

MONITORIZAÇÃO DA BATERIA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS PARA EFICIÊNCIA DE UMA UPAC

Resumo

A transição energética exige soluções inovadoras que integrem de forma eficiente os setores da mobilidade elétrica e da produção descentralizada de energia. Este artigo explora a necessidade de criar soluções inovadoras que acompanhem o incentivo e inclinação da sociedade para a adoção dos veículos elétricos e os sistemas de autoconsumo. São apresentados cenários práticos que demonstram como certos parâmetros da bateria de um veículo elétrico podem influenciar os métodos de decisão de uma Unidade de Produção para Autoconsumo (UPAC) e, consequentemente, tornar o sistema mais eficiente. A forma como se lida com um determinado parâmetro depende significativamente das configurações da UPAC e neste artigo vão ser especificados como certos ajustes podem maximizar o aproveitamento de energia e assegurar tanto a sustentabilidade do sistema como a longevidade da bateria do veículo.

Palavras-chave: Veículo elétrico; Unidade de Produção para Autoconsumo; Otimização energética; Sistema de gestão de baterias; Eficiência energética.

1. Introdução

A transição para uma matriz energética descarbonizada e resiliente constitui um dos maiores desafios globais do século XXI. Neste cenário, duas tendências emergem como pilares fundamentais: a produção descentralizada de energia renovável e a eletrificação do transporte. Em Portugal, tal como noutras geografias, a proliferação de Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC), predominantemente baseadas em tecnologia fotovoltaica, tem permitido que consumidores residenciais, comerciais e industriais gerem a sua própria eletricidade, reduzindo a dependência da rede elétrica e das emissões de gases com efeito de estufa. Como se verifica no gráfico da Figura 1, a produção de eletricidade fotovoltaica através de UPACs tem aumentado exponencialmente e tem contribuído de forma significativa para a redução das emissões de CO₂ [1].

Paralelamente, o setor da mobilidade atravessa uma transformação profunda, impulsionada pela massificação dos veículos elétricos (VEs). Estes representam não apenas uma alternativa de zero emissões diretas, mas também um ativo energético flexível com potencial para interagir de forma

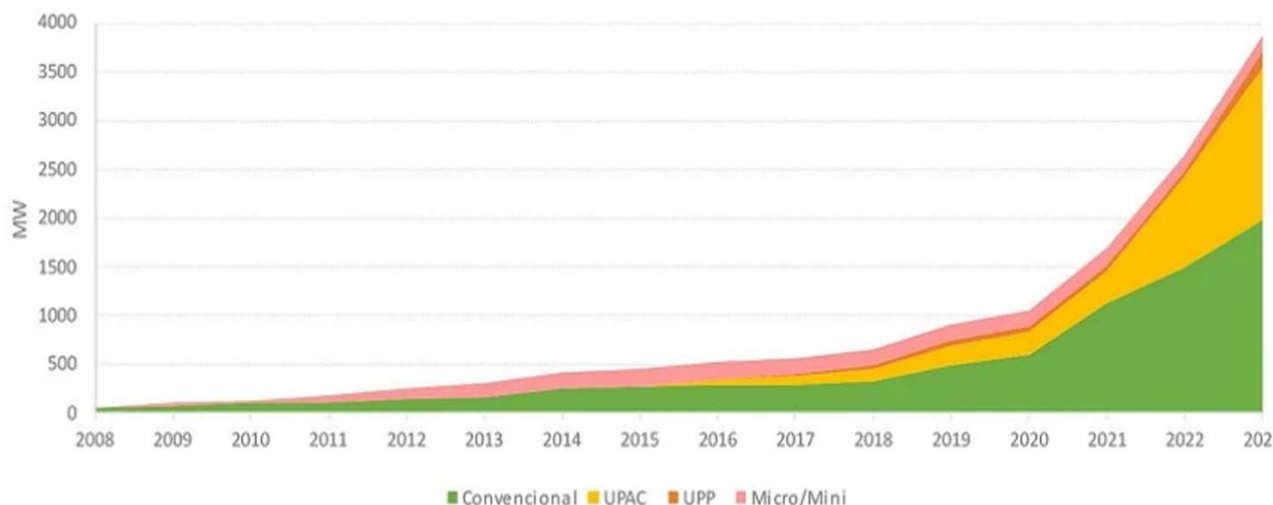


Figura 1. Evolução da Potência instalada por regime [1]

ativa com o sistema elétrico. No entanto, a integração massiva de VEs representa também um novo desafio para a gestão da rede, devido ao aumento previsto da procura elétrica e à sua eventual concentração em determinados períodos.

Atualmente, estes dois vetores de transição energética — produção descentralizada e mobilidade elétrica — evoluem maioritariamente de forma isolada. As UPACs operam para otimizar o autoconsumo imediato ou o armazenamento em baterias estacionárias, enquanto os VEs são tipicamente vistos como meras cargas passivas a serem abastecidas. Esta desconexão representa uma oportunidade perdida para criar sinergias de eficiência sistémica.

O presente trabalho parte da premissa de que a monitorização em tempo real e a comunicação de parâmetros críticos da bateria do VE — tais como o Estado de Carga (SoC), o Estado de Saúde (SoH), temperatura, tensão e corrente — para a unidade de controlo de uma UPAC podem ser o catalisador para essa sinergia. Ao ter acesso a estes dados, o sistema de gestão da UPAC pode passar de uma lógica de operação estática ou pré-programada para uma tomada de decisão dinâmica e inteligente. Esta decisão pode otimizar o fluxo de energia renovável, priorizando o carregamento do VE em momentos de excedente solar, ajustando a potência de carga para preservar a longevidade da bateria, ou mesmo utilizando a capacidade de armazenamento do veículo para suprir cargas locais através de tecnologia *Vehicle-to-Grid* (V2G) em períodos de baixa produção.

2. Métodos de monitorização da bateria

Os veículos elétricos são desenvolvidos com um alto nível de tecnologia embarcada, estando dependentes de microcontroladores e processadores. Sendo assim, é cada vez mais habitual que estes sejam integrados com sistemas de monitorização e conectividade que permite que vários componentes sejam controlados de forma remota. Contudo,

há veículos que não tem estas capacidades integradas e necessitam de sofrer adaptações para que os seus parâmetros possam ser monitorizados.

2.1. Telemática integrada

Os veículos mais evoluídos tecnologicamente são integrados com um módulo de telemática que permite uma conexão por rede móvel (4G ou 5G). Assim, o carro consegue receber e enviar informações dos vários sistemas para um aplicativo móvel [3].

Marcas como Mercedes e Tesla são exemplos de marcas que contém conectividade móvel integrada permitindo ao veículo estar sempre online e interagir com outros serviços. Da mesma forma que os dados dos Teslas são enviados e acedidos numa plataforma de nuvem, uma UPAC pode também se conectar e guardar os valores registados como mostra a Figura 2. A UPAC, por sua vez, teria de ser adaptada com uma central de controlo para que possa aceder diretamente a esses dados na nuvem do fabricante.



Figura 2. Processo de transmissão de dados de um veículo com capacidade de telemática até uma UPAC

2.2. Conexão *On-Board Diagnostics-II* (OBD-II) e envio para uma nuvem

Veículos sem telemática integrada necessitam de ferramentas externas para que os dados dos diversos sistemas possam ser controlados. Para isto, usa-se um dispositivo OBD-II que é conectado à porta OBD-II do veículo.

Esta porta está presente em todos os carros e tem acesso a todos os sistemas. Ao se aceder ao barramento desta porta OBD-II, as informações de bateria e dos outros sistemas ficam acessíveis [4].

Este método tem de ser complementado com um microcontrolador que solicite o valor de um determinado parâmetro, que armazene os dados obtidos e que se conecte a uma nuvem para permitir o envio dos dados. Na Figura 3 mostra-se que com a UPAC também conectada à Internet, esta consegue aceder à nuvem e retirar os valores de bateria obtidos pelo dispositivo OBD-II [3].

3. Sistema de controlo da bateria

Um veículo, seja ele de combustão ou elétrico, é composto que vários componentes que interligados formam diversos sistemas denominados *Electronic Control Unit* (ECU). A sua principal função é coletar informações e tomar decisões que garantam o comportamento adequado para o veículo. O sistema mais relevante para o artigo é o *Battery Management System* (BMS) que se limita ao controlo da bateria e é responsável pela monitorização, proteção, verificação do estado operacional e otimização.

O BMS tem a capacidade de obter parâmetros como a temperatura, a tensão, a corrente, a impedância/condutância, a bateria atual e o balanceamento de células.

Neste artigo, quando se aborda a monitorização de um veículo ao nível da bateria, o que se pretende é garantir uma comunicação entre o BMS do veículo e a UPAC.

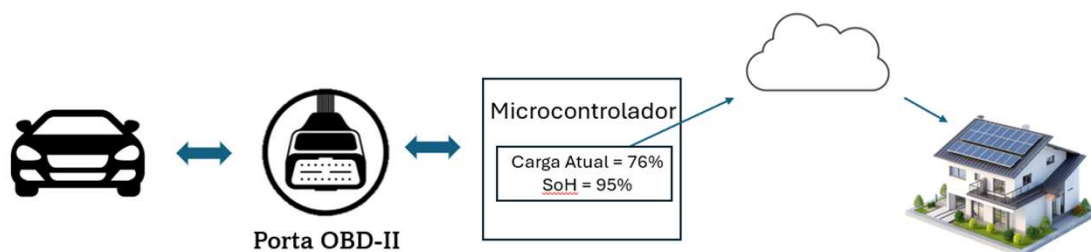


Figura 3. Transmissão de dados até uma UPAC utilizando o componente OBD-II

Esta comunicação permite garantir a normalização dos valores de corrente e tensão das células para assegurar proteção elétrica nos processos de carga e descarga através da análise dos limites estabelecidos na Figura 4.

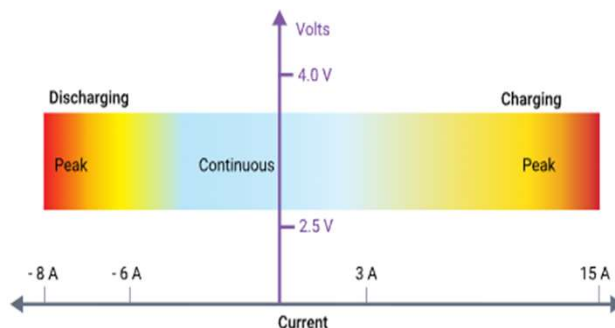


Figura 4. Limites de tensão e corrente da bateria [5]

Além da corrente, a temperatura é fundamental para maximizar o desempenho da bateria, pois esta componente afeta a sua impedância. Sendo assim, o BMS atua no sentido de estabilizar a temperatura segundo os valores da Figura 5 através de aquecimento e arrefecimento. Quando associado a uma UPAC, a monitorização da temperatura permite que ela utilize algoritmos que ajustem a corrente fornecida, adaptando o fluxo de energia às condições térmicas ideais da bateria.

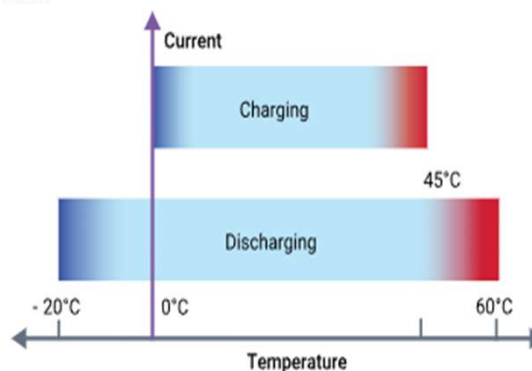


Figura 5. Limites de temperatura da bateria [6]

4. Influência dos dados na tomada de decisão

Quando um veículo elétrico está a ser carregado, este é considerado um “consumidor” da rede. Quando associado a uma UPAC, a energia renovável aproveitada é usada para o carregar. Contudo, o fluxo de energia vai depender das configurações da UPAC e dos métodos de decisão, sendo estes dependentes do seu estado de produção e dos valores obtidos na monitorização do veículo. A Figura 6 mostra a sequência de processos num sistema que combine a monitorização dos parâmetros da bateria com o funcionamento da UPAC.



Figura 6 - Processo desde obtenção dos dados até chegada destes à UPAC

Nos próximos exemplos são descritos cenários que demonstram como a monitorização dos vários parâmetros da bateria do veículo influenciam as tomadas de decisão da UPAC maximizando a utilização da sua energia produzida.

4.1. Carga Atual

Cenário 1 – Nível de carga atual determina o momento de carregamento

Partindo do princípio que o carregamento do veículo atua como uma carga secundária, apenas em momentos de excesso de energia é que o sistema considera o carregamento do veículo. Contudo, o carregamento só deverá acontecer se a monitorização assim o indicar. O nível de bateria baixo conjugado com a excedente produção de energia é considerado o momento ideal para carregamento, garantindo aproveitamento de toda a energia elétrica.

Cenário 2 – Urgência de carregamento

Um sistema que pretenda garantir ao utilizador disponibilidade constante do veículo precisa de garantir uma

carga mínima. Considerando que o utilizador pretende ter pelo menos 40% de bateria para fazer uma viagem, a obtenção da carga atual através da monitorização vai permitir ao sistema tomar a decisão se deve ou não priorizar o carregamento do veículo. No caso de o sistema retirar 60% de bateria, a decisão vai ser alimentar as outras cargas, mas ao verificar um valor de 20%, vai ser priorizado o carregamento do carro.

Cenário 3 – Planeamento de carregamento evitando utilização da rede elétrica durante a noite

Um sistema que esteja configurado para minimizar o uso da rede elétrica vai sempre funcionar segundo os valores de produção da UPAC. No final do dia, um valor de bateria baixo conjugado com a baixa produção de energia exigiria utilização da rede elétrica para carregar o veículo. Contudo, a monitorização da bateria permite ao sistema decidir se deve aguardar pelo dia seguinte para utilizar a energia produzida pela UPAC ou se a energia que está a produzir naquele momento é suficiente para carregar o veículo.

Cenário 4 – Equilíbrio do consumo em dias de baixa produção da UPAC

Em dias em que a UPAC apresente limitações energéticas, é possível criar métodos para maximizar a sua produção de energia e evitar que se utilize de forma desnecessária a rede elétrica. O que acontece nestes casos é limitar o carregamento do veículo até um valor considerado “suficiente” de modo a manter energia noutras cargas. Por exemplo, ao se definir uma carga suficiente de 70%, ao registar esse valor na monitorização, o carregamento seria interrompido e a energia direcionada para as restantes cargas. Assim, a utilização da energia gerada pela UPAC era gerida de forma equilibrada, garantindo uma carga mínima ao veículo e uma reserva para as restantes cargas.

Cenário 5 – Balanceamento energético

Esta situação é bastante semelhante ao cenário anterior.

Contudo, este contexto surge quando existem vários carros para carregar. O melhor exemplo para apresentar este contexto é num stand de automóveis. Nestes casos, o sistema tem de garantir que todos os veículos têm uma carga mínima para poderem ser utilizados. Com a monitorização, é possível decidir para onde deve a energia ser direcionada. Considerando um valor mínimo de 80%, os veículos que apresentarem valores de carga abaixo disso terão carregamento prioritário.

Cenário 6 – Carga atual para utilizar Tecnologia Vehicle-to-Grid (V2G)

A Tecnologia V2G é um método onde os Veículos Elétricos (VEs) funcionam como baterias móveis, ou seja, armazenam energia e funcionam de forma bidirecional. Numa situação de grande demanda energética onde a UPAC não consegue cobrir todas as cargas, o sistema pode solicitar energia aos VE que a ele estiverem conectados. Contudo, apenas vai saber se pode ou não receber energia do veículo se a monitorização da carga atual assim o indicar. Desta forma a rede é estabilizada e é permitido o uso de energia armazenada distribuída.

4.2. Estado de Saúde da Bateria (SoH)

Os seguintes cenários mostram como a monitorização do estado de saúde da bateria condicionam as ações da UPAC:

Cenário 1 – Veículos com melhor SoH tem prioridade de carregamento

Como visto anteriormente, o estado da bateria pode afetar o tempo de carregamento e, consequentemente minimizar o aproveitamento da energia gerada. Veículos com SoH baixo, ao exigirem mais esforço da rede e mais tempo de carregamento, são colocados como “não prioritários”. Assim, o sistema toma as decisões de prioridades de modo a direcionar energia de forma eficiente para veículos com maior capacidade de armazenamento.

Cenário 2 – Ajuste na intensidade de carregamento

Para evitar degradação contínua da bateria de um veículo com SoH baixo, a intensidade de corrente no processo de carregamento tem de diminuir. Ao monitorizar o SoH, o sistema toma a decisão de aplicar uma corrente reduzida. Uma das estratégias consiste em aplicar cálculos matemáticos para determinar a corrente ideal para a bateria consoante os valores de tensão e impedância obtidos na monitorização.

4.3. Temperatura, tensão e corrente

Os próximos cenários irão descrever situações onde a monitorização da temperatura, tensão e corrente afetam as decisões de uma UPAC.

Cenário 1 – Temperatura da bateria elevada obriga a um ajuste de corrente

Em dias mais quentes é possível que a temperatura da bateria aumente durante o processo de carregamento. Nestas situações, a monitorização indica a necessidade de reduzir a corrente de carregamento para evitar sobreaquecimento. Desta forma o fluxo de corrente acontece de forma controlada e a UPAC garante um carregamento seguro para a bateria.

Cenário 2 – UPAC identifica a melhor forma de carregamento consoante diferentes características de bateria.

As características das baterias variam de carro para carro, logo vão exigir diferentes condições no processo de carregamento. Ao realizar a monitorização de corrente e SoH, o sistema pode realizar algoritmos que cumpram as necessidades ideais de corrente para carregamento.

5. Conclusões

Este artigo demonstra que a monitorização em tempo real da bateria do veículo elétrico é fundamental para otimizar a eficiência de uma UPAC. Apesar de neste artigo se verificar que ainda existem poucas ligações práticas entre os dois setores, foi demonstrado que ambos podem ser relacionadas de modo a maximizar a eficiência de cada uma. Os cenários apresentados no artigo funcionam como soluções para integrar a monitorização dos parâmetros da bateria num sistema de UPAC.

Ao longo do artigo é possível verificar que fatores como a direção do fluxo de energia e a intensidade de corrente podem ser controladas consoante os valores obtidos na monitorização e que esta adaptação dinâmica entre veículo e UPAC tornam o sistema mais eficiente e sustentável.

No futuro, a inteligência artificial vai tornar as UPACs capazes de realizar algoritmos que ajustem dinamicamente o fluxo de energia consoante as necessidades em tempo-real. Com o tempo, a eficácia desses algoritmos e deteção de padrões de consumo podem levar a que a distribuição de energia seja feita de forma automática, ajustando a produção e consumo de energia. Esta convergência é um passo decisivo para sistemas energéticos mais resilientes, eficientes e preparados para a descarbonização.

Referências

- [1] B. d. P. -. Eurossistema, O aumento na utilização de fontes de energia renováveis tem sido crucial para a redução das emissões de carbono em Portugal, 2023.
- [2] S. Freitas, “O crescimento do fotovoltaico descentralizado em Portugal,” Instalador, 7 junho 2024. [Online]. Available: <https://www.oinstalador.com/Artigos/558847-O-crescimento-do-fotovoltaico-descentralizado-em-Portugal.html>
- [3] “Telemática: Um dia completo,” Webfleet, [Online]. Available: https://www.webfleet.com/pt_pt/webfleet/fleet-management/glossary/telematics/
- [4] “Monitoramento avançado de bateria VE com dispositivos de leitura de dados OBD,” Teltonika, [Online]. Available: <https://teltonika-gps.com/pt/use-cases/emobility-management/advanced-ev-battery-monitoring-with-obd-data-reading-devices>
- [5] “Battery Management System: A comprehensive guide to Automotive BMS ECU,” Ambien Empowering With Innovation, [Online]. Available: <https://www.embien.com/automotive-insights/automotive-bms-ecu-battery-management-system-for-evs>
- [6] “What is a Battery Management System?,” Synopsys, [Online]. Available: <https://www.synopsys.com/glossary/what-is-a-battery-management-system.html>