utilização de combustíveis. Com a economia mundial em recessão, todos os sectores industriais terão que analisar as suas operações e a energia é para muitas organizações um factor da maior importância.

Em busca da eficiência

Até à data, a busca de eficiência energética no campo da

energia eléctrica tem revelado tendência para se concentrar nos extremos da cadeia energética. As organizações responsáveis pela geração de energia têm vindo consistentemente a melhorar o rendimento térmico das centrais geradoras e dos sistemas de transmissão. Os utentes desperdiçam agora menos energia graças a melhor isolamento, à eliminação de processos ineficientes e ao aperfeiçoamento do controlo de produção.

Entretanto, os motores eléctricos não mudaram significativamente. Desde que o motor assíncrono de corrente alternada em gaiola de esquilo substituiu na maioria das aplicações o motor de corrente contínua, poderá ter surgido a ideia que os accionamentos eléctricos teriam atingido o seu rendimento máximo. Tomando isto em consideração, as instalações transformadoras passaram a ser logicamente o local onde se travam as batalhas da energia.

Embora seja muito resistente, simples e de alta confiança, o motor em gaiola de esquilo tinha a desvantagem da falta de flexibilidade até à chegada dos últimos accionamentos eléctricos. Com a velocidade determinada pela frequência da fonte de alimentação eléctrica, um motor de corrente alternada alimentado pela rede geral era efectivamente uma máquina com uma única velocidade. Por consequência, os engenheiros tinham a tendência para criar sistemas com bombas, ventiladores e transformadores que funcionavam a velocidade

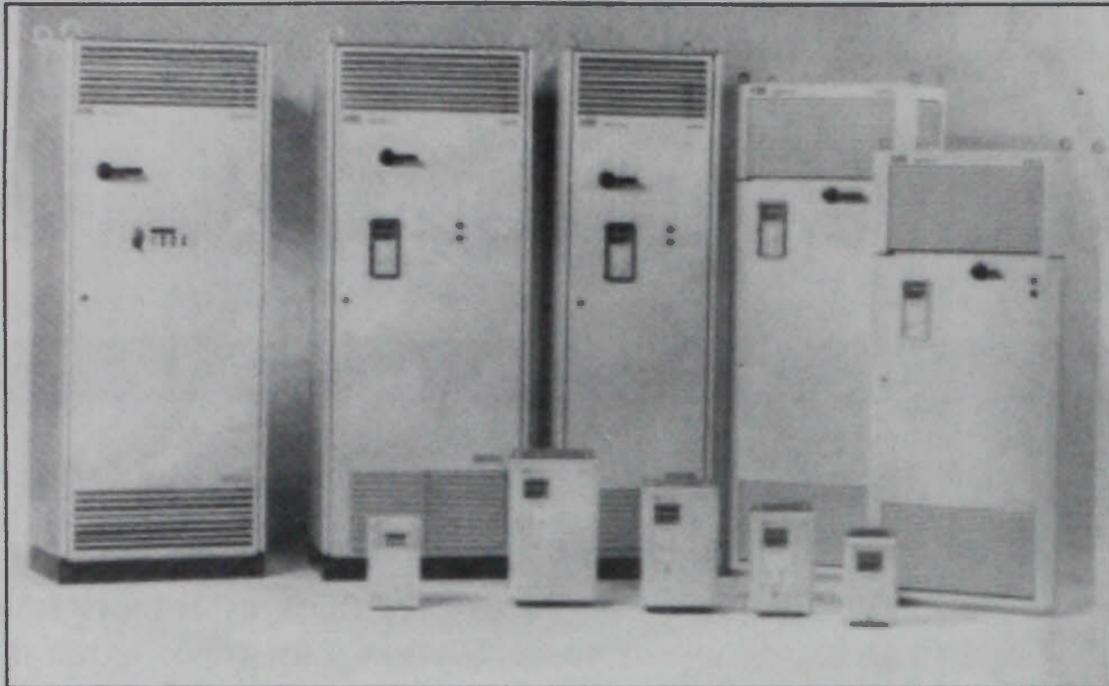


Fig. 1 - Aspectos dos conversores da gama SAMI dos sistemas de accionamento ABB.

constante. Quando era necessário um rendimento variável, o funcionamento era modulado por válvulas, atenuadores e outros dispositivos. No entanto, o accionamento de estado sólido e controlado por microprocessador transformou o motor de corrente alternada numa máquina de velocidade variável, resultando em muitos casos em numerosas e importantes economias de energia.

Economias de energia nos accionamentos

No centro destes desenvolvimentos está o accionamento de velocidade variável, que consiste num motor em gaiola de esquilo e num conversor de frequência. O conversor, como a série SAMI dos Sistemas de Accionamento ABB (Fig. 1), utiliza um simples processo em duas fases para converter a entrada da rede de 50 Hz (ou 60 Hz) numa saída de frequência variável e tensão variável, que transforma o motor de corrente alternada numa máquina de velocidade variável com controlo de precisão.

Estes accionamentos proporcionam: um amplo leque de frequências e tensões; mudanças suaves de direcção de rotação do motor; e binário pleno do motor, mesmo a velocidade nula. Os conversores de frequência podem ser usados para

controlar a velocidade de motores em gaiolas de esquilo com potências de 0,75 MW a 8 MW, alargando assim a amplitude das suas aplicações potenciais em todos os campos da indústria.

Os accionamentos de velocidade variável são eficientes em termos de energia. À potência estipulada, os conversores de frequência SAMI apresentam um rendimento eléctrico superior a 98%. Para além de economias directas em custos de energia, este nível de rendimento reduz igualmente os custos de arrefecimento de salas de controlo que abrigam instalações múltiplas.

A frenagem regenerativa permite economizar ainda mais energia. Neste modo funcional, o motor actua como um travão e a energia de frenagem gerada é devolvida através do inversor à rede de alimentação ou a outros inversores em carga numa instalação de accionamentos múltiplos (barramento de alimentação comum).

Uma aplicação típica para a frenagem regenerativa seria num processo industrial com centrifugadores múltiplos. Quando se travava um dos centrifugadores, a sua energia seria transferida para outros centrifugadores em fase de aceleração ou em regime de velocidade normal de funcionamento. Neste tipo de instalações podem ser obtidas economias substanciais (Fig. 2).

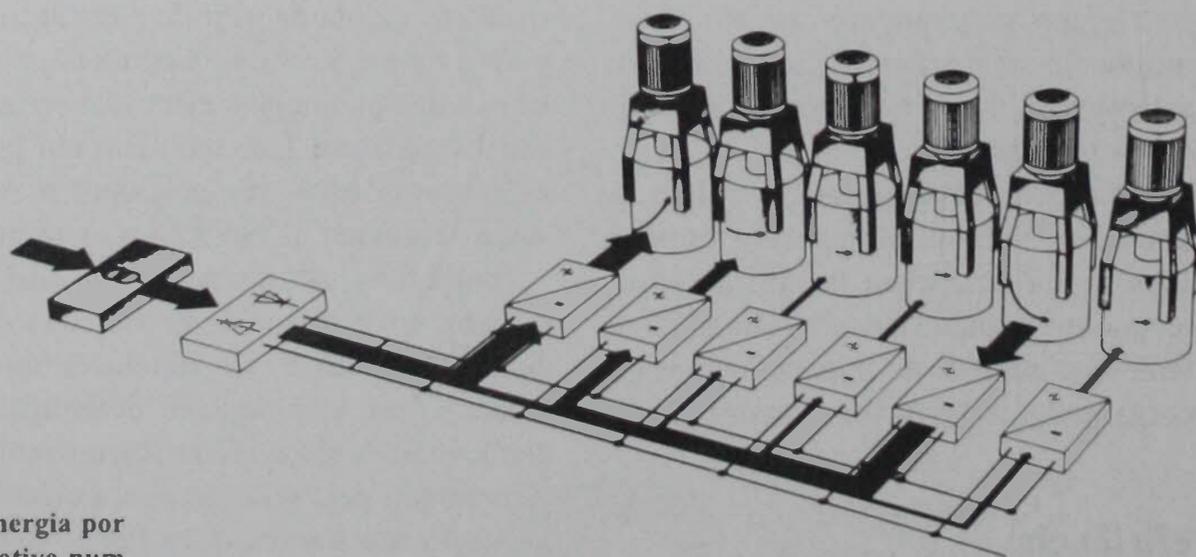


Fig. 2 - Recuperação de energia por frenagem regenerativa num processo industrial com múltiplos centrifugadores.

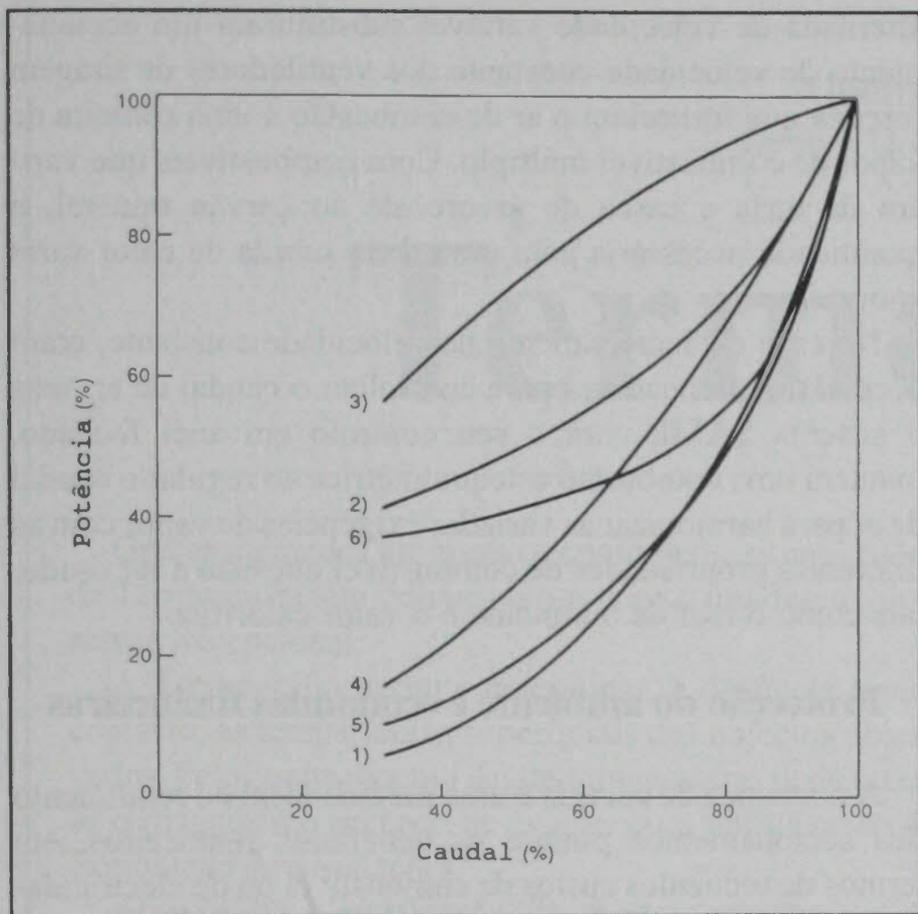


Fig. 3 - Comparação de potências necessárias para ventiladores com diferentes métodos de controlo.

- 1) Sistema de accionamento electrónico de velocidade controlada.
- 2) Ajustamento do ângulo das pás fixas.
- 3) Ajustamento do atenuador.
- 4) Ligação hidráulica/ correntes de Foucault.
- 5) Ajustamento do passo das pás do ventilador (apenas axial).
- 6) Controlo da válvula reguladora de disco (apenas centrífuga).

Controlo de precisão de ventiladores

Uma aplicação usual nos accionamentos eléctricos é o controlo de ventiladores. Com um motor em gaiola de esquilo alimentado pela rede geral, o ventilador proporciona um caudal pleno à velocidade constante de funcionamento do motor.

Em instalações deste tipo são frequentemente obtidos caudais mais baixos por meio de estranguladores variáveis (ou seja, atenuadores) instalados na conduta de saída ou pelo ajustamento do ângulo das pás fixas. Os ventiladores centrífugos podem ser equipados com uma válvula reguladora de disco. Alternativamente, pode ser instalado um acoplador de velocidade variável. A solução mais sofisticada consiste em utilizar pás de passo variável.

A figura 3 é um gráfico produzido na Grã-Bretanha pelo Instituto de Eficiência Energética para ilustrar os rendimentos comparativos de várias estratégias de controlo de ventiladores. Como se pode verificar, o controlo do caudal por meio de válvula de regulação mecânica requer ainda 40% a 60% da potência máxima a um caudal de 30%, porque o ventilador roda a velocidade constante.

A introdução de um acoplador de velocidade variável entre a ventoinha e o motor reduz o consumo de energia a menos de 20% da potência total. Mas, o controlo da velocidade na fonte, por meio do próprio motor, produz o desempenho de baixo caudal mais eficiente possível.

Com efeito, este gráfico (Fig. 3) não revela na sua totalida-

de os benefícios totais em termos de rendimento energético obtidos por um moderno accionamento de velocidade variável controlado por microprocessador. E isto deve-se ao facto do microprocessador permitir que o accionamento implemente estratégias complexas de controlo de conservação de energia.

Remodelação de instalações de ar condicionado

As economias de energia que podem ser obtidas por accionamentos de velocidade variável são ilustradas pela melhoria do ar condicionado no Terminal 1 do Aeroporto de Heathrow, em Londres. A área das portas de embarque de um terminal aéreo constitui um teste rigoroso para qualquer sistema de controlo de ar condicionado, porque se enche e esvazia de pessoas de um modo tipicamente irregular. Tal como foi instalado, o sistema de ar condicionado funcionava continuamente a um volume de ar constante, embora a sua capacidade total só fosse necessária durante o equivalente a apenas três horas por dia.

Uma readaptação utilizando conversores de frequência para accionar os motores de ventilação em gaiola de esquilo previamente instalados resultou numa economia de energia de 62%. Isto foi alcançado por meio da instalação simples das unidades SAMI e pelo fornecimento do sistema de controlo de dados de entrada provenientes de sensores, os quais detectam a presença de pessoas que utilizam as portas de embarque e medem depois a temperatura e a qualidade do ar, de modo que o sistema só funcione quando necessário (Fig. 4).

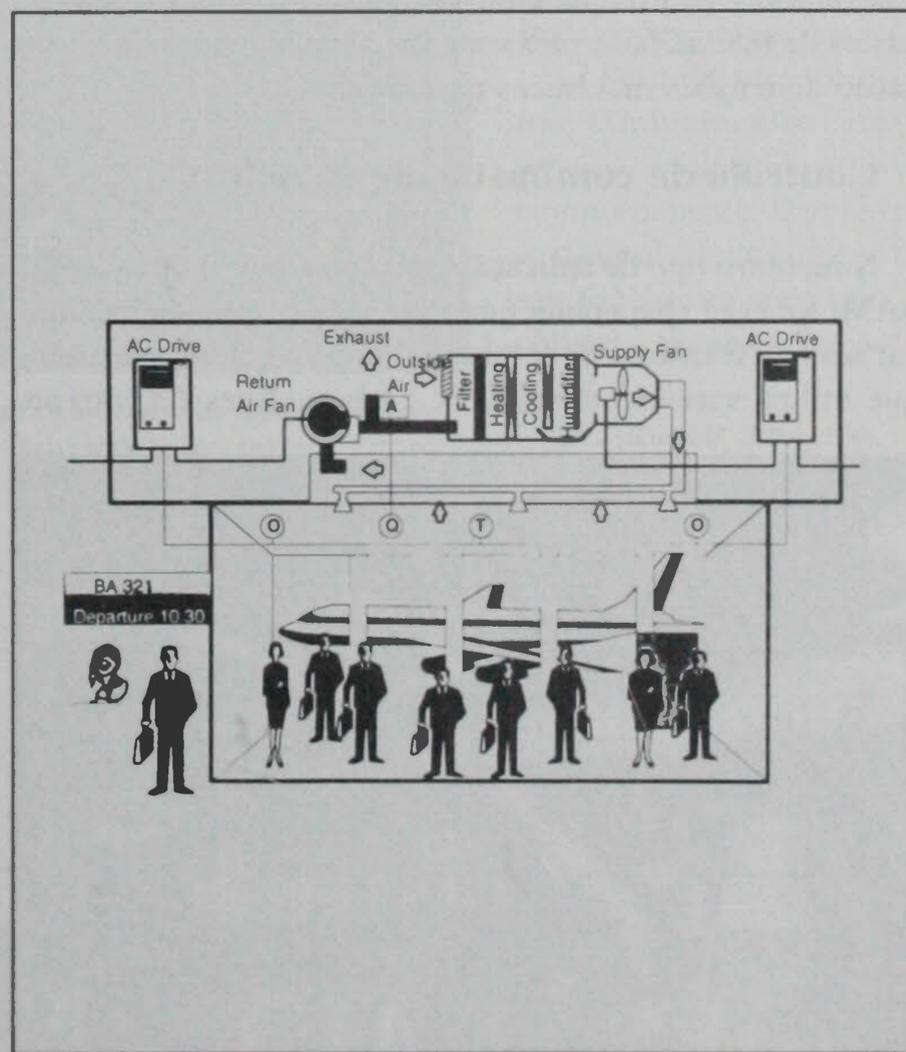


Fig. 4 - Controlo da qualidade do ar em salas de embarque por meio de accionadores de corrente alternada.

- O - sensor de ocupação
- Q - sensor da qualidade de ar
- T - sensor de temperatura

Aumento do rendimento de bombas

A produção de pasta de madeira para papel é particularmente sensível a custos energéticos. Análises efectuadas numa fábrica escandinava de pasta de madeira revelaram consumo de energia de 850 kWh/tonelada numa altura em que os custos de energia subiam.

Nessa instalação fabril foram seleccionados para peritagem 150 motores eléctricos. As suas potências variavam entre 90 kW e 400 kW e 95% dos motores eram utilizados para accionar bombas. Uma auditoria do consumo de energia eléctrica revelou uma enorme ineficácia. Muitos tubos eram demasiado estreitos, bombas com accionamentos de velocidade constante eram reguladas por válvulas parcialmente fechadas, motores funcionavam com excessiva velocidade e tinham demasiada potência para as funções que desempenhavam.

Consequentemente, foram introduzidos na instalação conversores de frequências SAMI (Fig. 5). Foram igualmente instalados novos motores de corrente alternada, com potências rigorosamente compatíveis com as suas funções. Ao mesmo tempo, o esquema e as dimensões da tubagem foram racionalizados.

Na sua totalidade, estas alterações resultaram numa economia anual de energia de 32.871 MWh, equivalente a uma redução do consumo para 635 kWh/tonelada. Desta economia total, 40% ficaram a dever-se à introdução de accionamentos de velocidade variável. A optimização da potência dos motores contribuiu com outros 34%. Além disso, os custos de manutenção baixaram nitidamente graças à eliminação de tensões mecânicas na tubagem.

Controlo da combustão de caldeiras

Num outro tipo de aplicação, um conversor de frequência SAMI foi usado para obter uma combustão óptima e minimizar assim o consumo de combustível numa caldeira de vapor que utiliza vários combustíveis. Dois motores de corrente

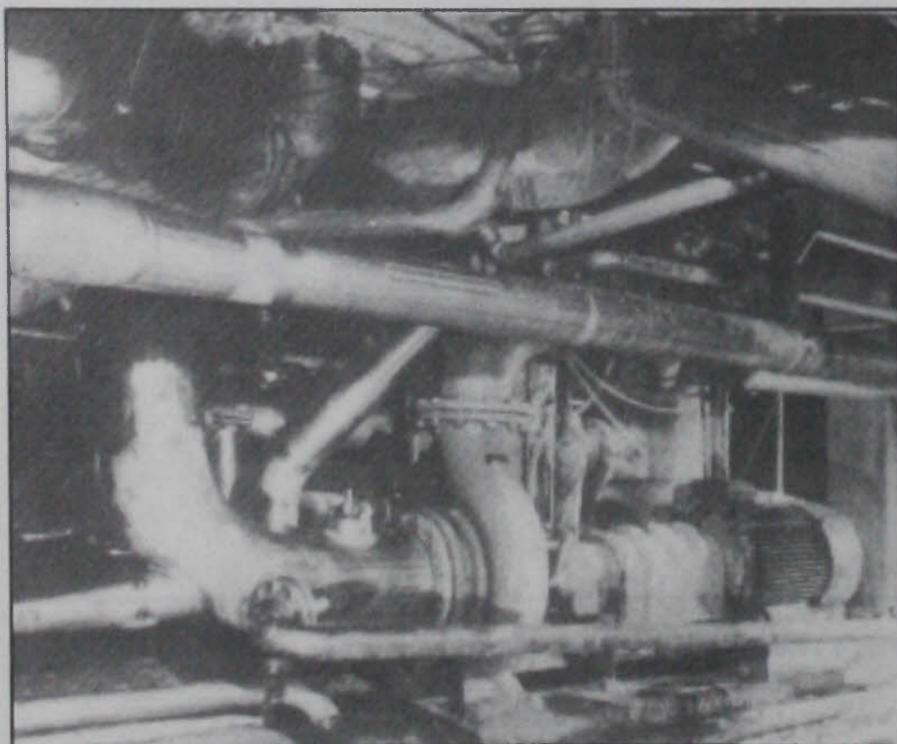


Fig. 5 - Conversores de frequência.

alternada de velocidade variável substituíram um accionamento de velocidade constante dos ventiladores de tiragem forçada que forneciam o ar de combustão a uma caldeira de vapor de combustível múltiplo. Com combustíveis que variam da turfa e casca de árvore até ao carvão mineral, a quantidade necessária para uma dada subida de calor varia enormemente.

No caso de accionamento de velocidade constante, eram necessários atenuadores para controlar o caudal de ar; mas o sistema SAMI, com o seu controlo em anel fechado, mantém uma combustão estequiométrica ao regular o caudal de ar para harmonizar as variadas exigências de vapor com as diferentes propriedades de combustível que está a ser usado, tais como o teor de humidade e o valor calorífico.

Protecção do ambiente e economias financeiras

A poupança de energia é uma medida ideal do rendimento dos accionamentos porque os benefícios financeiros, em termos de reduzidos custos de combustível ou de electricidade, são inequívocos. Como os exemplos demonstram, os períodos de retorno de custos no caso dos accionamentos de velocidade variável podem ser inferiores a um ano.

No entanto, períodos de reembolso espectaculares não devem obscurecer as implicações ambientais da nova geração de accionamentos de alto rendimento energético. A poupança de energia reduz a carga na rede eléctrica nacional, contribui para atenuar a necessidade de novas centrais geradoras e reduz assim os efeitos ecológicos da produção de energia, em especial, das emissões de gases que provocam o efeito de estufa.

Os custos em termos de capital das instalações geradoras por kW produzido variam entre 520 dólares para centrais a gás de ciclo combinado e 1.200 dólares para centrais a carvão de leito fluidizado e ciclo combinado, e bastante acima de 2.000 dólares para energia nuclear (Fonte: *Scientific American: Energy for Planet Earth*, Edição especial, Setembro de 1990).

Um conversor de frequências SAMI típico custará menos de 500 dólares por kW economizado, com um rápido retorno de custos e, frequentemente, com benefícios de produção associados e ainda uma redução das emissões de gases causadores do efeito de estufa. Por contraste, uma nova central geradora terá uma vida de 20 a 30 anos e um inevitável impacto no meio ambiente.

O Instituto de Eficiência Energética da Grã-Breanha calculou que com a aplicação do controlo de velocidade variável a motores eléctricos utilizados em 25% das aplicações mais comuns com potência até 300 kW (tipicamente: bombas, ventiladores e compressores) poderiam ser obtidas economias energéticas de 5 TWh/ano. Isto equivale a uma economia de custo anual para a indústria de 50 milhões de contos.

Por conseguinte, a tecnologia de conservação de energia não é apenas um bom negócio. A reduções no consumo de energia eléctrica podem ser também uma contribuição importante para a protecção do nosso meio ambiente. ■