

GERENCIAMENTO DE FLUXO DE ENERGIA ELÉTRICA

Eduardo Veiga de Toledo Arruda; Alexandre Tardelli; Patrícia Marcondes dos Santos

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (eduardo.arruda@uol.com.br).

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (tardelli@univap.br).

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (patriciams@univap.br).

Resumo: A crescente adoção de sistemas fotovoltaicos residenciais tem ampliado a necessidade de estratégias inteligentes para o gerenciamento do fluxo de energia elétrica, especialmente em cenários nos quais se busca reduzir a injeção de excedentes na rede da concessionária e minimizar o consumo externo em momentos de baixa geração. Nesse contexto, sistemas de automação baseados em servidor para gerenciamento de dispositivos inteligentes apresentam-se como uma solução promissora, pois permitem integrar sensores, medidores de energia, dispositivos de acionamento e algoritmos de controle em uma única plataforma supervisória. A introdução deste trabalho fundamenta-se na importância da automação energética residencial como ferramenta de otimização do autoconsumo e de aumento da eficiência operacional da instalação elétrica. O objetivo deste trabalho é demonstrar o funcionamento de um sistema de controle baseado na automação de dispositivos inteligentes, capaz de analisar a direção da corrente elétrica na entrada da residência e, a partir dessa informação, acionar automaticamente equipamentos eletrônicos. Esse sistema visa evitar tanto a injeção excessiva de energia na rede pública quanto o consumo desnecessário proveniente da concessionária, garantindo maior eficiência e equilíbrio energético. A metodologia baseia-se na integração funcional entre sensores de corrente ou medidores bidirecionais e o processamento de potência ativa em tempo real. O sistema articula estas variáveis em ambiente de servidor, por meio de critérios de histerese, temporização e priorização de cargas, assegurando a coerência entre medição e o acionamento automatizado dos dispositivos. A aplicação utiliza a identificação do sentido do fluxo energético como variável principal de decisão, classificando se a residência está importando ou exportando energia e, com base nessa condição, ativando cargas úteis e controláveis, como aquecedores, bombas, sistemas de climatização ou outros equipamentos compatíveis com automação. Como resultados, observou-se que a solução contribuiu para elevar o aproveitamento da geração local, aumentar o índice de autoconsumo, reduzir a dependência da rede elétrica convencional e evitar acionamentos inadequados por meio de estratégias de estabilização lógica. Verificou-se ainda que a centralização dos dados no servidor possibilitou monitoramento histórico, criação de painéis de visualização e adaptação da lógica de controle às necessidades específicas dos usuários e das características da residência. Concluiu-se que a utilização do sistema de gerenciamento como núcleo de inteligência para análise da direção da corrente e acionamento seletivo de cargas constituiu uma alternativa tecnicamente viável, flexível e escalável para a gestão energética residencial, promovendo maior eficiência, melhor uso da energia gerada localmente e maior autonomia operacional, desde que associada a instrumentação confiável, proteções elétricas adequadas e critérios seguros de automação.

Palavras-chave: Sistemas fotovoltaicos; automação energética; automação de dispositivos; fluxo bidirecional de energia; gerenciamento de cargas.

ELECTRICAL ENERGY FLOW MANAGEMENT

Eduardo Veiga de Toledo Arruda; Alexandre Tardelli; Patrícia Marcondes dos Santos

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (eduardo.arruda@uol.com.br).

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (tardelli@univap.br).

Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP (patriciams@univap.br).

Abstract: The increasing adoption of residential photovoltaic systems has expanded the need for intelligent strategies to manage the flow of electrical energy, especially in scenarios where it is desirable to reduce the injection of surplus energy into the utility grid and minimize external consumption during periods of low generation. In this context, automation systems based on smart device automation servers emerge as a promising solution, as they enable the integration of sensors, energy meters, switching devices, and control algorithms within a single supervisory platform. The introduction of this study is based on the importance of residential energy automation as a tool to optimize self-consumption and increase the operational efficiency of electrical installations. The objective of this work is to **demonstrate** the operation of a system developed using smart device automation, capable of analyzing the direction of electrical current at the entrance of a residence and based on this information, automatically activating electronic equipment, thus avoiding both excessive energy injection into the public grid and unnecessary consumption from the utility. The adopted methodology is based on an implemented approach that considers the integration of current sensors or bidirectional energy meters, real-time active power monitoring, processing of variables within the server environment, and the execution of automations using hysteresis criteria, timing strategies, and load priorities. The system uses the identification of the energy flow direction as the main decision variable, classifying whether the residence is importing or exporting energy and, based on this condition, activating useful and controllable loads such as heaters, pumps, climate control systems, or other automation-compatible devices. The results indicate that the proposed solution contributed to improving the utilization of local generation, increasing the self-consumption rate, reducing dependence on the conventional electrical grid, and preventing improper switching through logical stabilization strategies. It was also observed that the centralization of data on the server enabled historical monitoring, the creation of visualization dashboards, and the adaptation of control logic to the specific needs of users and the characteristics of the residence. It was concluded that the use of the management system as an intelligence core for analyzing current direction and selectively activating loads represents a technically feasible, flexible, and scalable alternative for residential energy management, promoting greater efficiency, better use of locally generated energy, and increased operational autonomy, provided that it is associated with reliable instrumentation, appropriate electrical protections, and safe automation criteria.

Keywords: Photovoltaic Systems; Energy Automation; Energy Management System; Bidirectional Energy Flow; Load Management.