

ESTUDO DAS TÉCNICAS DE DESAGREGAÇÃO DE CARGAS E MODELAGEM DE CARGAS RESIDENCIAIS PARA GESTÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Apresentado no 10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: Tendo em vista a evolução da tecnologia, com tendências de tornar o ambiente em que se vive mais inteligente, o ramo do gerenciamento de energia nas residências encontra-se em ascensão, sendo contemplado com diversas estratégias para auxiliar o consumidor. Nesse contexto, técnicas de desagregação de carga exibem dados pertinentes que podem ser explorados para desenvolver a melhor estratégia, que atue no sistema e forneça recomendações ao consumidor, para atingir a meta de reduzir as despesas com energia e fazer uso mais racional da energia. O objetivo do trabalho é entender as técnicas de desagregação existentes – que se dividem em ILM (Monitoramento Intrusivo da Carga), NILM (Monitoramento de Carga Não-intrusivo) e SILM (Monitoramento de Carga Semi-intrusivo) – e modelar um circuito residencial utilizando uma delas. Para isso, adotou-se o ambiente de simulação PSIM, tendo êxito na aquisição de dados para efetuar a classificação e definição de cada carga.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de energia; Desagregação; Monitoramento de carga, Consumo de energia.

STUDY OF LOAD DEGREATION AND RESIDENTIAL LOAD MODELING TECHNIQUES FOR ELECTRIC POWER MANAGEMENT

ABSTRACT: Given the technology evolution with tendencies to make smarter the environment in which we live, the residential energy management is on the rise, being contemplated with many strategies to benefit the consumer. In this context, load disaggregation techniques reveal pertinent data that can be exploited to develop the most effective strategy to act on the system and provide consumer recommendations to achieve the goal of reducing energy consumption and making more rationally the energy use. The objective of this paper is to understand the existing disaggregation techniques - which are divided into ILM (Intrusive Load Monitoring), NILM (Non-intrusive Load Monitoring) and SILM (Semi-Intrusive Load Monitoring) - and to model a residential circuit operating one of them. For this, we used the PSIM simulation environment, acquiring data to classify and define each load.

KEYWORDS: Energy management; Appliance degradation; Load monitoring, Power consumption.

INTRODUÇÃO

Um estudo coordenado pelo *American Council for an Energy-Efficient Economy* (ACEEE) revelou que a energia economizada através da mudança de comportamento dos consumidores é proporcional à qualidade de informação disponibilizada em relação ao consumo. Diante disso, através dos resultados desse estudo, apresentados em (EHRHARDT-MARTINEZ *et al.*, 2010), é possível notar que a disponibilização de informação em tempo real exibindo o consumo por aparelho (*Real-Time Plus Feedback*) é a que resulta em uma maior economia média (cerca de 12% de dinheiro economizado). Ou seja, informações a respeito do consumo instantâneo induz o consumidor a ver que está gastando muito em alguns aparelhos e repensar se é necessário utilizá-los como têm feito nesses anos.

Paralelamente, uma tendência crescente na área de energia é a ocorrência de investimentos na área de microgeração, aumentando os chamados prosumidores, fato que incentiva a transição do modelo atual de transmissão de energia elétrica para as Redes Inteligentes. Considerando esse cenário em ascensão, novas formas de tarifação de energia têm surgido, a exemplo da Tarifa Branca no Brasil:

essa, possui variação do valor da energia, conforme o horário do dia que se efetua o consumo, tendo como público alvo o perfil residencial.

E, considerando esse cenário envolvendo diferentes tarifações e troca de informação bidirecional, o gerenciamento energético ganha espaço para o desenvolvimento, auxiliando agora os residentes, o que incentiva a aplicação de técnicas e métodos para identificar as cargas, entender sua demanda e elaborar a melhor estratégia para o consumidor. Através desse trabalho, será possível entender quais técnicas existem e porquê são utilizadas para definir as características das cargas.

MATERIAL E MÉTODOS

Após o estudo das técnicas apresentadas, realizou-se a modelagem computacional da rede e das cargas foi desenvolvida em software PSIM, uma vez que tal simulador dispõe de um bloco específico que permite desenvolver programas em C, o qual foi utilizado para calcular, usando as equações regidas pela CPT (Teoria de Potência Conservativa) (GARCIA, 2018), os parâmetros elétricos de interesse: a corrente IRMS, FP (Fator de potência), QF (Fator de Reatividade) e VF (Fator de Distorção). O trabalho foi concluído através do estudo das técnicas de desagregação e após adotar uma delas, obteve-se as curvas características de tensão e corrente de cada carga, bem como dos parâmetros básicos de desagregação de cargas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As técnicas de desagregação possuem a finalidade de monitorar cargas e permitir diferenciá-las entre si. Essas técnicas podem atuar através de três vertentes, conhecidas como ILM (Monitoramento Intrusivo da Carga), NILM (Monitoramento de Carga Não-intrusivo) e o SILM (Monitoramento de Carga Semi-intrusivo). Primeiramente, o método NILM foi criado com base no comportamento ao longo do tempo da potência dos equipamentos ligados, a partir de medições realizadas em apenas um ponto (comum), sem atuar no sistema, exibindo a medição apenas. A Figura 1 mostra os fatores necessários para que o medidor consiga funcionar utilizando o NILM:

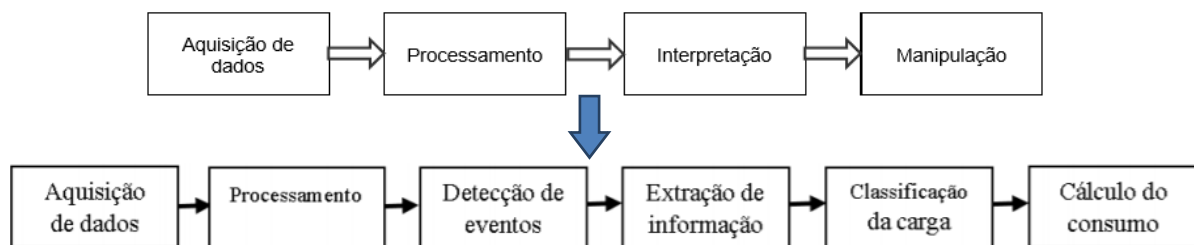


FIGURA 1. Etapas para o funcionamento de um medidor utilizando NILM.

É possível notar que há um processamento robusto das informações, isto é, a parte de computação é bem desenvolvida, podendo até ser utilizada a Inteligência Artificial na classificação da carga por exemplo. Ainda, o NILM é contemplado pelo conceito de assinatura de potências: cada eletrodoméstico em uma residência possui um padrão de uso da eletricidade que é singular, próprio. Como ele utiliza um único ponto de medição, ocorre a sobreposição de assinaturas de potência, demandando as etapas citadas acima para extrair e tratar adequadamente as informações. Porém essa característica se mostra mais viável economicamente pois necessita de somente um aparelho para realizar a medição e processamento.

Em contrapartida, no sistema ILM há um elemento intermediário entre o equipamento e a tomada, o qual tem por função atuar como identificador de passagem de corrente, característica a qual permite que o sistema de gerenciamento atue nas cargas.

A Figura 2 ilustra a estrutura da operação envolvida nessa técnica, seccionando em 3 partes: a central de tratamento dos dados (a), a qual recebe as informações dos identificadores (b) de cada equipamento presente (c) no lar. E, nota-se que cada carga possui um identificador, responsável por apontar um número para a mesma (ID4 = aspirador de pó), como também enviar essa informação para

a central processadora. Essa se encarrega de apresentar gráficos de consumo e afins para cada tomada inteligente identificada.

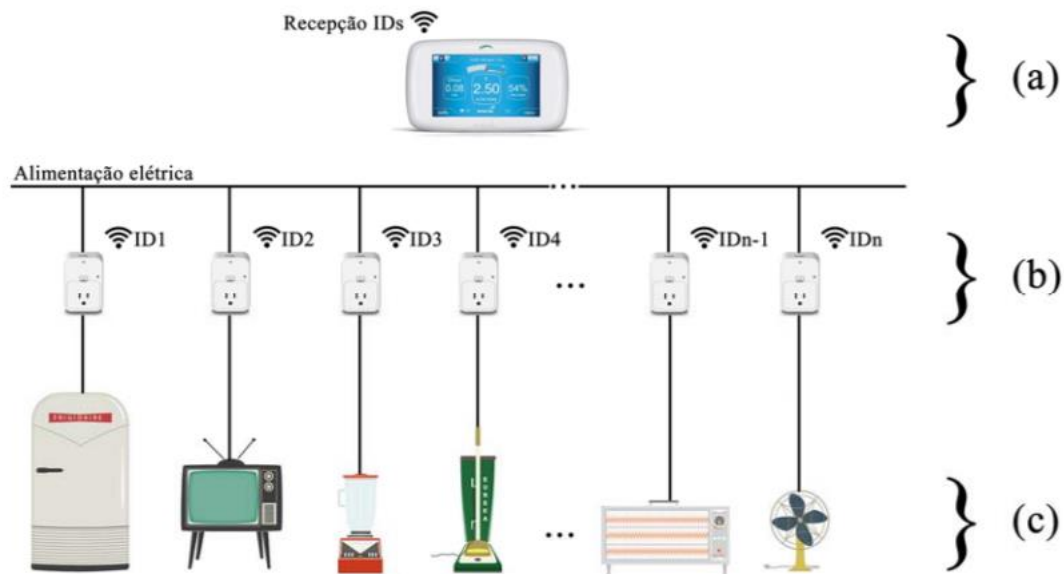


FIGURA 2. Técnica intrusiva de medição de energia e potência.

A Figura 2 ilustra como seria o medidor inteligente utilizando a técnica ILM, responsável por receber e processar as informações de todos os IDs presentes no sistema. Devido a isso, a instalação e manutenção do sistema demanda mais esforço, uma vez que é necessário checar e analisar cada ponto, resultando em um investimento inicial é mais elevado, pois são diversos equipamentos para colocar as tomadas inteligentes. Todavia, a vantagem é que, uma vez definido o ID do elemento, já é possível categorizar a carga além de ter a habilidade de efetuar a ligação e o desligamento da carga via um comando à distância, fornecendo uma programação mais robusta para o gerenciamento de energia na residência.

Também, vale destacar que há estudo que avaliam a mescla dessas duas técnicas. Visando aliar os pontos mais eficazes encontrados no NILM e ILM, surgiu o SILM que busca utilizar o processamento de informações em equilíbrio com sensores distribuídos na instalação, para medição e identificação. A ideia é usar os sensores com ID em cargas de risco, de difícil modelagem tendo o benefício da segurança para esses casos; e, as outras cargas, utilizar um medidor NILM pois tem um padrão melhor definido e não oferecem risco.

Após analisar tais técnicas, desenvolveu-se os modelos das cargas, através da obtenção das formas de ondas de tensão e corrente de cada carga, além de serem definidos e calculados os parâmetros básicos para desagregação, que foram a corrente IRMS, FP (Fator de potência), QF (Fator de Reatividade) e VF (Fator de Distorção). Por fim, foi feito a modelagem de cada carga, adotando a técnica de NILM (pelo desenvolvimento via software) e considerado a presença da impedância de linha na modelagem, que foi estimada a partir do dimensionamento de cada condutor que alimenta as cargas, segundo (PRYSMIAN, 2019).

CONCLUSÕES

O trabalho permitiu um estudo aprofundado das técnicas de desagregação de cargas: notou-se que fatores como número de equipamentos, equipamentos críticos, minimização de gastos nos projetos são algumas das principais condições que definem qual técnica utilizar. Ainda, observou-se que a NILM é a mais utilizada por não necessitar de elementos ativos na medição, e sim de um algoritmo robusto para a efetuação dos processos. Dessa forma, conclui-se que gerenciamento energético representa uma aplicação de grande importância para os próximos anos, fazendo uso de tecnologias modernas, técnicas de monitoramento e identificação de eventos que favorecem a criação

de sistemas robustos e que atendam a requisitos específicos, customizados para cada cliente. Por fim, analisando os trabalhos desenvolvidos em (GARCIA, 2018) e (SOUZA, 2016), foi possível modelar as cargas mais típicas das residências brasileiras, construindo um banco de dados que para trabalhos futuros, seria utilizado com a finalidade de desenvolver um algoritmo de gerenciamento e que visa uma interação com o consumidor.

AGRADECIMENTOS

Dedico os agradecimentos a todos que se dispuseram a auxiliar e possibilitar que este projeto acontecesse, à UNESP por fornecer estrutura para desenvolver os testes, ao Pós-Doutorado Wesley Angelino de Souza por fornecer seu auxílio e dados pertinentes para desenvolver o objetivo do projeto e também pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento e suporte dessa pesquisa (Nº Processo: 2018/11643-3).

REFERÊNCIAS

EHRHARDT-MARTINEZ, K.; DONNELLY, K. A. e LAITNER, J. A. “Advanced metering initiatives and residential feedback programs: a meta-review for household electricity-saving opportunities,” ACEEE., Washington D.C., Tech. Rep. E105, Jun. 2010.

GARCIA, F. D. Medidor Cognitivo de Energia para Aplicações em Eficiência Energética. Faculdade de Engenharia de Bauru – UNESP. Bauru, p. 1-182, 2018.

PRYSMIAN. Guia Dimensionamento em Baixa Tensão. Circuitos residenciais. Disponível em:<https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Guia_Dimensionamento_Baixa_Tensao.pdf>. Acesso em Ago/2019.

SOUZA, W. A. Estudos de técnicas de análise e tecnologias para o desenvolvimento de medidores inteligentes de energia residenciais. Faculdade de engenharia elétrica e de computação. Campinas, p. 1-206, 2016.