

Sistema Inteligente baseado em IoT para Detecção e Diagnóstico de Falha em Equipamentos de uso Doméstico

Jorge Seabra, Mario Costa Jr, Mateus Lucena

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Manaus – AM – Brasil

{jorgeseabra19@gmail.com, marioacjr}@gmail.com, mateus.lucena@live.com

Resumo. *O desenvolvimento dos aparelhos domésticos utilizados no dia a dia está direcionado para a terceira onda da internet, a internet das coisas (IoT). No entanto, o mal desempenho no funcionamento destes aparelhos, é identificado somente pelos próprios usuários. Neste trabalho será descrito um sistema inteligente, de baixo custo, que monitora em tempo real o comportamento das grandezas elétricas de dispositivos de uso doméstico que serão analisadas com o objetivo de informar ao usuário eventuais falhas no seu funcionamento. O sistema é capaz de identificar tanto o mal funcionamento instantâneo como antecipar a necessidade de manutenção preventiva. A interface com o usuário se dará por meio do desktop, tablets, smartphones, TV Digital.*

1. Introdução

A supervisão das grandezas elétricas dos equipamentos domésticos ocupa um papel chave em manter os níveis de desempenho, confiabilidade e segurança desejados. Porém, esta supervisão é praticamente realizada exclusivamente por técnicos especialistas, indispensáveis hoje em dia nos diagnósticos das falhas [1]. Inserido neste contexto, propõe-se um sistema inteligente que irá monitorar de forma contínua as condições ideais de funcionamento de dispositivos domésticos evitando desperdícios com energia elétrica e prevendo manutenções, entre outros serviços.

Os custos reduzidos para utilização das placas micro processadas, sensores e atuadores, viabilizam as medições em tempo real das grandezas elétricas, mecânicas e físicas (sistema dinâmico) [2]. Adicionalmente, propostas de normatização da internet das coisas (IoT) viabilizaram a sua conexão, via a Internet, em sistemas informatizados que possibilitam o desenvolvimento de métodos inteligentes capazes de tratar estas novas informações. O processo da detecção de falha envolve a monitoração do estado atual do sistema por meio das leituras feitas em sensores instalados nos dispositivos e que serão comparados com um padrão de operação. As diferenças identificadas entre condições padrões e condições reais será denominado desvio ou resíduo. O tratamento deste resultado será referência para a condição do bom funcionamento do aparelho doméstico no sistema inteligente.

De fato, através da IoT, será possível conectar-se ao sistema inteligente de qualquer lugar do mundo. Assim, pode-se monitorar as grandezas elétricas dos aparelhos em tempo real e eventualmente identificar distúrbios que indiquem o mal funcionamento dos mesmos. O sistema irá avaliar o nível de relevância das falhas através de um classificador, e após esta seleção, irá armazenar em um banco de dados, o histórico de todas as falhas dos eventos referente ao aparelho monitorado e os dados estarão disponíveis no servidor local ou em um servidor em nuvem.

2. Proposta Conceitual

O monitoramento em tempo real dos indicadores de desempenho dos aparelhos domésticos conectados à internet possibilitará inúmeras oportunidades na redução dos custos com manutenção efetiva e desperdício de energia elétrica em empresas e residências. Sabe-se que, quando um sistema funciona fora de suas condições ideais, ou seja, com algum tipo de defeito ou até mesmo com alguma falha pequena, imperceptível para o ser humano, este sistema tende a consumir mais energia e consequentemente aumentar o custo de sua operação. Considerando todos esses fatores, sistemas de detecção e diagnóstico de falhas oferecem facilidades para o gerenciamento de aparelhos domésticos.

A detecção de falhas é realizada por meio do registro de informações, do reconhecimento e da indicação de anormalidades no comportamento do sistema para um determinado tempo de análise[3]. Essa operação pode ser feita por meio de diversas formas, desde o simples acompanhamento de alguma variável do sistema, até a análise da diferença (chamada de resíduo) entre o valor medido de uma variável e o seu respectivo valor estimado. O diagnóstico de falhas pode determinar o tipo, a localização, o tamanho (magnitude), a causa, o instante e o comportamento da variável com o tempo[4]. A etapa de correção das falhas consiste da tomada de ações apropriadas de forma automática ou não, para restabelecer a capacidade de desempenhar a função esperada.

A necessidade de lidar com um grande número de dados de falha ou com a ausência de dados bem definidos, aliada ao aumento da complexidade dos equipamentos e das exigências de segurança pessoal e ambiental, tem levado à utilização de técnicas cada vez mais sofisticadas[5]. A técnica a ser adotada é a Dissociação Base para a Detecção e Diagnóstico de Falha – (DDF), que simplifica a detecção das falhas para o tratamento das variáveis envolvidas simultaneamente.

A figura 1, apresenta o fluxo entre os dados coletados no equipamento, a placa que recebe os dados dos sensores, o tratamento dos dados no SSI e a conexão com os usuários.

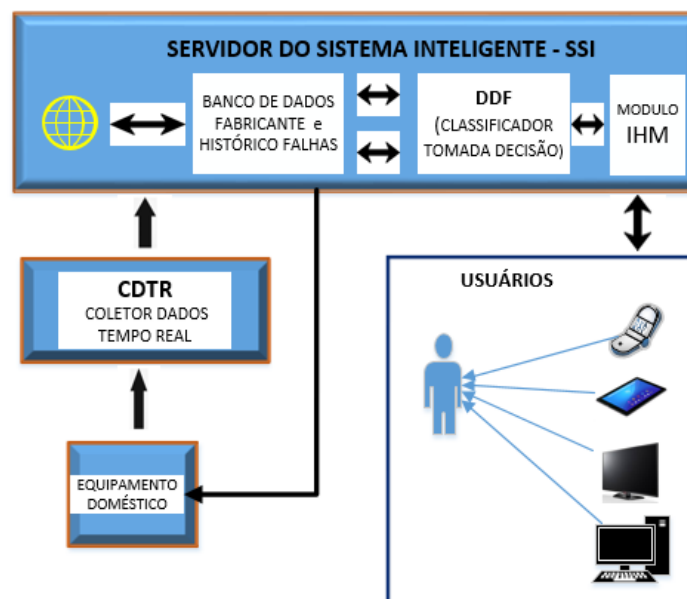


Figura 1: Fluxo do Sistema Inteligente - SSI

Equipamento Doméstico – Trata-se do objeto a ser monitorado, e a princípio pode ser qualquer dispositivo doméstico. Ênfase será dada em dispositivos que não tenham conexão nativa à Internet por exemplo ar condicionado, geladeira, e outros aparelhos domésticos tradicionais.

Coletor de Dados de Tempo Real (CDTR) – Este dispositivo micro controlado é responsável por coletar os dados referentes ao funcionamento do dispositivo doméstico em tempo real. Estas grandezas elétricas são obtidas através de sensores não invasivos apropriados conectados ao DCRT. Os dados obtidos irão compor a base de informações necessárias para a identificação do estado atual do dispositivo doméstico e estarão disponibilizados no servidor do Sistema Inteligente (SSI).

Servidor Sistema Inteligente – O processo da detecção e diagnóstico de falha (DDF) envolve a monitoração do estado atual do sistema e a comparação deste estado com uma referência de estado padrão de operação. Os parâmetros de operação de cada fabricante são distintos e em geral são disponibilizados em bancos de dados corporativos (Dados fabricante). De fato, estes dados particulares para cada fabricante resultam em um tratamento diferenciado para as variáveis de referência para o diagnóstico das falhas dos dispositivos. Estas regras de operação são relevantes para que o sistema inteligente possa aprender o comportamento das variáveis envolvidas. Após o decorrer do tempo necessário para a identificação do estado de operação do equipamento em regime permanente, faz-se necessário a observação do comportamento das grandezas elétricas monitoradas com medidas mais precisas em função do regime permanente. Para os casos das ocorrências de falhas diagnosticadas e que representem riscos na operação, o sistema será desligado automaticamente. A Figura 2 ilustra, por exemplo, uma variável que apresenta falha quando os dados medidos em qualquer condição de operação excedem os limites pré-definidos.

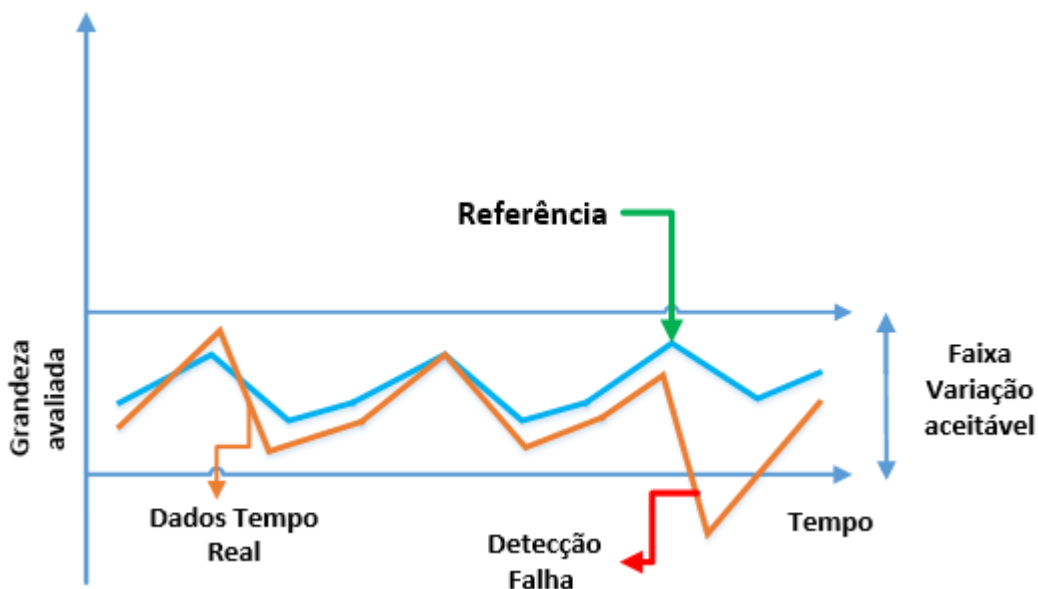


Figura 2: Variável monitorada - Detecção da falha

Para cada tipo de falha, o sistema inteligente armazena os resíduos no banco de dados (Histórico falha). A falha é diagnosticada pelo uso do classificador e do tomador de decisão do DDF que identificará o grau da relevância da falha comparando com informações armazenadas no banco de dados do fabricante e banco de dados com o histórico das falhas. A figura 3 mostra o comportamento da grandeza monitorada nos diferentes estados, no início da operação (Transiente), em operação (Regime Permanente) e fora da operação (Desligado).

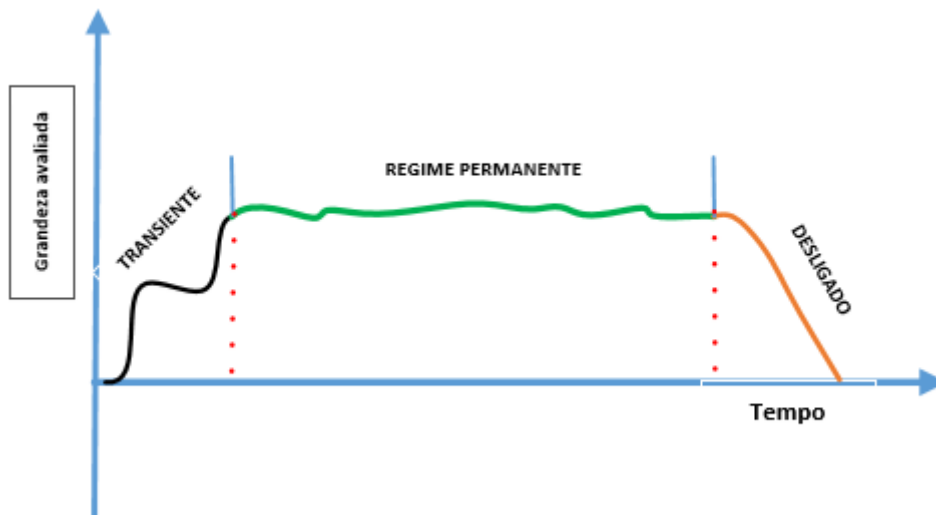


Figura 3: Comportamento da grandeza monitorada

O resultado do monitoramento da grandeza Figura.4, ilustra em tempo real a operação do equipamento com a visualização amigável das condições: falha / normalidade.

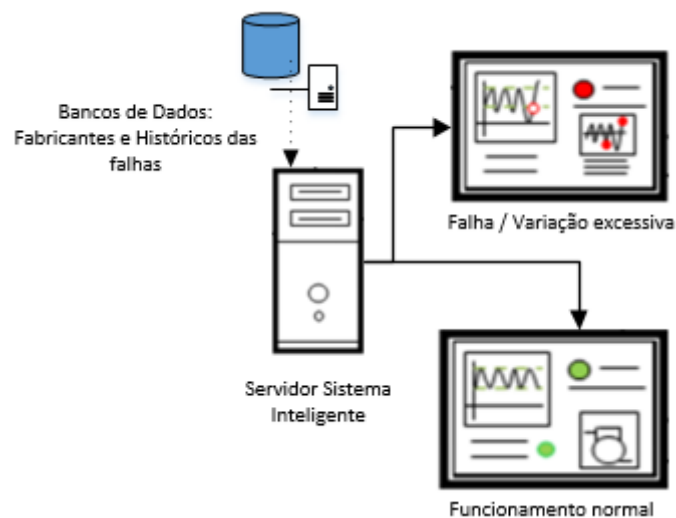


Figura 4: Equipamento monitorado: Falha / normalidade

Usuários - O usuário poderá inserir informações que possam alimentar a base de dados existente, auxiliando a identificar novas probabilidades de falha em algum outro momento com a permissão do administrador do SSI. Para os casos em que o sistema não identifique a falha a partir da combinação dos resíduos existentes, a configuração da nova combinação é inserida no banco de dados de falha, que alimenta o classificador e tomador de decisão do DDF.

3. Estudo de Caso

Para o estudo de caso prático, foram instalados sensores em um aparelho de ar condicionado compacto de uso doméstico em um ambiente com dimensões compatíveis com sua capacidade figura.5. As grandezas elétricas, físicas e mecânicas monitoradas foram: tensão elétrica, corrente de partida do compressor, corrente total do conjunto em regime permanente, temperatura de saída do ar condicionado, temperatura interna do ambiente, temperatura de retorno do ambiente, temperatura externa do ambiente, nível de vibração do ar condicionado.



Figura.5: Sistema Inteligente instalado no ar condicionado

Os resultados preliminares conforme o Grafico.1, apresentaram índices de confiabilidade bastante satisfatórios após realizarmos simulações com alterações premeditadas com intuito de avaliar a performance do sistema inteligente de detecção e diagnóstico de falhas para o aparelho de ar condicionado. Verificou-se que o sistema é capaz de monitorar em tempo real as variáveis selecionadas e que realizou o tratamento das falhas, conforme a especificação proposta ao sistema inteligente (SSI).

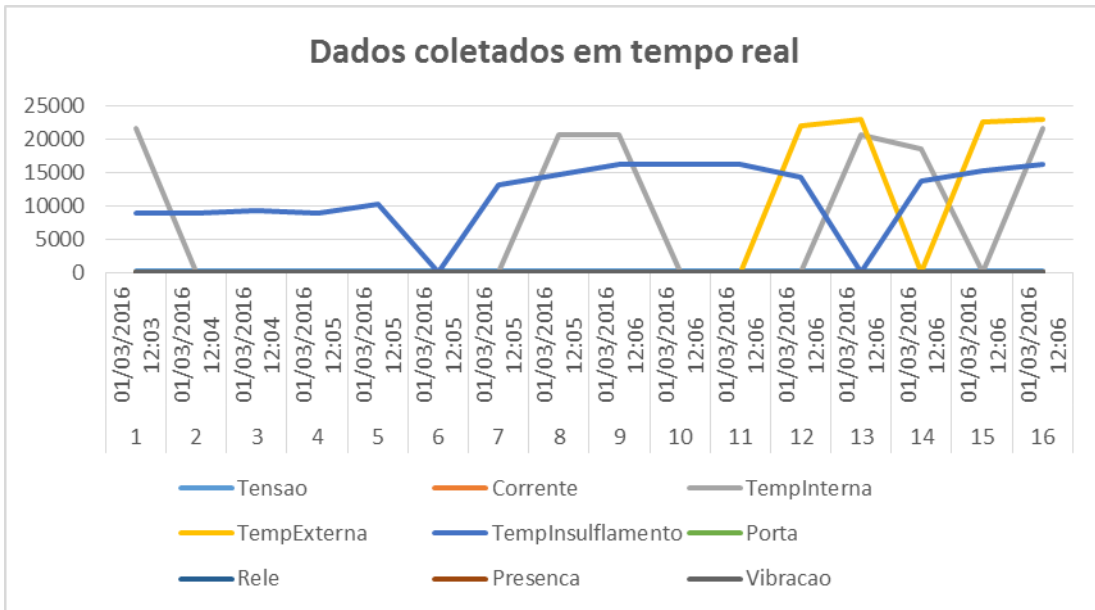


Gráfico 1: Leituras dos sensores em tempo real

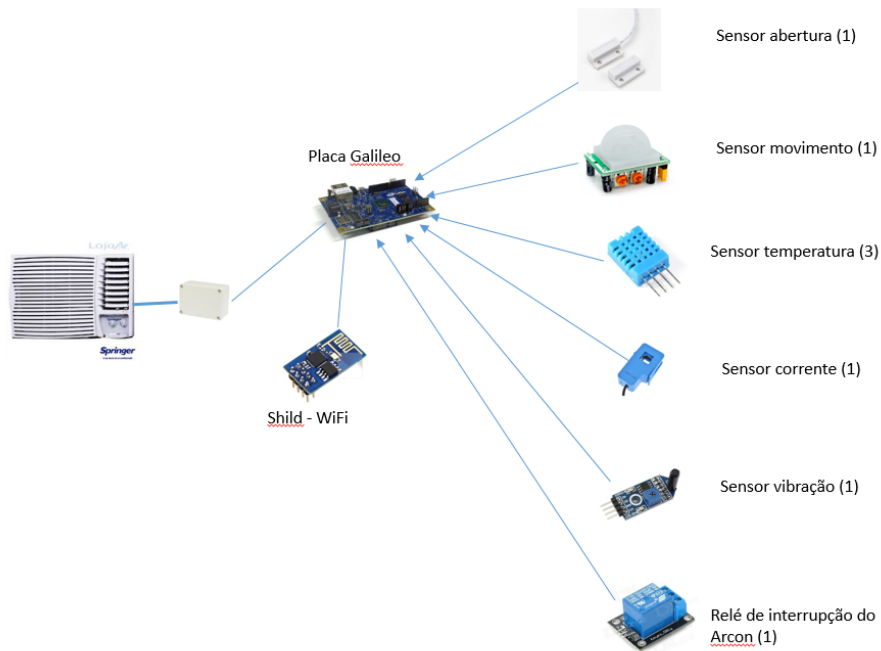


Figura. 6 Sensores não invasivos – coleta de dados

A figura.6, ilustra os componentes do SSI que executam leituras e a placa utilizada para comunicação para os testes preliminaris.



Figura 7: Visão geral do sistema SSI, plataforma de serviços e usuários

4. Conclusão

Uma vez conhecido o comportamento do equipamento monitorado, o sistema inteligente (SSI) atua nos parâmetros mais rigorosos e precisos minimizando o erros nos diagnósticos das falhas conforme foi verificado no estudo de caso.

O sistema inteligente irá agregar ao legado dos aparelhos de uso doméstico a tecnologia da internet das coisas (IoT). O usuário desprovido do conhecimento técnico poderá utilizar o sistema inteligente proposto para identificar falhas que hoje somente os técnicos especialistas analisam. Com os recursos do sistema inteligente, as ocorrências das falhas podem ser diretamente enviadas para o usuário ou para uma empresa que irá executar o reparo do aparelho. Os casos em que a falha represente risco eminente, o sistema poderá desabilitar o aparelho automaticamente evitando possíveis danos tais como: riscos de incêndio, aumento do consumo de energia elétrica, entre outros fatores não desejáveis.

Referências

- [1] D.J. Cook et al., "MavHome: An agent-based smart home", IEEE Int. Conf. on Pervasive Computing and Communications (PerCom). 2013, Vol. 1, pp. 521-524.
- [2] T. Niemirepo; M. Sihvonen; V. Jordan; J. Heinilä, "Service Platform for Automated IoT Service Provisioning", 9th Int. Conf. on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2015, pp. 325-329.
- [3] J. Yun, I.Y. Ahn, N.M. Sung, and J. Kim, "A device software platform for consumer electronics based on the internet of things." IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 61, Issue: 4, 2015, pp. 564-571.
- [4] J. Castillo and T. Edgar, "Model Based Fault Detection and Diagnosis." TWCCC – Texas – Wisconsin – California Control Consortium, Texas, 2010, pp 1-10.
- [5] H. Li and J.E. Braun, "A Methodology for Diagnosing Multiple-Simultaneous Faults in Rooftop Air Conditioners". Int. Refrigeration and Air Conditioning Conf., 2004, pp. 1-11.