

Veículos elétricos

Sistema de gerenciamento de energia para otimização do carregamento

O sistema de gerenciamento aqui relatado foi concebido para controlar parques de carregamento de veículos elétricos juntamente com recursos de energia renovável, vis-à-vis os limites de demanda contratada. Desenvolvido no contexto do projeto de P&D “Eletroposto Celesc”, que inclui a microrrede e-Park, o sistema foi criado usando simulação de cenários de disponibilidade de recursos e testes de comunicação. O artigo apresenta as estratégias utilizadas.

Flávio de Faveri, Marcelo O. Godinho, Jorge G. Schmidt, Rodrigo A. S. Kraemer, Cesare Q. Pica e Marcos A. Izumida – Centro de Energia Sustentável da Fundação Certi
Marco A. Giancesini e Thiago Jeremias – Celesc P&D, Celesc Distribuição

À medida que as economias globais avançam em direção ao uso de energia mais sustentável, juntamente com a busca de governos por taxas aceitáveis de emissão de gases de efeito estufa nas próximas décadas, políticas recentes têm tentado motivar a adoção de veículos totalmente elétricos (VEs) [1]. De fato, a eletrificação do transporte está expandindo-se rapidamente, embora muitas cidades continuem a apoiar a produção e consumir outros tipos de combustíveis [2, 3]. No entanto, como também mencionado em [1] e [4], em termos de participação de mercado, a adoção de VEs ainda é baixa. Parte das dificuldades de adoção decorrem de barreiras técnicas como a infraestrutura de carregamento [4, 5]. Assim, considerando um esforço para manter um cenário que dê suporte à expansão constante do número de VEs nos próximos anos, o crescimento da infraestrutura de recarga deve continuar para não restringir o uso desses veículos.

No caminho dessa expansão, existem limitações consideráveis no sistema de distribuição de energia quando se considera a alimentação de um grande número de VEs. Nesse cenário, operações de carregamento sem controle causariam problemas como sobrecarga da rede [6], desligamentos [7], quedas de tensão e desequilíbrios de tensão [8]. Por outro lado, além de atender às restrições da distribuição de energia, é também necessário contar com infraestrutura de comunicação robusta entre estações de carregamento e sistemas de controle quando for preciso coordenar muitas operações de carregamento [9, 10].

Técnicas de carregamento inteligente como estratégias de resposta a demanda, incluindo preços dinâmicos [11], são algumas das abordagens atualmente aplicadas para reduzir os impactos das operações de carregamento de VEs e coordená-las com os recursos energéticos disponíveis localmente. Em [12-14],

relata-se o gerenciamento do carregamento rápido de VEs no horário de pico de demanda, por meio da diminuição da velocidade da operação de carregamento. Em [15], os autores apresentam uma técnica de gerenciamento que ajusta as correntes de carga e descarga dinamicamente, para rede-veículo (G2V, de *grid-to-vehicle*) e veículo-rede (V2G, de *vehicle-to-grid*). No entanto, neste caso, a estratégia depende completamente das informações do estado da carga (SoC, de *state-of-charge*) da bateria do VE, que estão disponíveis apenas para determinados protocolos de carregamento, por exemplo CHAdeMO.

Portanto, para constituir uma solução confiável, os sistemas de carregamento de VEs desenvolvidos nos próximos anos precisarão não apenas coordenar várias operações de carregamento mas também coordenar o seu funcionamento com o de fontes de energia renováveis e com as restrições do sistema de distribuição, em muitos casos sem a necessária comunicação de alto nível para os VEs. Neste contexto, este trabalho pretende demonstrar a implementação, testes e resultados de um sistema de



e-Park: laboratório vivo permite integração de estações de carregamento de veículos elétricos, estação V2G e recursos distribuídos de energia

gerenciamento de energia (EMS, de *energy management system*) usando uma plataforma *Hardware-in-the-Loop* (HIL), considerando um cenário real. A seguir, apresenta-se o estudo de caso do e-Park, um projeto em desenvolvimento no Brasil.

Estudo de caso e-Park e sua estrutura

O e-Park foi concebido em 2018 como um laboratório vivo, permitindo a integração de estações de carregamento de VEs, estações V2G e recursos distribuídos de energia. Seu desenvolvimento ocorreu no âmbito do projeto denominado “Eletroposto Celest”, iniciado em 2015. O principal objetivo do e-Park é proporcionar a melhor experiência de recarga aos usuários, sem afetar a rede de distribuição ou a necessidade de ampliar a infraestrutura elétrica no local da unidade consumidora. No entanto, este laboratório é também utilizado como plataforma de desenvolvimento para elaboração e teste de estratégias de gestão de energia, modelos de negócio e tecnologias de carregamento inteligente.

As figuras 1 e 2 mostram respectivamente a topologia do e-Park e seu local de instalação, que é um estacionamento público em Florianópolis, SC, com possibilidade de alta rotatividade de VEs durante o dia.

Os componentes principais do e-Park são um controlador lógico programável (CLP), três estações do tipo 2 com dois controladores de carregamento c.a. de veí-

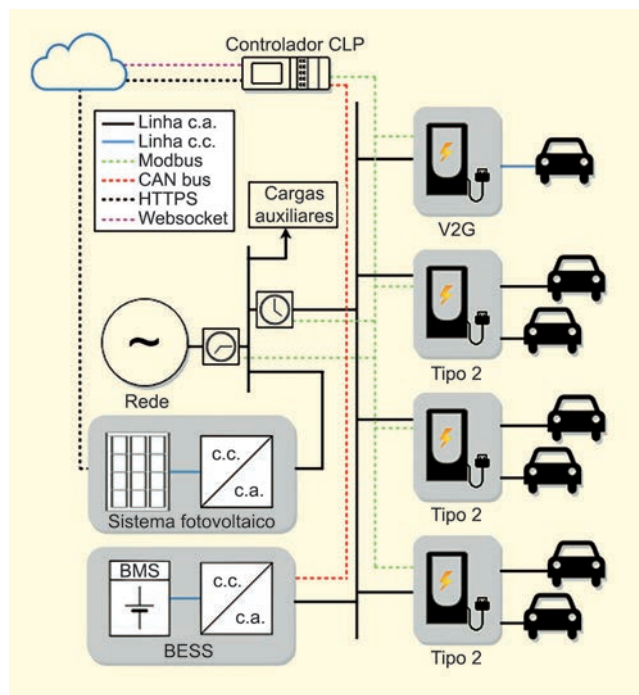


Fig. 1 – Topologia do e-Park

los elétricos (CCVEs), de 22 kW cada, um sistema de armazenamento de energia em baterias (BESS, de *battery energy storage system*) de 30 kWh, com um inversor de 20 kW conectado à rede, e uma estação V2G de 10 kW com protocolo CHAdeMO. Cada conector de carregamento possui seu próprio medidor de energia e se comunica com o CLP através de protocolo Modbus. O BESS e seu inversor são conectados ao CLP usando protocolo CAN. O medidor da unidade consumidora, também conectado ao CLP através do protocolo Modbus, mede o consumo geral incluindo a potência consumida pelas cargas au-

xiliares locais. A unidade consumidora possui uma usina fotovoltaica (FV) de 490 kWp, sendo 25 kWp dedicados ao e-Park. Periodicamente, o CLP adquire os dados de geração através de requisições HTTPS.

O CLP utiliza *Open Charge Point Protocol* (OCPP) sobre *Websocket* [16] para se comunicar com uma aplicação *web* (que funciona como sistema central OCPP, ou SCO) e trocar dados referentes a todas as transações executadas pelas estações de recarga. O condutor do VE (usuário do e-Park) acessa a mesma aplicação *web* através de um *smartphone* ou com um protocolo *wireless* de grande alcance (por exemplo, conexão 4G/5G) já existente em alguns VEs (como os modelos Tesla). Assim, o usuário do e-Park pode iniciar ou parar remotamente as operações de carregamento.

De outro lado, o Operador do Ponto de Carregamento (OPC) e o Operador do Sistema de Distribuição (OSD) acessam a aplicação *web* para monitorizar e explorar financeiramente o e-Park. Vale ressaltar que o protocolo OCPP também fornece meios para que o OPC utilize estratégias de resposta à demanda e alivie a rede de distribuição. No entanto, neste estudo de caso se considera um contrato de demanda fixa, com limite máximo de potência.



Fig. 2 – Local de instalação do e-Park

O contrato de demanda do consumidor, neste caso, é limitado a 50 kVA, enquanto a carga total pode chegar a 162 kVA, considerando todos os conectores de carregamento e o BESS em plena potência de carregamento. Portanto, o EMS deve atuar limitando a potência disponível para os conectores de carregamento quando necessário, despachando ou carregando

Veículos elétricos

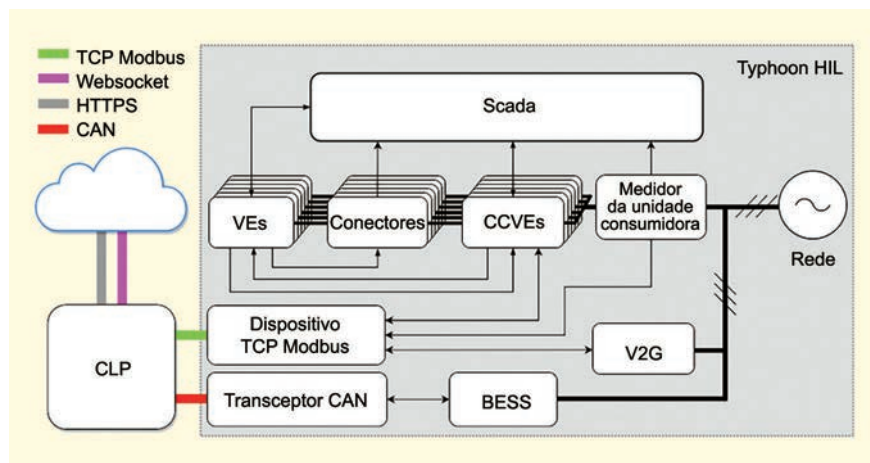


Fig. 3 - Diagrama simplificado de emulação do e-Park com Typhoon HIL 602+

o BESS e decidindo se utiliza ou não o V2G. A seguir se apresenta uma série de simulações em tempo real usando *Hardware-in-the-Loop* (HIL) para implementar e testar com segurança o EMS.

Implementação do EMS em HIL

A tecnologia HIL foi introduzida nas últimas décadas e se tornou uma etapa padrão nos estágios de projeto e otimização de controladores. Essa tecnologia é especialmente útil para implementar e testar esquemas de controle de sistemas de energia, onde a capacidade real de substituição de recursos é baixa e os tes-

tes envolvem riscos de algum tipo. Além disso, em muitas situações, simulações em tempo real com HIL custam menos tempo e dinheiro do que testes físicos [17], o que também é válido para o e-Park.

O EMS implementa uma série de regras, como em uma árvore de decisão. A aplicação do CLP acessa periodicamente os dados recebidos de todos os medidores, dos CCVEs, do BESS e da estação V2G, antes de efetuar uma ação. Além disso, sempre que uma transação entre o VE e o e-Park começa ou termina, é iniciada uma nova execução da árvore de decisão. O conjunto de regras escolhido é resumido a seguir:

- a demanda contratada nunca deve ser ultrapassada;
- o BESS deve economizar energia para estar pronto para usá-la nos horários de pico de demanda;
- os modos de descarga V2G são usados apenas durante o horário de pico de demanda;
- a energia fotovoltaica é usada principalmente para carregamento do BESS;
- a potência permitida aos CCVEs não deve levar em conta a geração de energia FV em curso;
- os VEs que chegam mais tarde têm prioridade sobre os que carregam há mais tempo; e
- as solicitações OCPP devem ser aceitas (e executadas) ou rejeitadas o mais rapidamente possível.

Portanto, o EMS calcula constantemente a energia disponível para carregamento de VEs e calcula a referência de corrente de cada CCVE depois de percorrer sua árvore de decisão, bem como as referências de energia do BESS e V2G. As camadas de comunicação têm uma importância considerável para o funcionamento do e-Park, uma vez que todas as ações do EMS depen-

PRENSA CABOS
Garanta segurança
e integridade das
conexões

MADE FOR REAL®

www.hellermannntyton.com.br
11 4815 9090



Esperamos por você
na FIEE 2023
Venha visitar nosso stand: N11

Grau de proteção IP67
(proteção contra poeira
e à prova d'água);

Alta resistência à
ancoragem dos cabos;

Certificado conforme
norma IEC 62444;

HellermannTyton

Os Prensa Cabos HellermannTyton são ideais para fixação e retenção dos cabos em equipamentos elétricos. Disponíveis em três padrões de rosca, os produtos trazem versatilidade aos mais variados tipos de projetos de equipamentos elétricos, contribuindo para um perfeito sistema de proteção dos cabos.



Acesse mais informações através do QR Code

dem das medições, informações dos CCVEs e solicitações OCPP. Assim, a simulação criada utiliza os mesmos protocolos de comunicação e roda conectada ao CLP, como no projeto real do e-Park.

A figura 3 apresenta o diagrama de emulação conforme implementado com o *Typhoon HIL 602+*. O CLP usado é o *Wago PFC200*. O painel Scada (do inglês *supervisory control and data acquisition*) controla a conexão dos VEs ao e-Park durante os testes e o controlador CLP recebe as solicitações OCPP do SCO real. Por fim, a simulação HIL também emula todos os estados de carga das baterias e suas flutuações de tensão.

Resultados

Três cenários de teste demonstram aqui a operação do e-Park, com o

EMS atuando em várias situações. A potência da carga auxiliar é de 3,5 kW para todos os testes. Para todos os cenários, o HIL reserva os instantes iniciais para tarefas de comunicação e o BESS pode operar enquanto seu SoC estiver na região 15–85%.

O objetivo principal do primeiro cenário é demonstrar a modulação da referência de corrente do EMS quando novas transações começam ou terminam, de acordo com a potência disponível. A figura 4 apresenta os resultados para o cenário 1. A primeira ação tomada pelo EMS é iniciar o modo de carregamento do BESS em sua potência nominal (20 kW) em 50 segundos, pois o SoC do BESS está baixo e as cargas auxiliares são o único componente importando energia da rede.

Após 250 segundos, um VE inicia sua operação de carregamento através do CCVE1 — figura 4(b). Uma vez que esses eventos não ocorrem durante o horário de ponta, o EMS apenas reduz a potência de carregamento do BESS para 10% da demanda contratada (10 kW) enquanto a transação se inicia, elevando o consumo do e-Park para cerca de 25,5 kW. O mesmo comportamento ocorre após um segundo VE começar a recarregar, em 360 segundos, o que aumenta o consumo do e-Park para cerca de 46 kW e, portanto, permite o consumo máximo de energia para os CCVEs (cerca de 22kW cada). No entanto, como um terceiro VE solicita a recarga usando o CCVE3 após 950 segundos e se torna a prioridade mais alta, o EMS diminui a referência de energia para o CCVE1 e o CCVE2, de modo a manter o consumo do e-Park dentro das restrições de potência. Cem segundos depois, um VE



Proteja sua subestação



Relés supervisores de bobinas para disjuntores



Fontes capacitivas para TRIP de disjuntor e ou alimentação de relés de proteção



Bornes Zilocchi foram projetados especialmente para montagem de painéis, fixados em trilho DIN, unindo qualidade, segurança e proteção em circuitos elétricos



Para outros produtos, consulte-nos:

www.zilocchi.com.br

Zilocchi Eletrônica LTDA - Itajubá - MG | Telefone: (35) 3623-4828 | E-mail: vendas@zilocchi.com.br

Veículos elétricos

sai, aliviando o CCVE1, seguido alguns segundos depois pelo segundo. Neste ponto, o EMS pode permitir novamente a potência máxima para o CCVE restante até que a operação termine, o que ocorre 50 segundos depois. Neste ponto, o EMS retoma a operação de carregamento do BESS em sua potência nominal.

A figura 5 apresenta os resultados obtidos para o cenário 2. O objetivo principal deste teste é demonstrar e comparar as ações do EMS em relação ao horário de ponta de demanda (marcado como o intervalo de cor cinza na figura), que pode representar, por exemplo, horários noturnos, quando a energia fotovoltaica não estiver mais disponível. Além disso, um VE V2G é considerado.

Inicialmente, no cenário 2, o comportamento do sistema é muito semelhante ao teste anterior. O modo de carregamento BESS começa na potência nominal, seguido pelo início das operações de carregamento para os três CCVEs (1 a 3). Além disso, neste ponto, o EMS não despacha a energia do V2G, economizando-a para o horário de pico de demanda. Portanto, como o período de demanda de ponta começa em 2400 segundos, o EMS despacha energia do BESS e do VE V2G nas referências de potência nominal destes. Essas ações aumentam a energia disponível para os CCVEs, mas também reduzem o consumo de energia da rede do e-Park. O EMS mantém este modo até que o BESS atinja seu limite mínimo de operação de SoC, em 3800

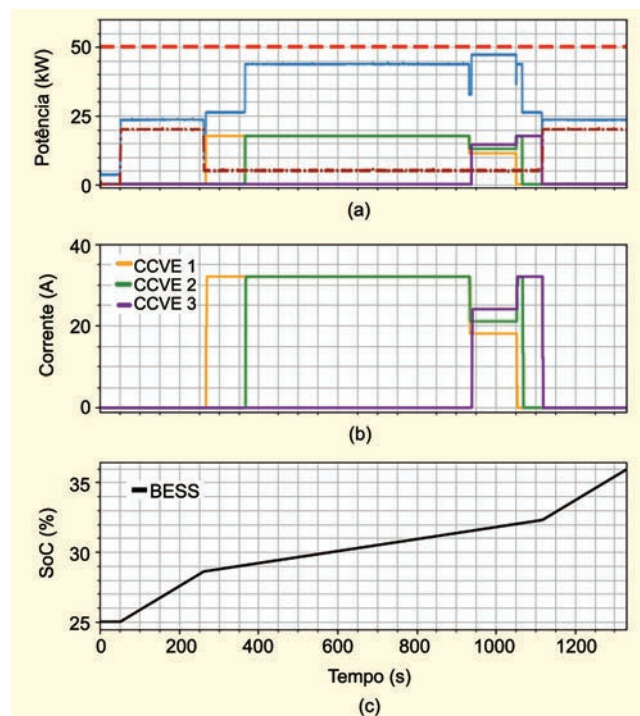


Fig. 4 - Cenário de teste 1 - Carregamento simultâneo de três VEs: (a) Potência medida pelo medidor da unidade consumidora (azul); alimentação CCVE1 (laranja); alimentação CCVE2 (verde); alimentação CCVE3 (roxo); potência do BESS (marrom, pontilhado); restrição de demanda do e-Park (vermelho, tracejado); (b) Correntes RMS por fase dos controladores de carga; (c) SoC

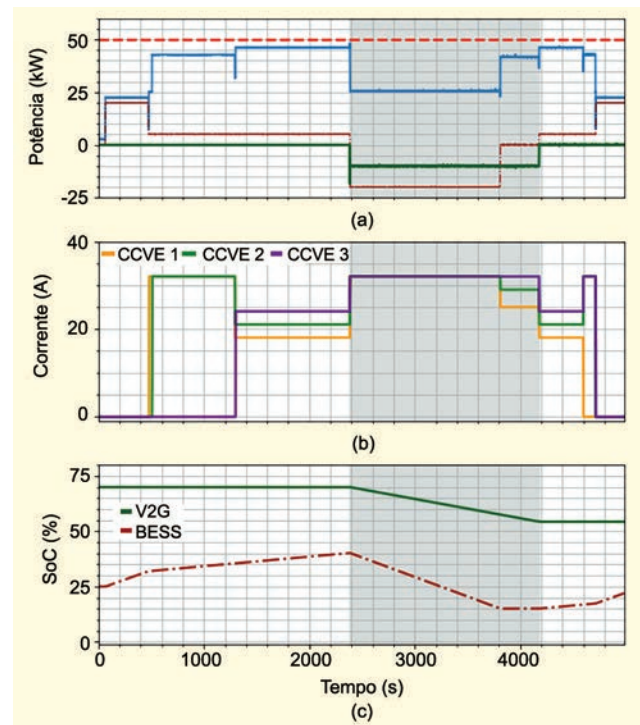


Fig. 5 - Cenário de teste 2 - Carregamento simultâneo de três VEs com horário de ponta de demanda (em cinza): (a) Potência medida pelo medidor da unidade consumidora (azul); potência do BESS (marrom, pontilhado); Potência de V2G (verde); (b) Correntes RMS por fase dos controladores de carga; (c) SoC

segundos. Portanto, o EMS reduz as referências de corrente de carregamento para manter o consumo do e-Park dentro das restrições de potência. O EMS retoma o modo de carregamento do BESS quando o período de demanda de ponta termina, em 4200 segundos, usando 10 kW. Além disso, o VE V2G para de descarregar, fazendo com que as referências de corrente do CCVE voltem ao estado anterior ao do horário de ponta da demanda. O CCVE1 é liberado de sua operação de carregamento 400 segundos depois, permitindo que o EMS aumente as referências de corrente para os demais. Por fim, o CCVE2 e o CCVE3 têm suas operações de carregamento concluídas em 4700 segundos. Portanto, o EMS retoma a operação de carregamento do BESS em sua potência nominal (20 kW).

O terceiro cenário tem uma duração mais longa e seu principal objetivo é demonstrar o funcionamento do EMS quando todos os CCVEs são necessários e a energia fotovoltaica está disponível. A figura 6 apresenta os resultados para esse cenário.

Mais uma vez, os instantes iniciais apresentam o mesmo comportamento dos cenários anteriores. Como o SoC do BESS está em seu limite mínimo, o EMS ativa seu modo de carregamento na potência nominal até que uma operação de carregamento seja iniciada. Nesse intervalo, a geração fotovoltaica varia de 7 kW a 2,5 kW, reduzindo assim o consumo do e-Park, moderadamente. Quatro operações de

BIM

Uma realidade na elétrica de potência e alta tensão

A **ihm stefanini** oferece serviços BIM avançados para fornecimentos de eletrocentros e projetos de engenharia de subestações e sistemas elétricos industriais. Maximizamos a eficiência, reduzimos custos e garantimos resultados de alta qualidade.

Nossa equipe está conectada com nossa visão de soluções integradas, criando desde os softwares até a instalação final dos eletrocentros, entregando um processo 100% confiável e verticalizado.

Se você busca inovação e excelência, converse com nossos especialistas e visite a nossa fábrica de painéis elétricos e eletrocentros.

Conheça nosso portfólio.



ihm stefanini – do chão de fábrica às nuvens
www.ihm.com.br



ihm

CO-CREATING WITH **stefanini**

Veículos elétricos

carregamento começam em momentos diferentes após cerca de 1900 segundos, o que faz com que o EMS reduza a potência de carregamento do BESS para 10% da demanda contratada (10 kW). Essas quatro operações de carregamento são concluídas em 2250 segundos e, em seguida, o EMS define a potência de carregamento do BESS na sua potência nominal. Por volta de 2375 segundos, o e-Park começa a ter os seus espaços de carregamento preenchidos e os CCVEs entram em modo de carregamento sequencialmente.

A janela de *zoom* na figura 6 detalha as referências de corrente variando conforme o EMS muda a prioridade de um CCVE para o seguinte. Neste ponto, a geração de energia FV está aumentando. No entanto, a comparação entre a potência FV gerada, a potência total dos CCVEs e as correntes dos CCVEs, nas figuras 6(a) e 6(b), mostra que a variação da potência gerada pelo sistema FV não interfere na potência considerada disponível para os conectores de carregamento. Ainda assim, a energia gerada contribui para reduzir o consumo geral do e-Park de 45 kW para menos de 25

kW em 4100 segundos. A operação de carregamento começa a cessar aproximadamente em 6250 segundos, permitindo que o EMS aumente a potência de carregamento do BESS para sua potência nominal. Novamente, é possível observar em detalhes a mudança de prioridade entre CCVEs, na figura 6(a). Mais duas operações de carregamento são executadas posteriormente, com o mesmo comportamento geral do sistema. Por último, o BESS entra em *standby* nos minutos finais do cenário, pois seu SoC atinge o limite máximo definido (85%), fazendo com que o consumo do e-Park fique negativo.

Os resultados apresentados nas figuras 4 a 6 demonstram que o EMS implementado reduz a carga no horário de ponta utilizando a energia armazenada no BESS e V2G, quando disponível. No horário de demanda normal, o EMS tenta aumentar o SoC do BESS para usá-lo nos horários de pico de demanda e na alimentação das estações de carregamento e

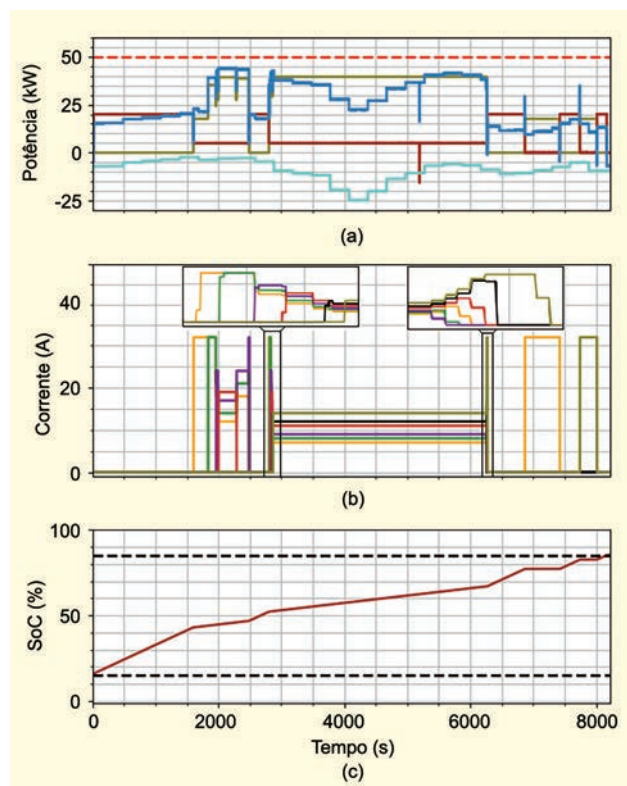


Fig. 6 – Cenário de teste 3 – Início e finalização das operações de carregamento para seis VEs com inclusão de geração fotovoltaica: (a) Potência medida pelo medidor da unidade consumidora (azul escuro); potência geral dos CCVEs (verde); potência do BESS (marrom); geração fotovoltaica (azul claro); restrição de demanda do e-Park (vermelho, tracejado); (b) Correntes RMS dos controladores de carga por fase com detalhamento de início e finalização; (c) SoC do BESS (marrom) e sua região de operação.

REPARO VULCANIZADO DE CABOS ELÉTRICOS

SOLUÇÃO IDEAL PARA:

- Perfuratrizes e Escavadeiras Elétricas
- Empilhadeiras de Minério
- Guindastes Portuários [STS e RGT]
- Máquinas em Minas Subterrâneas
- Dragas e Balsas de Bombeamento



ANTES



DEPOIS

das cargas auxiliares. A energia FV gerada é usada principalmente para cargas auxiliares e recarga do BESS, evitando problemas relacionados a intermitências ao se decidir as referências de corrente para as estações de carregamento. No entanto, seu uso pode reduzir consideravelmente o consumo do e-Park quando a irradiação solar está no auge. Por fim, o EMS interrompe a operação do BESS quando o SoC deste atinge os limites de operação definidos, preservando a integridade do sistema e prolongando o uso das baterias. Independentemente, o EMS manterá o consumo do e-Park abaixo do limite de demanda contratada.

Conclusão

Os resultados da simulação demonstram que a emulação HIL do e-Park fornece um ambiente de teste confiável e seguro para pesquisas sobre infraestrutura

de carregamento de VEs e esquemas inteligentes de controle de carregamento. Com relação ao EMS, os resultados dos testes corresponderam satisfatoriamente ao comportamento esperado. Juntamente com os futuros aprimoramentos do projeto e-Park, melhorias podem mais uma vez ser testadas na plataforma criada com o uso de HIL.

Agradecimento – Os autores agradecem à divisão de P&D da Celes, que possibilitou a realização do projeto objeto deste estudo inscrito no PD 05697-1618/2018, financiado pelo programa de P&D da Aneel.

Trabalho apresentado no CIREDD workshop on E-mobility and power Distribution Systems, Porto, Portugal, junho de 2022.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Jia, B. Shi, F. Che, & H. Zhang, 2020: *Predicting the Regional Adoption of Electric Vehicle (EV) With Comprehensive Models*. IEEE Access, vol. 8, 147275-147285.
- [2] L. Rinalder et al., 2021: *Renewables in Cities 2021 Global Status Report*. REN21 Secretariat: Paris, France.
- [3] GreenTechMedia: *US Electric Vehicle Sales Increased by 81% in 2018*. Acessado em fev/2022. Disponível: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/us-electric-vehicle-sales-increase-by-81-in-018sgs.afzlad>
- [4] B. Yildiz: *Assessment of policy alternatives for mitigation of barriers to EV adoption*, Ph.D. thesis, Dept. Eng. Technol. Manage., Portland State Univ., Portland, OR, USA, 2018.
- [5] H. C. Liu et al., 2017: *Exploring critical factors influencing the diffusion of electric vehicles in China: A multi-stakeholder perspective*, Research in Transportation Economics vol. 66, 46-58.
- [6] A. Ghavami, K. Kar, and A. Gupta, 2016: *Decentralized charging of plug-in electric vehicles with distribution feeder overload control*, IEEE Trans. Autom. Control, vol. 61, no. 11, 3527-3532.
- [7] E. Sortomme, M. M. Hindi, S. D. J. MacPherson and S. S. Venkata, 2011: *Coordinated charging of plug-in hybrid electric vehicles to minimize distribution system losses*, IEEE Trans. Smart Grid, vol. 2, 198-205.
- [8] P. Richardson, D. Flynn, and A. Keane, 2010: *Impact assessment of varying penetrations of electric vehicles on low voltage distribution systems*, Proceedings IEEE Power Energy Soc. Gen. Meeting, pp. 1-6.
- [9] I. S. Bayram, I. Papapanagiotou, 2014: *A survey on communication technologies and requirements for Internet of electric vehicles*, EURASIP J. Wireless Commun. Netw., p. 223, Dec. 2014.
- [10] L. Cai, J. Pan, L. Zhao, and X. Shen: *Networked electric vehicles for green intelligent transportation*, IEEE Commun. Standards Mag., vol. 1, pp. 77-83, 2017.
- [11] S. Zhou et al., 2020: *Dynamic EV Charging Pricing Methodology for Facilitating Renewable Energy With Consideration of Highway Traffic Flow*, IEEE Access, vol. 8, 13161-13178.
- [12] F. Xia, H. Chen, L. Chen and X. Qin, 2019: *"A Hierarchical Navigation Strategy of EV Fast Charging Based on Dynamic Scene"*, IEEE Access, vol. 7, 29173-29184.
- [13] M. Gjela, N. B. Arias, C. Traeholt and S. Hashemi, 2019: *"Multifunctional applications of batteries within fast-charging stations based on EV demand prediction of the users' behaviour"*. The Journal of Engineering, vol. 2019, no. 18, pp. 4869-4873.
- [14] A. H. Zaidi, K. Sunderland and M. Conlon, 2019: *Role of reactive power (STATCOM) in the planning of distribution network with higher EV charging level*, IET Generation, Transmission Distribution, vol. 13, no. 7, pp. 951-959.
- [15] W. C. Leal et al.: *Management and Control of a Bidirectional Electric Station in DC Microgrids*, 2020. IEEE International Conf. on Ind. Technology (ICIT), 1133-1138.
- [16] Open Charge Point Protocol, Ocnp 2.0.1: Part 2 specification, Open Charge Alliance, 234-237.
- [17] R. Morello, R. Di Rienzo, R. Roncella, R. Saletti, and F. Baronti, 2018: *Hardware-in-the-loop platform for assessing battery state estimators in electric vehicles*, IEEE Access, vol. 6, 68210- 68220.



Este ano o Prêmio Qualidade 2023 da Revista EM, vai para a **REAL PERFIL**. Ficou em 1º LUGAR nos itens:

- Perfilados
- Leitos para Cabos e Eletrocalhas.

30 anos de inovações, contínuo investimento, profissionalismo e um incansável empenho para **superar as expectativas** dos nossos clientes.

Leito Aramado



Leito para Cabos



Perfilados



Eletrodutos



Eletrocalhas



+ 55 11 2134-0002



vendas@realperfil.com.br



Realperfiloficial



realperfiloficial



www.realperfil.com.br