

André Fernando Ribeiro de Sá

guia de aplicações de

gestão de energia e eficiência energética

3^a edição



1.1 Aspectos Gerais e Motivação

A energia está muito cara. É necessário otimizar a sua gestão de modo a que as nossas empresas sejam as mais economicamente competitivas, ambientalmente mais racionais e socialmente mais equilibradas.

Sendo um bem que está em toda a parte – na luz, no calor, no frio, nas tecnologias, na cozinha, nos transportes, na comida, no ar que respiramos, na água que bebemos, entre muito mais – é o poder de mudar as coisas. É a capacidade de produzir trabalho.

Uma das principais motivações é o equilíbrio da trindade da sustentabilidade, com os vértices ambiental, económico e social.

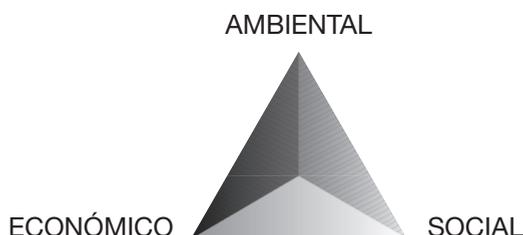


Figura 1.1 Triângulo da Sustentabilidade

O objectivo será otimizar o triângulo para que este seja o mais equilátero. Este triângulo é constituído pelos vértices:

- **Ambiental**, uma vez que o uso da energia é uma grande fonte de stress ambiental.
- **Económico**, é justificado pelo facto da energia ser um factor chave para o crescimento macro-económico.
- **Social**, dado que a energia é um principal pré-requisito para as necessidades humanas básicas.

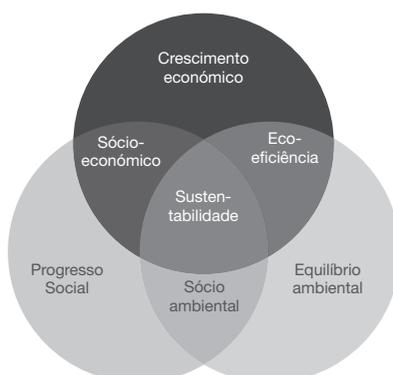


Figura 1.2 Dimensão ambiental, económica e social do desenvolvimento sustentável (Fonte: BSCD Portugal)

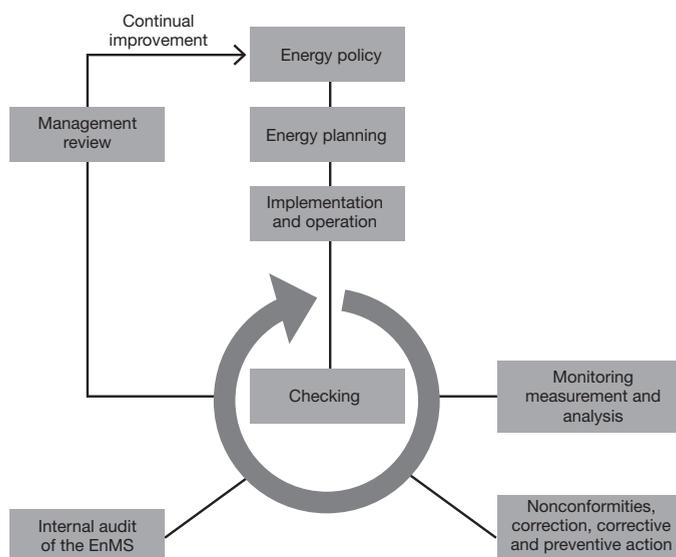


Figura 1.4 Modelo de sistemas de gestão de energia referenciado na norma ISO 50001:2011 (Fonte: ISO)

A eficiência energética traduz-se na optimização da transformação e da utilização da energia. A energia é a propriedade de um sistema que lhe permite realizar trabalho. Pode ter várias formas: potencial, mecânica, química, electromagnética, eléctrica, calorífica, etc. Estas várias formas de energia podem ser transformadas umas nas outras. Normalmente as formas mais comuns de energia são:

- A energia radiante é a energia emitida por radiações electromagnéticas, como a luz e o calor do sol, as ondas de rádio e televisão, os raios X e as micro-ondas;
- A energia térmica é a energia sob a forma de calor;
- A energia química é a energia libertada numa reacção química, como acontece nas pilhas e baterias;
- A energia eléctrica é a energia associada quando existem variação de carga eléctrica;
- A energia mecânica é a que acontece devido ao movimento dos corpos ou armazenada nos sistemas físicos.

A figura seguinte ilustra algumas das formas mais comuns de energia:

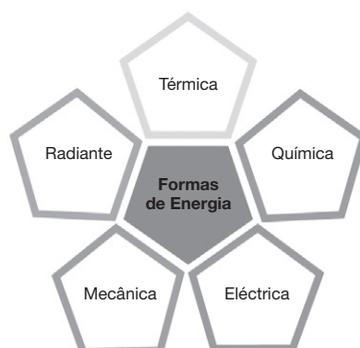


Figura 1.5 Formas mais comuns de energia (Fonte: EDA 2010)

2.1 Introdução

Actualmente as fontes de energia renovável tem uma procura muito grande. É pena que ainda sejam muito caras.

A figura seguinte ilustra em que medida as diversas fontes de energia primária podem ser convertidas em energia final.

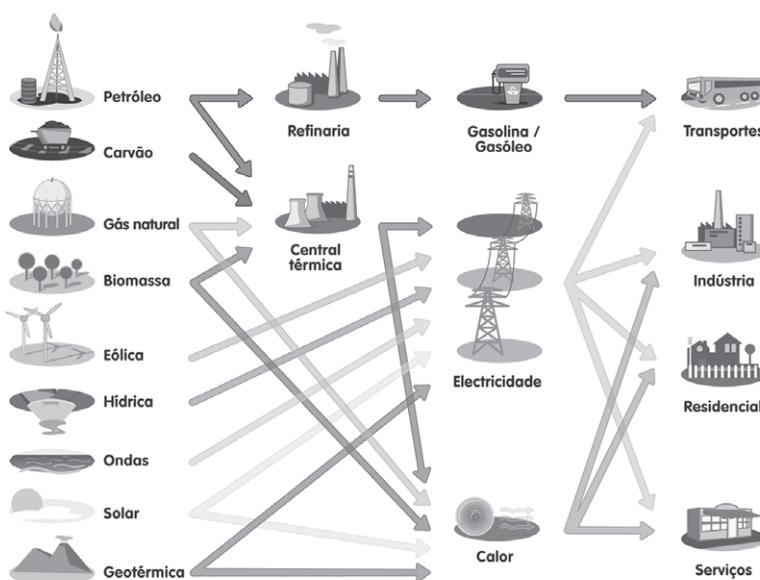


Figura 2.1 O ciclo da Energia (Fonte: EDP)

Existem muitos tipos de energia: eléctrica, luminosa, mecânica, térmica, eólica, solar, nuclear, cinética, potencial, química, hidroeléctrica, sonora, radiante, fotovoltaica, de reacção, iónica, petróleo, gás natural, carvão, geotérmica, marés, electromagnética, metabólica, biomassa, bio vegetal, marinha, muscular, livre, magnética, entre outras.

Depois do choque petrolífero de 1973, com a primeira crise do petróleo devido à quarta guerra Israelo-Árabe, desenvolveram-se conjunturas económicas caracterizadas pela existência de elevadas taxas de inflação e de juro, que contribuíram para criar um ambiente económico mais volátil. O consumo de diversas formas de energia começou a apresentar comportamentos mais erráticos. Em muitos países foram desenvolvidas campanhas intensas de sensibilização das opiniões públicas para as vantagens e a necessidade de se adaptarem políticas de diversificação e de redução de consumo de energia. Em muitas indústrias, a electricidade foi substituída por outras formas energéticas, como o carvão, no âmbito de programas apoiados pelos governos. Foi produzida em diversos países legislação destinada a incentivar a utilização de recursos renováveis, dando nomeadamente lugar à construção

2.3.6 Águas Pluviais

Poderá ser possível aproveitar as águas pluviais para armazenar água que servirá para produção de energia.

2.4 Solar

Do Sol advém, directa ou indirectamente, quase toda a energia disponível na terra. O número de 4×10^{26} W irradiados significa que o Sol diminui em cerca de 4 milhões de toneladas por segundo, mas ainda assim serão necessários vários milhões de anos para perder 0,000001 da massa actual. Quase toda a energia solar que chega até nós, atravessa um espaço vazio com aproximadamente 148 milhões de km e vem sob a forma de radiação electromagnética. A radiação electromagnética transporta energia sob a forma de ondas electromagnéticas. A fusão nuclear liberta imensas quantidades de energia no interior do Sol, e mantém a sua temperatura de milhões de graus. A energia é transmitida para fora do Sol por irradiação sob a forma de ondas electromagnéticas que são originadas pelo movimento oscilatório rápido das partículas carregadas de electricidade na sua superfície quente. A fase seguinte envolve uma importante característica destas ondas: propagam-se no espaço vazio. Ao contrário das ondas aquáticas, não necessitam de um meio material para se propagar através dele. Se não se propagasse no espaço vazio não veríamos o Sol, a Lua, as estrelas, etc., porque a luz é uma forma de radiação electromagnética. Na fase final da sequência, quando a radiação chega à Terra, as partículas com carga eléctrica que compõe os átomos e as moléculas são impulsionadas por efeito eléctrico, retirando energia às ondas electromagnéticas, E assim, criam-se as condições para nos podermos aquecer ao Sol. A figura seguinte ilustra o caminho aparente do Sol, para todas as épocas do ano.

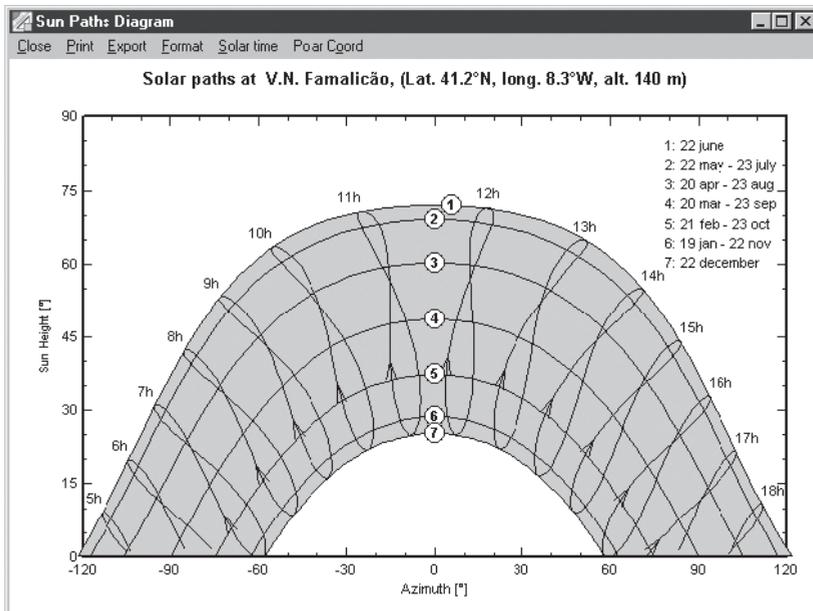


Figura 2.37 Diagrama de caminho solar aparente, para V.N. Famalicão (fonte: PVSYST)

Como exemplo, a tabela seguinte ilustra a energia da radiação solar numa superfície em Braga (Portugal) durante um dia nos meses de menor e maior radiação em média, Janeiro e Julho respectivamente.

Tabela 2.1 Exemplo de radiação solar para várias superfícies (Fonte: COSTA, P.)

Inclinação	Janeiro (kWh/m ² .dia)	Julho (kWh/m ² .dia)
0°	1,6	6,7
20°	2,0	7,0
30°	2,2	6,6
45°	2,3	6,2

2.4.1 Solar térmica para aquecimento de águas

2.4.1.1 Introdução

Um sistema de captação de energia solar térmica converte a energia de radiação fornecida pelo sol em energia térmica contida na água que pretendemos utilizar. Numa habitação essa energia pode ter diversas aplicações, tais como a produção de água quente sanitária para banhos, lavagem de loiça, mãos, etc., ou como complemento do aquecimento central ou aquecimento de piscinas.

Através de uma superfície absorvente é possível captar com melhor rendimento a radiação electro-magnética do Sol. A figura seguinte ilustra um exemplo de captação de energia solar para efeitos de aquecimento de águas.

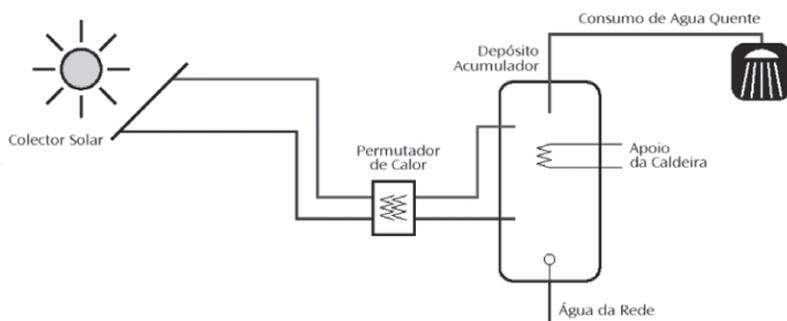


Figura 2.42 Sistema básico de aquecimento de água solar (Fonte: EDS Norte)

A inclinação dos colectores deve otimizar a captação de radiação solar tendo em conta a variação da altura solar ao longo do ano.

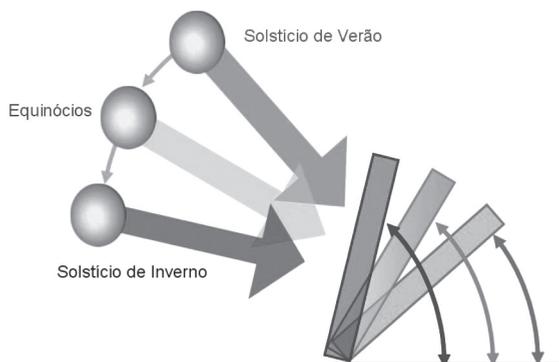


Figura 2.43 Inclinação óptima ao longo das estações (Fonte: HORTA, P.)

A inclinação adequada dos painéis solares depende do tipo de utilização mas recomenda-se seguindo a tabela seguinte.

Tabela 2.2 Inclinação recomendada em função do tipo de utilização (Fonte: SPES 2001)

Utilização	Inclinação
Verão	Latitude - 15°
Inverno	Latitude + 15°
Anual	Latitude - 5°

Variações de 10° relativamente à inclinação óptima afetam pouco o rendimento e a energia útil fornecida pelo equipamento solar. As imagens seguintes ilustram as curvas de penalização relativas à inclinação óptima para Verão, Inverno e anual para o exemplo de latitude 40°. Entre parêntesis está a energia dividida pela energia no plano horizontal (expressa em percentagem).

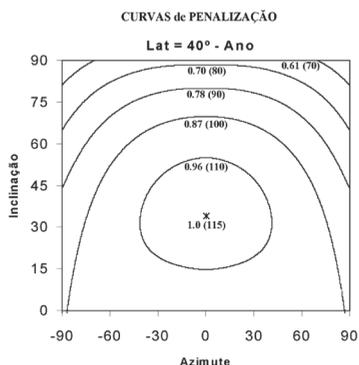


Figura 2.44 Exemplo de curvas de penalização para média anual (Fonte: INETI 2006)

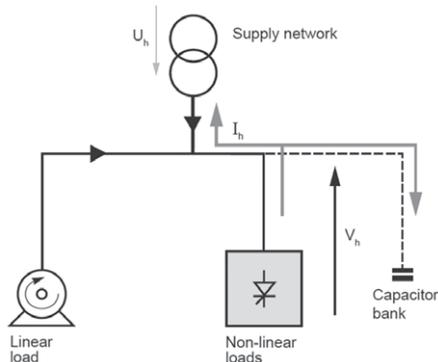


Figura 3.22 Diagrama de rede eléctrica simplificado (fonte: Schneider 2015)

3.3.9.2 Riscos de ressonância

A ligação de baterias de condensadores sem filtros (ou reactâncias) poderá resultar na amplificação de correntes harmónicas e o aumento de distorção harmónica em tensão. Os condensadores são cargas lineares e por este motivo não geram harmónicos, mas poderão potenciar a ocorrência de um fenómeno de ressonância. Se a frequência natural do sistema bateria de condensadores / rede for perto de uma dada frequência poderá ocorrer ressonância parcial, com os valores de tensão e de corrente aumentados ao harmónico da frequência em questão. A sobrecarga registada provocará uma sobre temperatura nos condensadores, provocando a degradação do dieléctrico e possível avaria. A ordem h_0 da frequência natural de ressonância entre a rede e a bateria de condensadores poderá ser estimada por:

$$h_0 = \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

Onde: S_{cc} é a potência de curto-circuito no ponto de ligação dos condensadores;

Q é a potência reactiva nominal da bateria de condensadores;

h_0 é a ordem da frequência natural f_0 , i.e., $h_0 = f_0/50$ para rede de 50 Hz; $h_0 = f_0/60$ para rede de 60 Hz.

Por exemplo, uma rede BT abastecida por um transformador de 1.000 kVA, com $u_{cc} = 4,5\%$ e onde existe uma bateria de condensadores de 300 kvar, teremos:

$$S_{cc} = \frac{S_n}{u_{cc}} = \frac{1.000}{0,045} = 22.222 \text{ kVA} \quad \text{e} \quad h_0 = \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}} = \sqrt{\frac{22.222}{300}} = 8,6$$

Para este exemplo, a frequência natural do sistema bateria de condensadores / rede estimada é de $f_0 = 8,6 \times 50 = 430$ Hz. Quando mais próxima da frequência natural se aproximar dos harmónicos presentes no sistema, maior poderá ser o efeito indesejável. No exemplo anterior poderão existir fortes condições de ressonância se na instalação existir elevadas correntes com o 9.º harmónico ($9 \times 50 = 450$ Hz, muito perto de $f_0 = 430$ Hz). Para estes casos a utilização de reactâncias em série com os condensadores poderá ser uma solução. O objectivo da instalação de filtros é evitar a amplificação de correntes harmónicas devido à ressonância. As figuras seguintes ilustram um diagrama do sistema rede / bateria com filtro e um armário de baterias de condensadores com filtros.

3.9.4 Sobretensões

3.9.4.1 Sobretensão momentânea (“Swell”)

Uma “Swell” é o “inverso” de uma cava de tensão. Existe um aumento na tensão AC durante 0,5 ciclos a 1 minuto. As causas mais usuais são ligações de neutro de alta impedância, reduções repentinas de carga elevada ou defeitos fase - terra em redes trifásicas. A figura seguinte ilustra uma “Swell”.

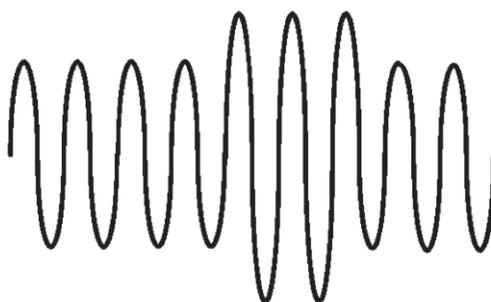


Figura 3.48 Swell (fonte: APC)

Uma “Swell” poderá provocar erros de dados, tremulação na iluminação, degradação de contactos eléctricos, danificação de material electrónico, degradação de isolamento, etc.

Uma das formas de minimizar os problemas causados será através da utilização de uma UPS ou de um condicionador de energia.

3.9.4.2 Sobretensão prolongada (“Overvoltage”)

Uma sobretensão prolongada pode ser resultado de problemas eléctricos de média / longa duração, podendo ser comparada a uma “Swell” mais extensa. Pode ocorrer quando, por exemplo, a regulação das tomadas dos transformadores a montante estão numa posição incorrecta. Este tipo de sobretensão poderá provocar disparo intempestivo de protecções, colocar equipamentos eléctricos em sobre-aquecimento e “stress”. A figura seguinte ilustra parcialmente uma sobretensão prolongada.

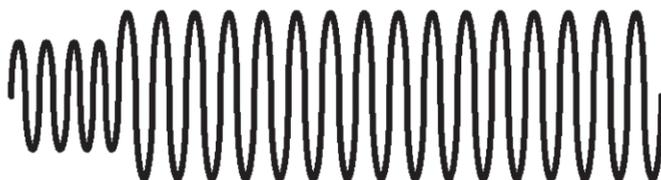


Figura 3.49 Sobretensão prolongada (fonte: APC)

Diagramas fotométricos

Para representar graficamente a intensidade luminosa para comparação entre fontes luminosas (lâmpadas ou sistema luminária + lâmpada) pode ser utilizado diagrama polar de intensidade luminosa.

Uma informação relevante sobre uma fonte luminosa é o conhecimento das intensidades luminosas (cd) emitidas nas diferentes direcções do espaço por essa fonte luminosa. A figura seguinte ilustra um exemplo de um diagrama polar de uma lâmpada.

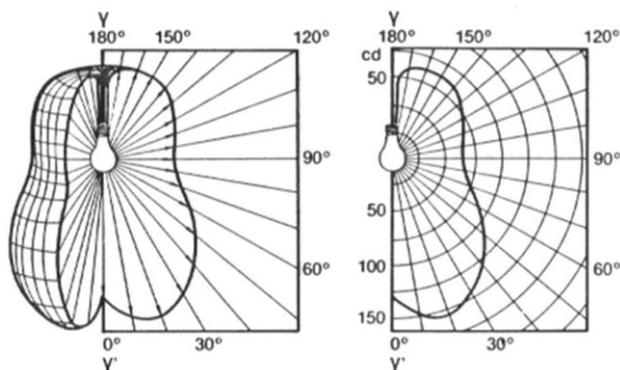


Figura 4.24 Diagrama polar fotométrico de intensidade luminosa de uma lâmpada

O diagrama polar é representado por várias curvas:

- A curva traçada (a cheio) é chamada a curva **fotométrica**. A curva fotométrica resulta da união dos pontos extremos dos vectores que representam os valores das intensidades luminosas nas diferentes direcções do espaço.
- As linhas circulares são chamadas curvas **isocandela**. São circunferências concêntricas com centro na origem e são o lugar geométrico dos pontos que representam o mesmo valor da intensidade luminosa.
- As curvas **radiais** representam as direcções da intensidade luminosa.

É usual na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1.000 lúmen (cd/klm).

Se o fluxo luminoso não for simétrico (igual em todas as direcções) o sistema de iluminação deve ser representado por mais do que uma curva fotométrica. A figura seguinte ilustra um exemplo onde existe necessidade de representar duas curvas fotométricas: uma longitudinal e outra transversal à direcção de uma lâmpada tubular fluorescente.

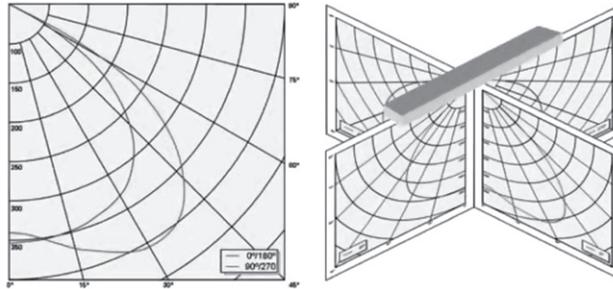


Figura 4.25 Exemplo de diagrama polar de intensidade luminosa de uma lâmpada fluorescente tubular com dois diagramas fotométricos

Além do diagrama polar existe uma representação alternativa das curvas fotométricas conhecida pelo diagrama ortogonal. A figura seguinte ilustra um exemplo de um diagrama ortogonal de um projector.

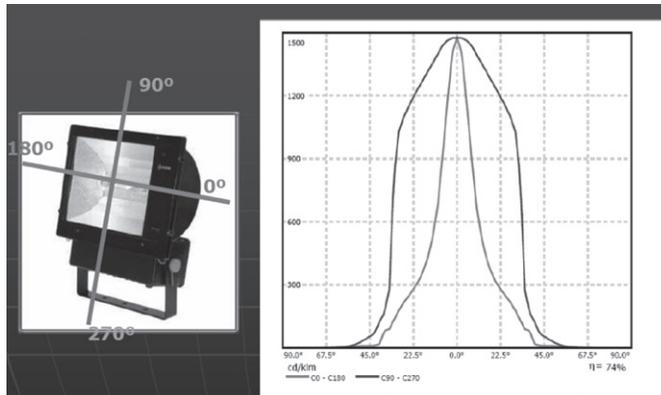
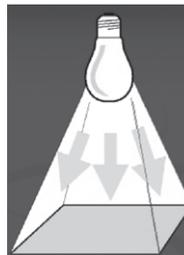


Figura 4.26 Exemplo de diagrama ortogonal de intensidade luminosa de um projector com duas curvas fotométricas

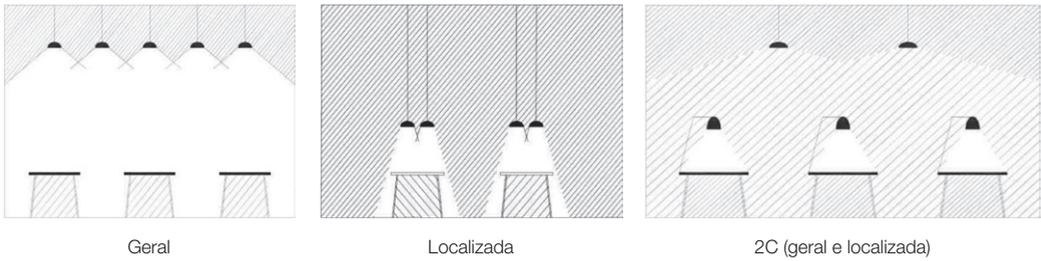
4.3.4 Iluminância ou nível de iluminação

É o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície. Unidade: lx (lux). Símbolo: E.

$$E \text{ (lx)} = \frac{\Phi \text{ (lm)}}{\square \text{rea (m}^2\text{)}}$$



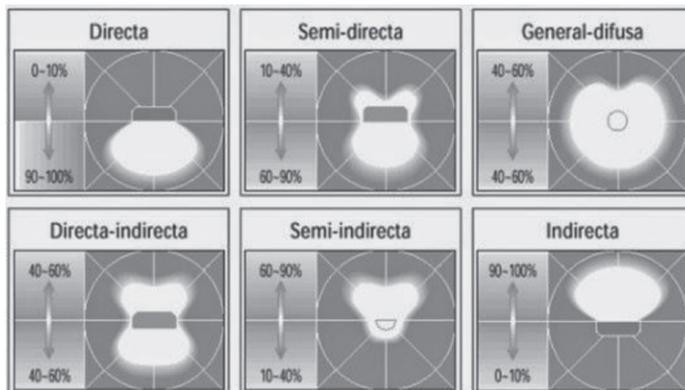
Se um fluxo luminoso de 1 lm incidir numa área de 1 m², a iluminância nessa área é de 1 lx ou de 1 lm/m².



Figuras 4.40 Tipos de localização (fonte: Antón, A.)

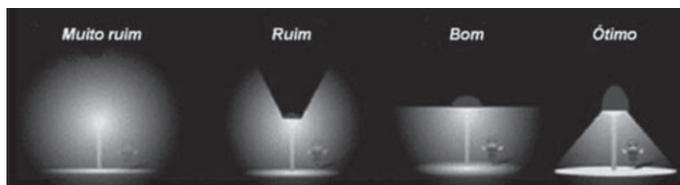
Uma das técnicas de economia de energia será a adopção 2C (geral e localizada), mantendo o nível de iluminação desejado para o plano de trabalho através de iluminação localizada e o nível de iluminação mais baixo para a iluminação ambiente. Por exemplo, num local com nível de iluminação recomendado de 1.000 lux e uniformidade de 0,7. Poderá ter iluminação localizada com 1.000 lux no local da tarefa e iluminação de 700 lux na restante área (áreas vizinhas).

A iluminação também pode ser directa, indirecta ou intermédia. A figura seguinte ilustra vários exemplos.



Figuras 4.41 Iluminações directa, indirecta e intermédias (fonte: Azuos, A.)

Como exemplo, a figura seguinte ilustra a adopção de tipos de iluminação exterior.

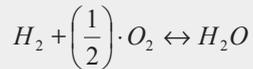


Figuras 4.42 Adopção de vários tipos de iluminação – exemplo para iluminação exterior (fonte: Labjor)

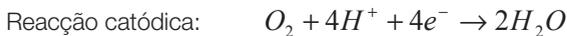
6.5 Pilhas de Combustível

6.5.1 Princípios

O processo de decomposição da água, mediante absorção de electricidade, é uma reacção electroquímica conhecida por **Electrólise**. Esta reacção pode-se estabelecer no sentido inverso, **Hidrólise**, gerando electricidade. A sua fórmula química reduzida pode ser representada por:



A reacção electrólise em sentido inverso é o que se dá nas denominadas Pilhas de Combustível, que são uma tradução literal directa da sua denominação inglesa "*Fuel Cells*". As pilhas de combustível são um conjunto empilhado ("*stack*") de células elementares nas quais se produz a reacção. Nesta reacção, a energia em jogo, em ambos os sentidos, é de 285,8 kJ/mol. Existindo um consumo contínuo de H_2 (Hidrogénio) e O_2 (Oxigénio), a reacção electroquímica mantém-se, produzindo água e electricidade, sem combustão. A reacção é de tipo global que ocorre na célula, no entanto, formam-se dissociações iónicas com as correspondentes migrações desde o ânodo (de iões negativos OH^- , CO^- , O^-), e desde o cátodo (de iões positivos H^+). Estas migrações se encontram equilibradas pelo circuito eléctrico externo da célula, pelo contínuo movimento de electrões. Assim, podemos representar as equações das reacções que se produzem na maioria das pilhas de combustível:



Para melhor compreensão do processo, representa-se esquematicamente a pilha de combustível:

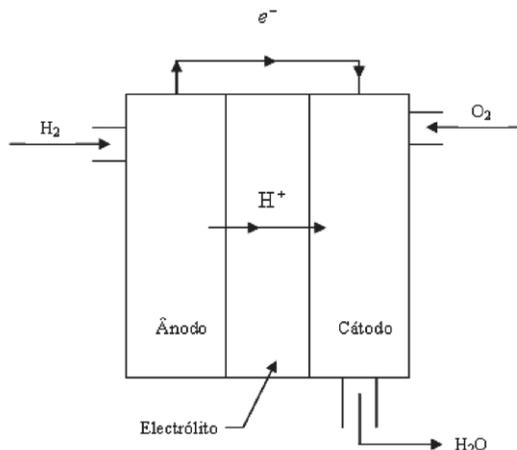


Figura 6.42 Esquema elementar de uma célula electroquímica de combustível

Para o mesmo perfil de consumos, quando comparado com um compressor de regulação carga/vazio, um compressor de velocidade variável poderá representar um redução até 35% dos consumos de energia. Esta redução é obtida através da anulação do tempo de funcionamento em vazio.

Quanto maior a gama de variação do compressor, maior a sua capacidade de se ajustar às flutuações de consumo. Os compressores de velocidade variável bem dimensionados, apresentam gamas de variação máximas na ordem dos 70-80%.

Os variadores de velocidade podem ser instalados no motor do compressor e no motor do ventilador.

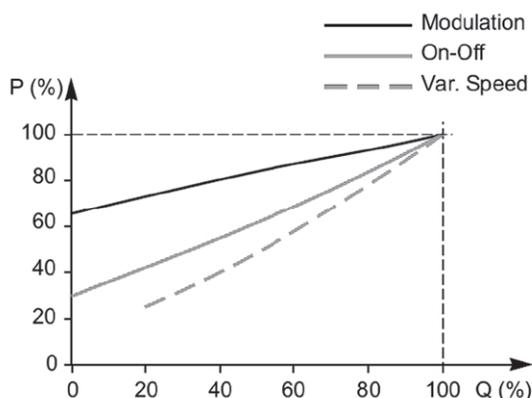


Figura 8.15 Comparação de métodos de controlo de compressores (Fonte: Schneider Electric, Cahier technique 214)

A figura seguinte ilustra uma comparação gráfica de custos e consumos de energia em sistemas padrão (carga / vazio) e em sistemas com variação electrónica de velocidade (VSD, *variable speed driver*).

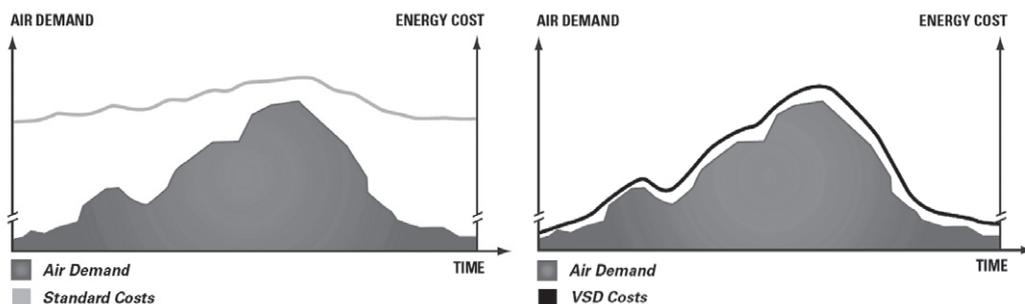


Figura 8.16 Comparação necessidades de ar e custos de energia em função do tipo de controlo padrão (carga / vazio), à esquerda e VSD, à direita (Fonte: Atlas Copco, 2006)

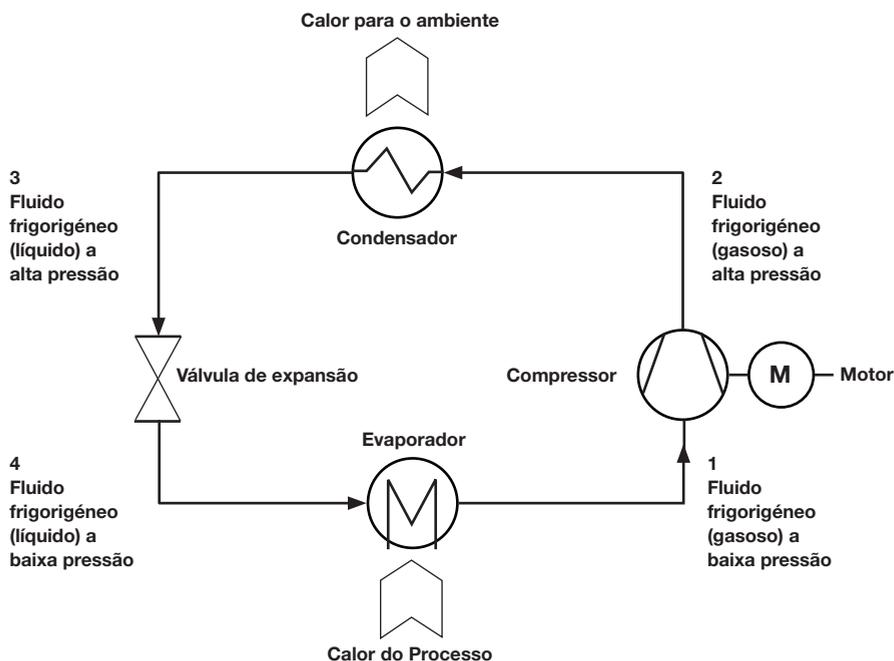


Figura 9.3 Ciclo frigorífico (Fonte: European Commission, 2006)

A transmissão de calor no processo de refrigeração pode realizar-se directamente através de um permutador de calor ou por via de um circuito secundário de arrefecimento, em especial se os riscos de contaminação derivados de fuga do fluido frigorígeno forem elevados. Na gama de temperaturas acima de 0 °C é frequente a utilização de água gelada.

- **Evaporador:** No interior do permutador de calor do evaporador, o fluido é vaporizado. O calor proveniente do espaço condicionado pelo evaporador provoca a evaporação (ou vaporização) do fluido a uma temperatura muito baixa, originando-se vapores a baixa temperatura e baixa pressão;
- **Compressor:** Através da tubagem que liga o evaporador ao compressor, este faz a aspiração dos vapores do fluido frigorígeno do evaporador, comprimindo-os para uma pressão mais elevada. Da compressão resulta, também, para o fluido, uma elevação da sua temperatura. Os compressores são usualmente instalados centralizados numa sala de máquinas. Há actualmente em utilização 3 tipos principais de compressores: alternativos ou de pistões, rotativos ou de parafuso, e centrífugos;
- **Condensador:** Normalmente, não se localiza centralizado. No seu permutador de calor é feita a transferência do calor trazido pelo fluido frigorígeno para um outro meio que poderá ser o ar ambiente. À medida que os vapores do fluido sob a forma de gás a alta pressão avançam no interior das tubagens do condensador, efectua-se a troca térmica, perdendo o sobreaquecimento que trazem da compressão e arrefecem até que se inicia a mudança de estado e se encontrem

habitação (novos e a reabilitar) é muito importante que, após a implementação de todas as medidas que promovem a máxima eficiência, sejam incorporados os sistemas de gestão de energia que permitam otimizar o desempenho do edifício durante a sua operação.

É ainda possível introduzir sistemas de controlo que simplificam e tornam mais eficiente a gestão dos recursos (energia e água), podendo estes ser mais ou menos automatizados. Por um lado, a introdução de um interruptor no quadro eléctrico, que desliga todos os circuitos que não aqueles que não precisam de ficar ligados enquanto não se está em casa, permite que à saída, com um simples gesto, se elimine todo o consumo desnecessário. Por outro lado, e sobretudo edifícios que dependem do consumo de energia para garantir condições estáveis de conforto térmico durante o ano, existem também os sistemas de domótica que, quando bem concebidos e implementados, facilitam uma gestão eficiente dos recursos.

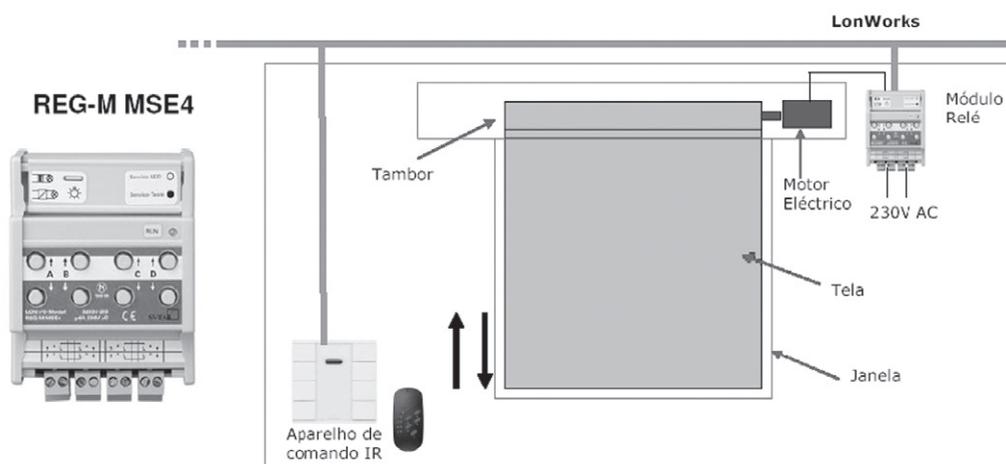


Figura 12.43 Exemplo de comando eléctrico de um sombreador (Fonte: Schneider Electric, 2009)

Os sistemas de domótica permitem o acompanhamento da evolução do conforto térmico de acordo com a efectiva utilização da habitação, podendo ser programados horários e temperaturas de conforto distintas para cada espaço e podem actuar sobre os circuitos de iluminação e também sobre estores eléctricos, caso existam, de modo a controlar os ganhos energéticos através da radiação solar.

12.8 Preparação de Águas Quentes Sanitárias (AQS)

A produção de águas quentes sanitárias constitui um dos principais consumos de energia no sector doméstico (aproximadamente 25%).

Calcular consumo de água: A considerar 40 litros/dia.pessoa

Outros sistemas de aumento de eficiência na iluminação em edifícios

- Sensores de nível de iluminação (crepusculares) e/ou de presença e/ou movimento
- Relógios programáveis ou astronómicos.



Figura 12.48 Fotografias de dois sensores (esquerda) e um relógio (à direita)

- Baixar a colocação de luminárias;
- Optimização do tipo de controlo de iluminação:
 Controlo por **deslastre**: é o mais comum, não depende do tipo de iluminação;

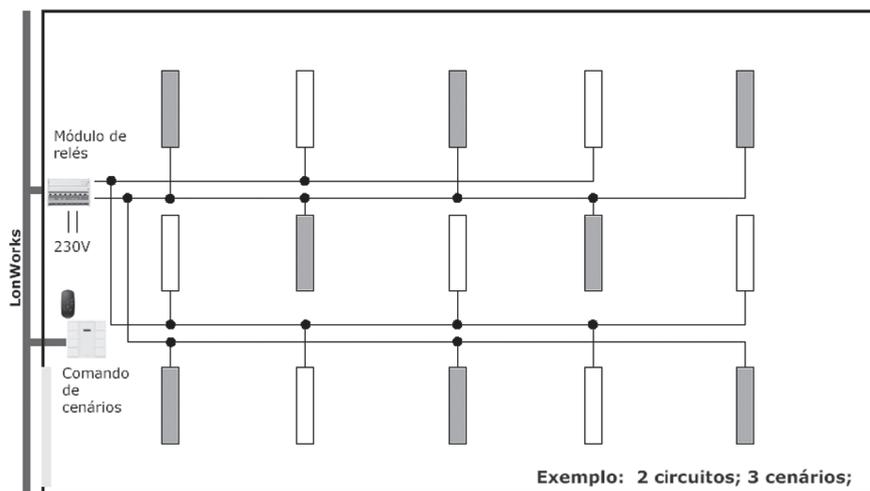


Figura 12.49 Exemplo de controlo de iluminação por deslastre de circuitos (fonte: Schneider Electric, 2009)

Controlo por **regulação contínua** (“dimming”): permite adequar o nível de iluminação, no entanto depende do tipo de iluminação;

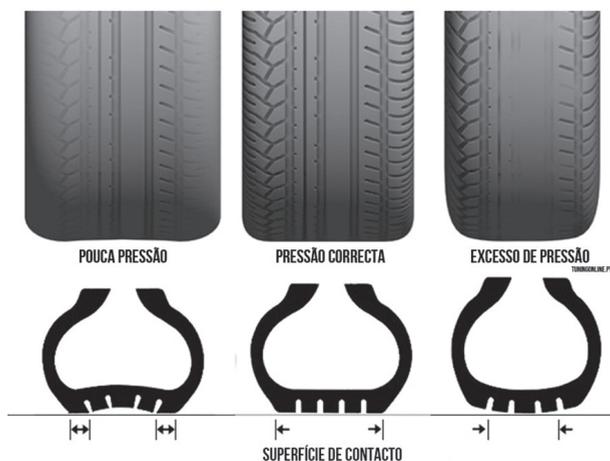


Figura 13.2 Superfícies de contacto dos pneus em função do tipo de pressão (fonte: tuningonline)

Recomenda-se a verificação mensal da pressão dos pneus, inclusive do sobresselente, preferivelmente com os pneus frios (que não tenham circulado mais de 4 quilómetros a baixa velocidade). Se se verificar em quente deve-se acrescentar 0,3 bar à pressão recomendada.

A conversão de **bar** para **psi** (*pound force per square inch* – Libra-força por polegada quadrada) é de 14,5 psi por cada bar. Exemplo: 2,0 bar = 2 bar × 14,5 psi/bar = 29 psi.

A tabela seguinte resume algumas equivalências de bar para psi e vice-versa.

Tabela 13.1 Resumo de algumas equivalências bar / psi

bar	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
psi	26,1	27,6	29,0	30,5	31,9	33,4	34,8	36,3	37,7	39,2	40,6	42,1

Importa referir a importância de um **alinhamento** correto da direcção, não só por motivos de economia de energia, mas também para melhor condução e para minimizar o aumento do desgaste dos pneus. Também a correcta **equilibragem** dos pneus, ajuda a prevenir o seu desgaste prematuro e a eliminar vibrações, maximizando a protecção à suspensão, direcção e transmissão do veículo.

Alguns fabricantes recomendam também a **rotação** de pneus, a cada 15.000 km. A permuta consiste em trocar os pneus entre eixos dianteiro/traseiro e de um lado ao outro, direito/esquerdo. Os pneus, ao mudar de posição, desgastam-se menos, permitindo poupar dinheiro e alargar a duração dos pneus.

13.3.3 Filtros

Os filtros de ar evitam que as impurezas contidas no ar, danifiquem internamente os componentes do motor. A mudança ou substituição dos filtros de ar contribuem não só para a redução dos consumos de

energia mas também para maior protecção do motor. Estudos demonstram que os filtros de ar sujos/colmatados poderão contribuir para a redução de potência até 15% e o aumento dos consumos de energia de 5 a 10%.

13.4 Lubrificantes

Alguns lubrificantes contêm aditivos para reduzirem o atrito provocado pelos componentes do motor em movimento. A sua utilização poderá conduzir a reduções do consumo de combustível até 3%.

13.5 Pneus

Embora os aspectos relacionados com a pressão e o estado dos pneus tenham sido já referenciados, a escolha do tipo de pneu também pode condicionar o consumo de energia do veículo. Deve-se privilegiar uma solução onde os pneus sejam todos do mesmo tipo. Na compra de um pneu, existe uma etiqueta informativa relativa à sua resistência ao rolamento (eficiência energética), à sua aderência no molhado (segurança) e ao ruído emitido (meio ambiente). A figura seguinte ilustra um exemplo de rotulagem mencionado para pneus C1 (carros ligeiros). Na etiqueta, a parte relativa à resistência ao rolamento encontra-se em cima à esquerda, a rotulagem relativa à aderência no molhado encontra-se em cima à direita e a parte relativa ao ruído encontra-se em baixo.

A classe de eficiência energética é definida de acordo com a escala A a G e é determinada com base no coeficiente de resistência ao rolamento (CRR). A tabela seguinte ilustra os CRR para as várias classes de pneus C1 (ligeiros), C2 e C3 (pesados).

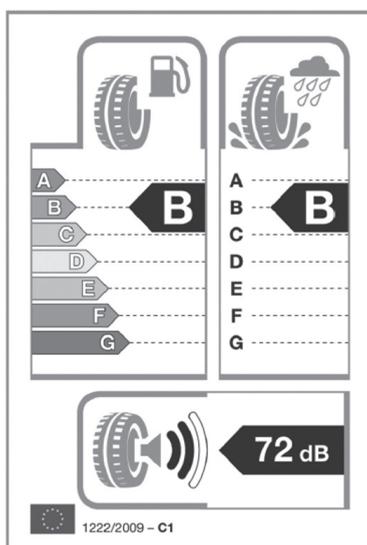


Figura 13.3 Rótulo dos pneus (fonte: Regulamento CE n.º 1222/2009 do Parlamento Europeu)

13.6.1 Veículos híbridos (Eléctrico + MCI)

Integram duas fontes de energia: motor de combustão interna (MCI) convencional com um motor eléctrico. A bateria armazena a energia eléctrica produzida pelo motor de combustão, fornecendo-a ao motor eléctrico que a transforma em energia mecânica. O motor de combustão, que tem como fonte um reservatório de combustível, pode accionar o gerador que carrega a bateria ou accionar directamente as rodas. Existem essencialmente três tipos de veículos eléctricos híbridos: série, paralelo e split.

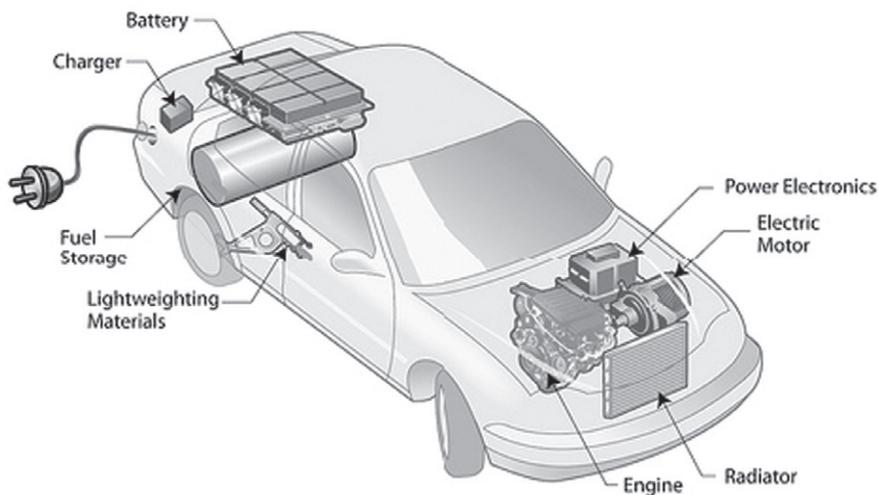


Figura 13.5 Exemplo de um veículo híbrido

Série

O motor a combustão acciona o gerador para gerar energia eléctrica, e o gerador pode tanto carregar as baterias ou alimentar um motor eléctrico que acciona as rodas.

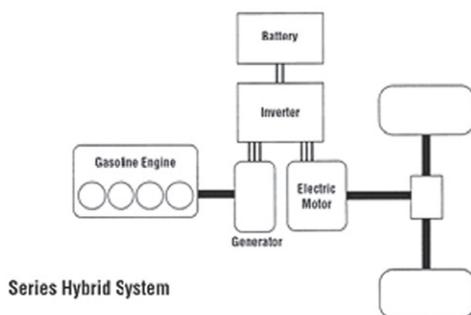


Figura 13.6 Veículo híbrido série

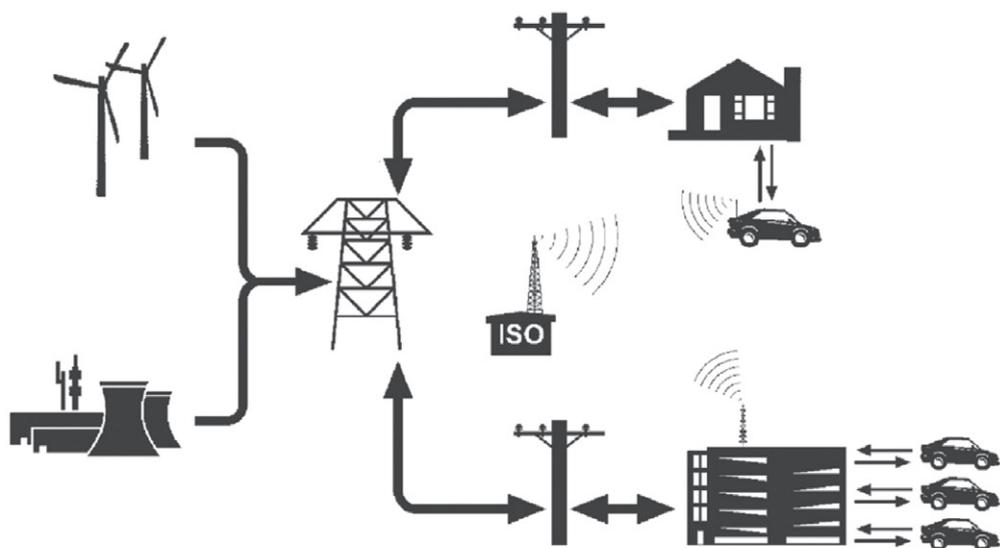


Figura 13.19 Diagrama ilustrativo do sistema de geração de energia V2G (fonte: VIEGAS, J.M. et al, 2006)

Para o funcionamento deste sistema basta que exista ligação do veículo à rede eléctrica e uma forma de comunicação entre o veículo e o operador da rede que lhe contratará o serviço de fornecimento de electricidade. Esta função pode ocorrer, quer de noite, quer durante o dia, quando os veículos estão parados. Poderá também funcionar independentemente do ISO (Independent System Operator – Operador Independente do Sistema), importando para o carro nas horas de vazio e exportando nas horas fora de vazio.