



* B R 1 0 2 0 2 3 0 0 1 1 7 8 A 2 *

República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102023001178-0 A2

(22) Data do Depósito: 23/01/2023

(43) Data da Publicação Nacional:
30/07/2024

(54) **Título:** SISTEMA DE RECONHECIMENTO NÃO INVASIVO DE CARGAS ELÉTRICAS USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

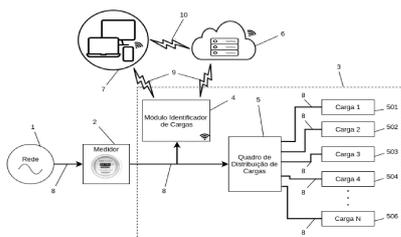
(51) **Int. Cl.:** G01D 4/00; G01R 21/133; H02J 13/00; G06N 5/00; G06Q 50/06; (...).

(52) **CPC:** G01D 4/002; G01R 21/133; H02J 13/00002; G06N 5/00; G06Q 50/06; (...).

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.

(72) **Inventor(es):** ABEL GUILHERMINO DA SILVA FILHO; THALISSON MOURA TAVARES; LUIZ ANTÔNIO DE ALBUQUERQUE JÚNIOR; FRANCISCO JONATAS SIQUEIRA COELHO.

(57) **Resumo:** SISTEMA DE RECONHECIMENTO NÃO INVASIVO DE CARGAS ELÉTRICAS USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL. É descrito um sistema capaz de identificar de forma eficaz e não invasiva cargas ativas conectadas à rede elétrica, por meio da análise da potência ativa, reativa e aparente, e das componentes harmônicas da corrente, amostrando simultaneamente os sinais dos medidores de tensão e corrente a 3840 Hz, em redes de 60Hz e 3200Hz em redes de 50Hz podendo o valor da amostragem mudar conforme a necessidade, provendo ao usuário métricas para identificar o consumo de energia de cargas individuais e o tempo de uso das mesmas; o invento também permite acionar e desligar cargas de forma remota, desde que já exista uma estrutura para tal, compatível com as interfaces de comunicação e protocolos de comunicação do presente invento; a identificação das cargas se dá através de um algoritmo de Inteligência Artificial, o qual analisa os sinais elétricos lidos em tempo real, dessa forma o usuário é capaz de enxergar seus hábitos de consumo e corrigi-los, a fim de melhorar seu consumo de energia.



SISTEMA DE RECONHECIMENTO NÃO INVASIVO DE CARGAS ELÉTRICAS USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Campo da invenção

[001] O dispositivo descrito neste documento tem a capacidade de medir o consumo de energia elétrica de uma residência e de identificar, de forma não invasiva, cargas elétricas conectadas à rede de energia. O dispositivo é dotado com algoritmos de inteligência artificial, interface com o usuário, interface de conexão com a internet e oferece funcionalidades que permitem ao usuário analisar e reduzir seu consumo de energia elétrica.

Fundamentos da invenção

[002] A gestão de energia, a melhoria dos hábitos de consumo, junto do desenvolvimento sustentável e da conservação do meio ambiente são necessidades do mundo atual, ainda mais num cenário em que a matriz energética mundial é dominada por combustíveis fósseis; Por outro lado, sistemas de medição não invasivos são soluções economicamente viáveis, por requerer apenas um único dispositivo para medir o consumo e identificar as cargas conectadas à rede.

[003] O documento WO2019234533 de 12 de dezembro de 2019 trata de um medidor de energia primário que permite medir pelo menos um parâmetro de energia referente às cargas elétricas; o sistema possui switches que monitoram os status das cargas independentemente; dessa forma, o sistema permite monitoramento do status dos switches, medição dos parâmetros de potência das cargas armazenando em pluralidade eventos de medição aplicando regressão nos eventos armazenados para estimar energia por trás de cada switch monitorado. No entanto, o documento não realiza previsão de consumo mensal ou traça perfil de diferentes usuários na residência.

[004] Uma das primeiras menções ao monitoramento não invasivo de cargas foi feita por George W. Hart, no artigo "Nonintrusive Appliance Load Monitoring, Proceedings of the IEEE, vol. 80, nº 12, páginas 1870 a 1891", no qual ele modela cada carga como uma máquina de estados finitos, e consegue identificá-las através da mudança na

curva de potência da rede elétrica. Algumas patentes como US20180306839, CN108173347 tem aplicado técnicas parecidas, mas é descrito em PT2748562 que técnicas “baseada em eventos” pode ter sua precisão limitada devido a ruídos de algumas cargas ou pela mudança simultânea de estados de várias cargas.

[005] Técnicas de processamento digital de sinal aliados a algoritmos de inteligência artificial tem sido aplicado em patentes e produtos de vanguarda, com foco no monitoramento não invasivo e monitoramento do consumo de cargas tal quais, CN110264041, CA3008313, KR1018702500000, KR1020180058113 e CN110445126; Contudo, algumas patentes/produtos não conseguem suprir algumas das necessidades cotidianas do usuário, focando apenas na identificação de cargas como em US10393778 e/ou no consumo de energia, como em CN109118743; Diante das limitações de alguns equipamentos, a presente invenção faz uso de técnicas modernas e robustas para medição do consumo de energia e identificação não invasiva de cargas, e oferece um leque de funcionalidades que permitem ao usuário analisar, e/ou controlar, e/ou melhorar, e/ou reduzir seu consumo de energia elétrica.

[006] O documento CA2752987C de 9 de outubro de 2018 trata de um sistema composto por componentes eletrônicos que permitem realizar medição de energia elétrica e são conectados de diferentes formas a gateways que por sua vez se conectam a unidade central de controle. O sistema permite o acionamento ou desligamento dos componentes de forma programada pelo usuário ou de forma manual. No entanto, nada é especificado sobre uso de inteligência artificial para o reconhecimento não invasivo e acionamento programados dos componentes, ficando apenas em agendamento e manual.

[007] O documento CN102696198B de 20 de maio de 2015 se refere a um sistema composto por componentes que permitem medição e atuação na rede elétrica, contando também com sensores de temperatura e umidade do ar. Os componentes eletrônicos se comunicam com um dispositivo inteligente central, que controla os modos de operação a fim de economizar energia. No entanto, nada é mencionado sobre o uso de inteligência artificial para reconhecimento não invasivo das cargas e/ou visualização dos dados gerados.

[008] O documento WO2019066152 (A1) de 4 de abril de 2019 se trata de uma rede reconfigurável de componentes eletrônicos, capaz de facilitar a inserção e retirada de novos componentes (nós) na rede. Todos os componentes possuem a função de medir parâmetros individuais acerca da utilização de energia elétrica, e enviar pela rede para uma central remota. Entretanto nada é mencionado sobre o reconhecimento de cargas de forma não invasiva usando inteligência artificial na rede elétrica.

[009] O documento US9020769B2 de 28 de abril de 2015 se trata de um sistema para identificação de um dispositivo eletrônico, e o seu respectivo estado de funcionamento, em uma rede de dispositivos conhecidos. O consumo de cada dispositivo é coletado, e apresentado ao usuário remotamente classificando o consumo por dispositivo e por estado de funcionamento de cada dispositivo. Entretanto, nada é mencionado sobre o uso de inteligência artificial para reconhecimento das cargas de forma não invasiva com base em suas componentes nominais e harmônicas.

[0010] O documento US20190049915 de 14 de fevereiro de 2019 se trata de um sistema e método para o processamento dos dados do consumidor em redes elétricas. Tendo como base os dados de consumo do usuário medidos em um ponto da rede, um perfil de consumo é traçado para ser integrado a um sistema gerenciador central. O sistema também verifica a quantidade de eletricidade gerada no caso de haver geradores alternativos na rede. Embora utilize algoritmos para traçar o perfil de consumo, nada é mencionado sobre o reconhecimento não invasivo fazendo uso de componentes nominais e harmônicos da rede elétrica dos dados trafegados entre os componentes eletrônicos e o sistema gerenciador central.

[0011] O documento CN114371439A de 19 de abril de 2022 trata de um método de calibração de um medidor inteligente de energia elétrica que se baseia em um componente medidor de energia com tensão nominal e corrente nominal compatível com o medidor, que calcula a quantidade de energia acumulada e o erro relativo com base em uma tabela pré-armazenada, e com base na intensidade do erro relativo, o medidor pode julgar a condição de operação do medidor. Além disso, esta invenção não menciona nenhum mecanismo de reconhecimento de cargas de forma não invasiva ou atuação na rede elétrica para interferir no funcionamento dos dispositivos.

[0012] O documento CN216771814U de 17 de junho de 2022 trata de uma caixa de medição de consumo de energia que compreende uma caixa de medidor e um controlador em que, a caixa de medidor é uma caixa oca e o controlador é um dispositivo que está contido na caixa do medidor que, compreende um módulo de aquisição de dados e um módulo de transmissão sem fio. Além disso, esta invenção não menciona nenhum mecanismo de reconhecimento de cargas de forma não invasiva ou de atuação na rede elétrica para interferir no funcionamento dos dispositivos.

Síntese da Invenção

[0013] A presente invenção é capaz de medir o consumo de energia elétrica de uma residência ou de apenas algumas cargas além de identificar cargas em funcionamento; a técnica usada para tal fim é do tipo não invasiva, bastando que o dispositivo seja conectado na entrada da rede elétrica da residência, junto do sistema de medição da concessionária de energia; o dispositivo pode também se comunicar com o medidor da concessionária de energia, de forma a coletar dados de medição de energia elétrica do medidor; além disso, para identificar as cargas de forma não invasiva, o dispositivo descrito usa um algoritmo de inteligência artificial, lendo sinais pré-processados, em tempo real, de tensão elétrica, corrente elétrica, potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência e distorção harmônica da corrente.

[0014] O dispositivo é acoplado de maneira não invasiva logo após o medidor de energia da concessionária, e antes do Quadro da Distribuição de cargas; a presente invenção é dotada de interfaces de comunicação sem fio, sendo capaz de se comunicar com serviços em nuvem e com dispositivos *smart* podendo ser um celular, *tablet*, computador, ou qualquer máquina dotado da tecnologia *Bluetooth*, redes wi-fi ou com acesso direto ou indiretamente a Internet; além disso, através do acesso aos dados na nuvem é possível coletar históricos de informações sobre a dinâmica de consumo das cargas, bem como gerar relatórios de consumo que facilitam o usuário a identificar seu consumo energético de maneira clara e objetiva.

[0015] Sendo o circuito medidor composto de um módulo de medição de corrente elétrica não invasivo, um medidor de tensão, um filtro passa-baixa e um módulo

Conversor Analógico Digital, doravante ADC, de múltiplos canais, amostrando simultaneamente os sinais dos medidores de tensão e corrente a 3840 Hz, em redes de 60Hz e 3200Hz em redes de 50Hz; um microcontrolador processa, a cada ciclo de rede, 64 amostras, por canal do ADC; calculando, com essas amostras, valores de tensão eficaz da rede elétrica, corrente eficaz total drenada da rede pelas cargas, potência ativa, potência reativa e a energia consumida; através da Transformada de Fourier, as amostras da corrente são usadas para identificar harmônicas presentes no sinal da corrente.

[0016] O dispositivo pode ser dividido em Módulo Medidor de Energia ou apenas MME responsável pela captura do sinal elétrico onde se pretende medir o consumo energético, Módulo Inteligente Identificador de Cargas ou apenas MIIC, responsável pela identificação e tratamento dos dados oriundos do MME e um barramento de comunicação, cuja finalidade é interligar os módulos anteriores.

[0017] O MME é capaz de capturar o sinal elétrico, seja ele monofásico, bifásico ou trifásico; é formado pelo Módulo Medidor de Tensão ou MMT e um Módulo Medidor de Corrente ou MMC; o MMT foi projetado para resistir a variações e ruídos advindos da rede elétrica da concessionária de energia; dessa forma o MMT contém circuitos de proteção contra sobretensão, e outros transientes que possam danificar o sistema ou atrapalhar a medição; o sinal da rede elétrica estará apto a ser entregue para a unidade microcontroladora após passar pelo circuito de proteção, pelos circuitos de atenuação e pelo Filtro anti-Aliasing.

[0018] Com os sinais da corrente e da tensão sendo amostrados a 3840 Hz (ou 3220 Hz em casos onde o sinal da rede tem frequência de 50 Hz) e já pré-processada pelo MMT, o microcontrolador converte o sinal analógico para o sinal digital usando um módulo ADC dedicado; em seguida é calculado o valor de tensão e corrente eficaz, potência ativa, potência aparente, fator de potência e os coeficientes da série de Fourier do sinal amostrado; para o cálculo dessas medidas utiliza um conjunto de 60 amostras por segundo, criando, portanto, um sinal de 1Hz para cada medida citada e descartando os frames restantes; em seguida todos esses dados são armazenados localmente adicionando as informações do *timestamp* de cada registro.

[0019] A principal funcionalidade do MIIC é identificar e exibir para o usuário quais cargas estão ativas e quais cargas estão com consumo de potência irregular ou não esperado para aquele dispositivo; é composto de uma interface de comunicação, um Núcleo de Identificação, um Núcleo de Envio, e uma Interface de Rádio Frequência; o Núcleo de Identificação opera em duas threads, sendo uma para treinamento e outra para predição de cargas; dessa forma, todos os dados novos oriundo do MME serão utilizados para treinamento da nova máquina inteligente além de salvar os dados localmente para uso futuro; já a thread Predição é responsável pela indicação de cargas ativas além de indicar para o usuário possíveis anomalias ou comportamento não adequado de uma carga para um determinado horário.

[0020] O sistema de medição não invasivo faz a amostragem do sinal de corrente e de tensão da rede elétrica. Essas amostras são processadas, e delas são extraídos o valor eficaz de tensão e corrente. Nesse processo também é calculado os valores de potência ativa, potência reativa, potência aparente, fator de potência, a amplitude de harmônicas no sinal de corrente e o consumo instantâneo de energia. O valor de todas essas variáveis é pré-processado e então usado como referência pelo algoritmo de inteligência artificial para identificar quais cargas estão ligadas a rede elétrica.

[0021] O dispositivo é capaz de treinar uma Inteligência tanto localmente num sistema embarcado quanto remotamente utilizando servidores com maior poder computacional podendo assim treinar mais rapidamente uma Máquina Inteligente; uma vez identificadas as cargas ativas, o Núcleo de Envio fica responsável por transportar esta informação ao usuário por meio de uma rede sem fio presente no local de instalação do dispositivo alvo desta patente; quando conectada à rede com acesso a Internet é possível enviar as informações de cargas ativas e não ativas em tempo real para o usuário; podendo este visualizar os dados de seu consumo em computadores pessoais ou dispositivos móveis como celulares.

[0022] O resultado do processamento é mostrado ao usuário por meio de uma interface e enviado para a nuvem via internet, para a geração de relatórios sobre o consumo de energia e sobre o uso de cargas elétricas.

Breve descrição dos desenhos

[0023] A invenção poderá ser melhor compreendida através da descrição detalhada em sua forma preferencial e não limitativa de realização, a qual é feita em consonância com as figuras em anexo, trazidas a título meramente ilustrativo e não limitativo, nas quais:

- a figura 1 traz uma visão geral de todos os elementos que compõem o dispositivo e a rede elétrica;
- a figura 2 é uma visão resumida, em blocos, do sistema de medição elétrico, e das interfaces de comunicação;
- as figuras 3 e 4 mostram o diagrama de blocos dos circuitos de medição elétrica dispositivo;
- a figura 5 mostra, de forma resumida, funcionalidades e interfaces do bloco de reconhecimento de cargas elétricas;
- a figura 6 mostra a os blocos do sistema de inteligência computacional.

Descrição da invenção

[0024] A figura 1, em anexo, ilustra o diagrama geral do ambiente de instalação e funcionamento do dispositivo desta patente. A figura mostra a concessionária de energia (1), alimentando um ponto consumidor (3) e a fiação da rede elétrica (8). O dispositivo (4), que representa o dispositivo proposto nesta patente, é acoplado de maneira não invasiva logo após o medidor de energia (2) da concessionária, e antes do Quadro da Distribuição de cargas (5). A presente invenção (4) é dotado de interfaces de comunicação sem fio (9), sendo capaz de se comunicar com serviços em nuvem (6) e com dispositivos smart (7), podendo ser celular, tablet, computador, entre outros. Através do acesso aos dados na nuvem (10) é possível coletar históricos de informações sobre a dinâmica de consumo das cargas (502,503,504,504,506), bem como gerar relatórios de consumo.

[0025] A presente invenção permite o monitoramento de consumo de energia de um usuário, sendo o circuito medidor composto de um módulo de medição de corrente elétrica não invasivo, um medidor de tensão, um filtro passa-baixa e um módulo conversor ADC de múltiplos canais, amostrando simultaneamente os sinais dos medidores de tensão e corrente a 3840 Hz, em redes de 60Hz e 3200Hz em redes de 50Hz. Um microcontrolador processa, a cada ciclo de rede, 64 amostras, por canal do ADC; calculando, com essas amostras, valores de tensão eficaz da rede elétrica, corrente eficaz drenada da rede pelas cargas, potência ativa, potência reativa e a energia consumida. Através da Transformada de Fourier, as amostras da corrente são usadas para identificar harmônicas presentes no sinal da corrente.

[0026] Conforme mostrado na figura 3, em anexo, o dispositivo (4) está conectado a rede elétrica (8), e pode ser dividido em Módulo Medidor de Energia (400) responsável pelo captura do sinal elétrico onde se pretende medir o consumo energético, Módulo Inteligente Identificador de Cargas (402), figura 2, responsável pela identificação e tratamento dos dados oriundos do Módulo Medidor de Energia e um barramento de comunicação (401), cuja finalidade é interligar os módulos anteriores.

[0027] O Módulo Medidor de Energia é capaz de capturar o sinal elétrico, seja ele monofásico, bifásico ou trifásico. É formado pelo Módulo Medidor de Tensão (404) e um Módulo Medidor de Corrente (405) em consonância com a figura 3 em anexo, ambos conectados respectivamente ao microcontrolador pelos barramentos 14 e 16. O Módulo Medidor de Tensão foi projetado para resistir a variações e ruídos advindos da rede elétrica da concessionária de energia. Dessa forma o Módulo Medidor de Tensão contém circuitos de proteção contra sobretensão e outros transientes que possam danificar o sistema ou atrapalhar a medição. O sinal da rede elétrica estará apto a ser entregue para a unidade microcontroladora (406) após passar pelo circuito de proteção (407), pelos circuitos de atenuação (408) e pelo Filtro anti-Aliasing (409).

[0028] Com os sinais da corrente e da tensão sendo amostrados a 3840 Hz (ou 3220 Hz em casos onde o sinal da rede tem frequência de 50 Hz) e já pré processada pelo Módulo Medidor de Tensão, o microcontrolador converte o sinal analogico para o sinal digital (410) usando um módulo ADC dedicado. Em seguida é calculada o valor de tensão e corrente eficaz, potência ativa, potência aparente, fator de potência e os

coeficientes da série de Fourier do sinal amostrado. Para o cálculo dessas medidas utiliza-se um conjunto de 64 amostras por segundo. Em seguida todos esses dados são armazenados localmente e/ou remotamente, junto das informações do relativas ao timestamp do momento de leitura de cada registro.

[0029] O Módulo Inteligente Identificador de Cargas tem como principal funcionalidade, identificar e exibir ao usuário quais cargas estão ativas e quais cargas estão com consumo de energia fora do padrão aprendido. A figura 5 ilustra o esquemático do Módulo Inteligente Identificador de Cargas, o qual é composto de uma interface de comunicação (414), um Núcleo de Identificação (416), um Núcleo de Envio de dados (417), e uma Interface de Rádio Frequência (418). O Núcleo de Identificação, mostrado na figura 6, é composto de duas *threads*, sendo uma para treinamento e outra para predição de cargas. Dessa forma os dados vindos do Módulo Medidor de Energia (11) são armazenados num sistema de armazenamento local (416.1) e posteriormente utilizados no treinamento e ajuste do modelo de reconhecimento de cargas (416.2A). A thread Predição (416.3) é responsável pelo reconhecimento de cargas ativas e pela identificação de possíveis anomalias ou comportamento irregular de alguma carga. No módulo de identificação ainda há um processo baseado em tempo (416.2B) responsável para o re-treino periódico da thread Predição.

[0030] Uma vez identificadas as cargas ativas, o Núcleo de Envio (417) fica responsável por enviar esta informação ao usuário por meio das interfaces disponíveis. Quando conectado à Internet, é possível enviar as informações sobre a dinâmica de funcionamento das cargas em tempo real para a nuvem e para o usuário. Podendo este visualizar os dados de seu consumo em computadores pessoais ou dispositivos móveis como celulares.

[0031] O dispositivo é capaz de treinar um modelo de classificação e identificação de cargas local e/ou remotamente utilizando servidores em nuvem.

Exemplos de concretizações da invenção

[0032] Um primeiro exemplo de concretização da invenção foi de desenvolver uma prova de conceito em bancada de um sistema de cargas residenciais para simular as cargas de equipamentos reais e que estão sendo monitorados através do sistema embarcado que permite fazer o monitoramento de corrente e tensão das diferentes cargas no sistema. A partir do cenário em bancada montada com equipamentos resistivos, capacitivos e indutivos, um sistema automático composto por uma unidade microcontrolada, permite acionar todas as combinações de uso de cargas durante um período pré-determinado. Dessa forma puderam-se ter cargas ligadas ao mesmo tempo e avaliar diferentes cenários de uso. Dessa forma, foram treinados alguns algoritmos de aprendizagem de máquina para que o sistema microcontrolada pudesse identificar qual(is) carga(s) estavam sendo acionadas em um certo instante. Os resultados foram bastante satisfatórios considerando que 8 cargas diferentes puderam ser devidamente classificadas com nível de assertividade acima dos 85%.

REIVINDICAÇÕES

1. Um Sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial caracterizado por um dispositivo de medição de consumo e de qualidade de energia elétrica capaz de mensurar a energia consumida por uma carga ou um circuito de uma residência, seja a rede elétrica monofásica, bifásica ou trifásica; composto de um medidor de corrente elétrica não invasivo, um medidor de tensão, um filtro passa-baixa e um módulo conversor ADC de múltiplos canais, amostrando simultaneamente os sinais de tensão e corrente a 3840 Hz, em redes de 60Hz e 3200Hz em redes de 50Hz, uma unidade microcontrolada que processa, a cada ciclo de rede, 64 amostras, por canal do ADC; calculando, com essas amostras, valores de tensão eficaz da rede, corrente eficaz drenada da rede pelas cargas, potência ativa, potência reativa e energia consumida, além de executar algoritmos de inteligência artificial para prever antecipadamente informações quantitativas de tais parâmetros;
2. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por identificar cargas conectadas de uma rede elétrica, seja a rede monofásica, bifásica ou trifásica, podendo ser aplicado numa residência ou apenas em um circuito de uma residência, capaz de ler os dados de harmônicas da corrente, e a magnitude potência ativa e reativa, os pré-processar, e os usar como dados de entrada de um algoritmo de inteligência artificial, previamente treinado, para em seguida poder ser observado em uma interface-homem máquina e/ou enviado para nuvem, e/ou enviado via rede sem fio para algum ou para vários dispositivos escolhidos pelo usuário, como celular, *tablet*, *smart devices*, entre outros;
3. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por permitir identificação de anomalias em cargas diversas a partir do histórico de funcionamento das mesmas, podendo ser aplicado numa residência ou apenas em um circuito de uma residência a partir do uso de algoritmos de inteligência artificial, permitindo gerar alarmes na interface de comunicação;

4. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por ser capaz de prever o consumo mensal de energia, bem como o valor da fatura mensal de energia elétrica, seja a rede elétrica, monofásica, bifásica ou trifásica; através da análise do padrão do histórico de consumo e aplicação de métodos matemáticos de predição (regressão matemática);
5. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por servir como sistema de recomendação a partir do cruzamento de dados históricos da curva diária de consumo de energia e uso de cargas, com dados do preço da energia elétrica e informações sobre grupos tarifários existentes, e dessa forma recomendar ao usuário, por meio de alarmes na interface de comunicação, a migração para outro grupo tarifário mais conveniente para o usuário, reduzindo gastos com energia elétrica;
6. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por controlar o acionamento remoto cargas, através de comandos do usuário, via nuvem, e/ou via rede sem fio e/ou através de dispositivos como celular, tablet, *smart devices*, entre outros;
7. Um sistema de reconhecimento não invasivo de cargas elétricas usando inteligência artificial, conforme reivindicação 1, caracterizado por identificar e gerar perfis de usuário baseando-se em padrões do históricos de consumo e/ou na sequência de acionamento de cargas, através do uso de algoritmos de inteligência artificial para identificar um ou mais usuários presentes numa residência.

DESENHOS

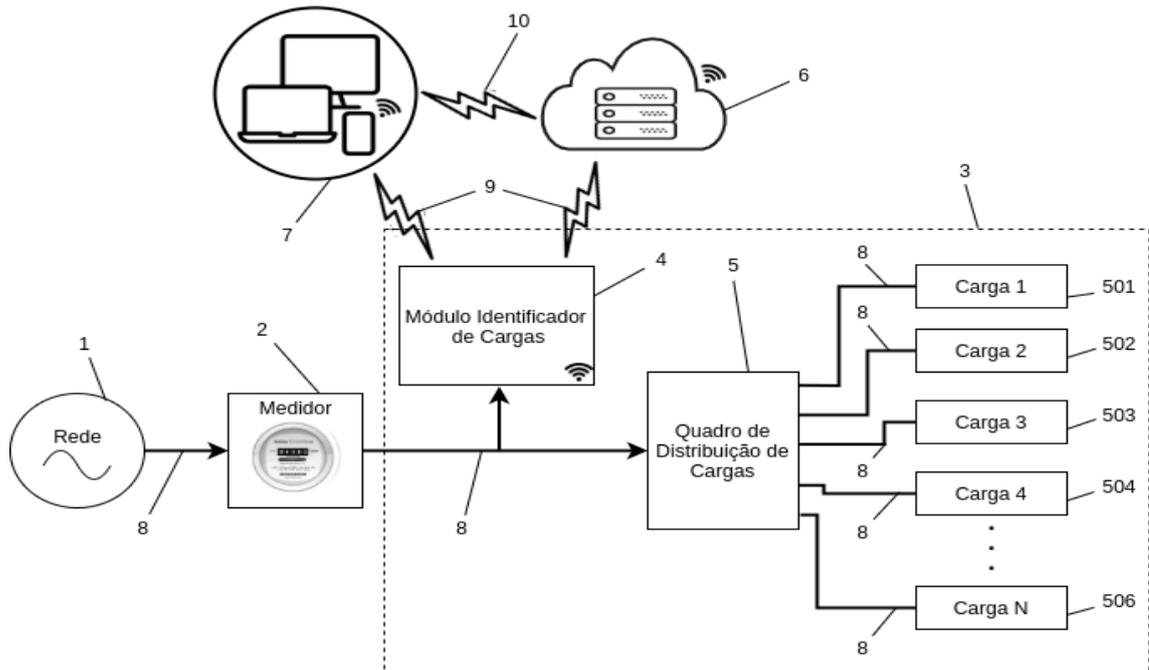


Figura 1

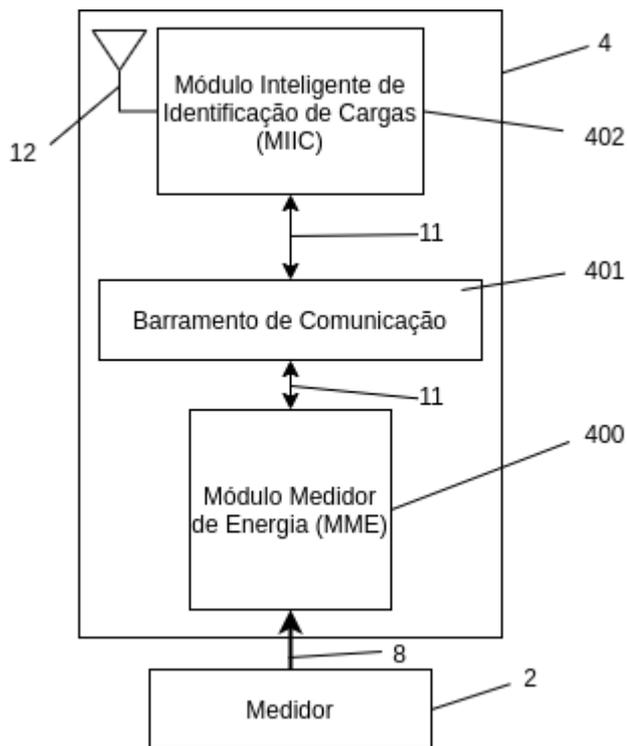


Figura 2

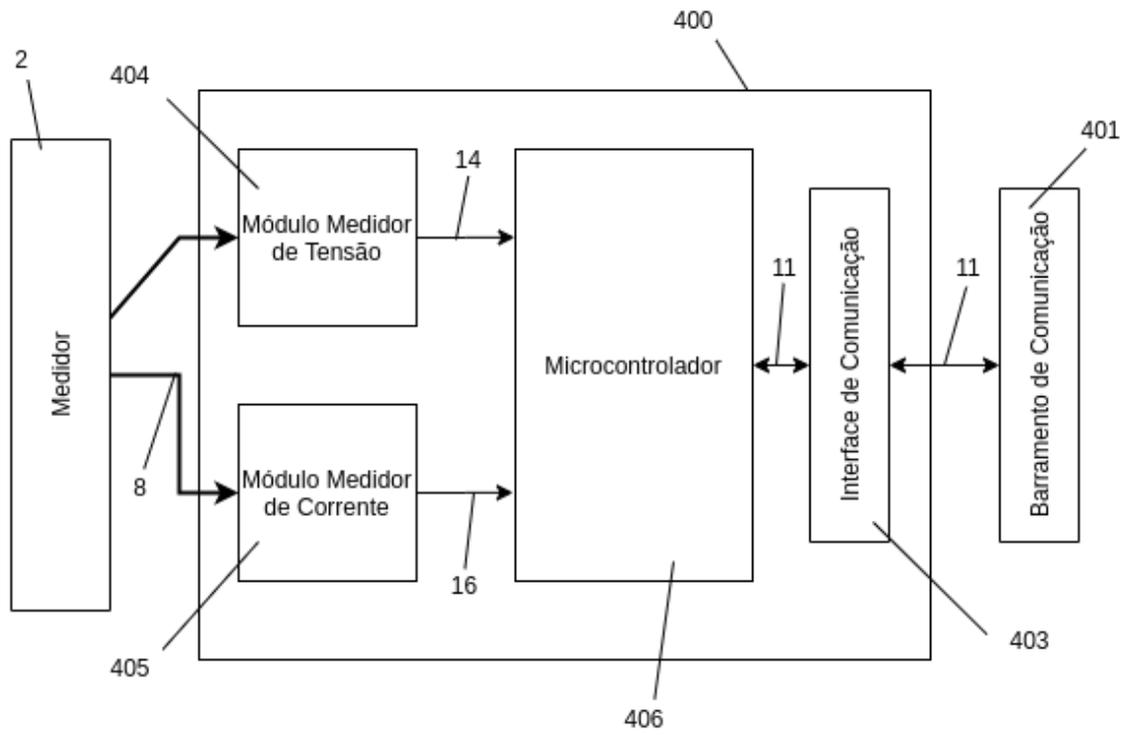


Figura 3

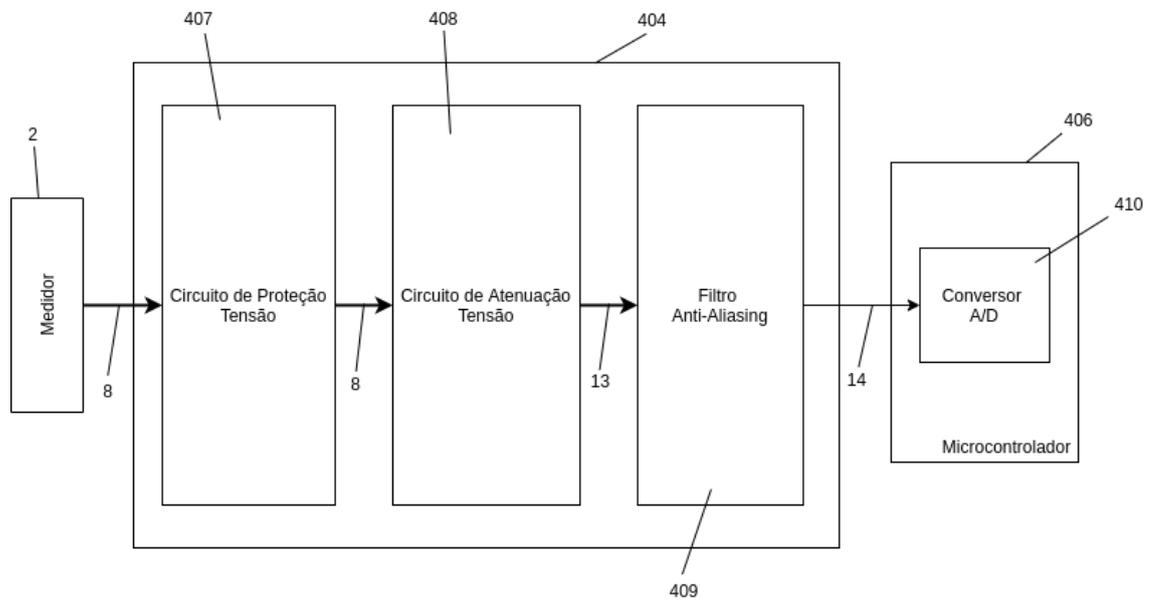


Figura 4

RESUMO**SISTEMA DE RECONHECIMENTO NÃO INVASIVO DE CARGAS ELÉTRICAS
USANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL**

É descrito um sistema capaz de identificar de forma eficaz e não invasiva cargas ativas conectadas à rede elétrica, por meio da análise da potência ativa, reativa e aparente, e das componentes harmônicas da corrente, amostrando simultaneamente os sinais dos medidores de tensão e corrente a 3840 Hz, em redes de 60Hz e 3200Hz em redes de 50Hz podendo o valor da amostragem mudar conforme a necessidade, provendo ao usuário métricas para identificar o consumo de energia de cargas individuais e o tempo de uso das mesmas; o invento também permite acionar e desligar cargas de forma remota, desde que já exista uma estrutura para tal, compatível com as interfaces de comunicação e protocolos de comunicação do presente invento; a identificação das cargas se dá através de um algoritmo de Inteligência Artificial, o qual analisa os sinais elétricos lidos em tempo real, dessa forma o usuário é capaz de enxergar seus hábitos de consumo e corrigi-los, a fim de melhorar seu consumo de energia.