

Proposta de Arquitetura para Auxiliar a Avaliação de Circuitos Elétricos de Veículos Automotores

Francisco Carlos Parquet Bizarria^{1,2} José Walter Parquet Bizarria¹ Michele Bazana de Souza¹
fcpb@iae.cta.br jwpb@inf.unitau.br michele_bazana@yahoo.com.br

¹ Universidade de Taubaté (UNITAU), Departamento de Engenharia Mecânica – Taubaté - SP/Brasil

² Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Divisão de Eletrônica (AEL) - São José dos Campos - SP/Brasil

RESUMO

A indústria automobilística concentra esforços no sentido de uniformizar a qualidade em todos os itens presentes nos produtos que são destinados para os seus clientes. Um item de destacada importância contido nesses produtos está relacionado com a integridade dos sistemas elétricos pertencentes aos veículos automotores. Esses veículos, ao alcançarem à fase final de montagem, devem ter seus circuitos elétricos avaliados como forma de garantir a ausência de não-conformidades nesses sistemas. Nesse contexto, este trabalho apresenta proposta de arquitetura para um sistema auxiliar a avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores, por análise dos consumos de correntes em equipamentos elétricos pertencentes a esses veículos. Essa arquitetura é baseada em sistema de supervisão, controlador lógico programável, sensores e atuadores, disponíveis no mercado nacional, com a meta de favorecer a utilização de hardware padronizado e software que possibilite a realização de alterações em ambiente integrado de desenvolvimento. Os resultados satisfatórios observados nos ensaios, realizados com a primeira versão do protótipo representativo dessa arquitetura, mostraram que a proposta apresentada neste trabalho é viável e pode ser levado a efeito para a aplicação a qual se destina.

Palavras-Chave: Veículos automotores. Avaliação de circuitos elétricos. Automatização. Interface homem-máquina.

1. INTRODUÇÃO

A indústria automobilística nacional e internacional para garantir uniformidade na qualidade dos seus produtos pode utilizar sistemas dedicados para realizar a supervisão de processos relacionados com a fabricação.

Um item de destacada importância nesses produtos está relacionado com a integridade operacional de sistemas elétricos instalados em veículos automotores. Decorrente das características previstas nas linhas de montagem dessas indústrias, uma avaliação por completo da capacidade operacional dos sistemas elétricos é realizada na fase final de montagem desses veículos.

Essa avaliação, em função da grande quantidade de veículos produzidos, pode ser realizada com a utilização de sistemas dedicados a esse fim. Esses sistemas, no âmbito do mercado nacional, são de arquitetura proprietária, apresentam custo significativo para aquisição e complexidade de manutenção. Essas características são elementos que contribuem para o aumento do custo de produtos e torna impeditiva a utilização dos mencionados sistemas em outros setores da sociedade. Esses setores estão principalmente relacionados com órgãos de fiscalização e manutenção veicular de pequeno e médio porte.

Nesse contexto, este trabalho apresenta uma proposta de arquitetura sistêmica, para os aludidos sistemas de auxílio à avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores, não

proprietária e de custo acessível, pois essa proposta está fundamentada em *software* e *hardware* utilizado, principalmente, em sistemas de automação industrial.

Os elementos que constituem essa arquitetura são baseados em controlador lógico programável, sensores, atuadores e *software* de supervisão, controle e aquisição de dados, disponíveis para aquisição no mercado nacional. A adoção dessa característica, para os elementos da mencionada arquitetura, tem como principal objetivo favorecer a utilização de *hardware* padronizado e *software* que possibilite a realização de alterações em ambiente integrado de desenvolvimento.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo principal deste trabalho é propor uma arquitetura baseada em *software* de supervisão, controlador lógico programável, sensores e atuadores disponíveis no mercado nacional, os quais são utilizados em automação industrial, para implementar um sistema capaz de auxiliar a avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores. Esse sistema deverá considerar o consumo de corrente alcançado pelo funcionamento de cada circuito elétrico do veículo, durante a realização de seqüência dedicada de operação, como referência para determinar a integridade do sistema avaliado.

Validar as características operacionais básicas dessa proposta com a implementação e realização de ensaios em protótipo que utilize a mencionada arquitetura.

3. ARQUITETURA PROPOSTA

Os principais componentes representativos da arquitetura proposta, neste trabalho, para o sistema que auxilia a avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores são mostrados na Figura 1.

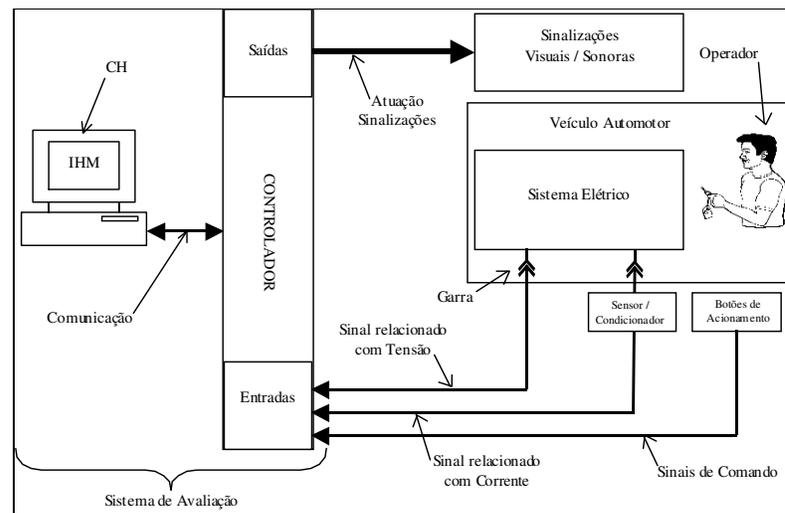


Figura 1. Componentes básicos da arquitetura proposta.

A função do bloco intitulado por CONTROLADOR, apresentado nessa figura, pode ser executada por um Controlador Lógico Programável (CLP), pois esse sistema tem capacidade de operar com entradas e saídas, digitais e/ou analógicas, que atendem vasta faixa de amplitude de sinais elétricos, MIYAGI (1996). Nesse controlador será instalado o programa que efetuará o gerenciamento de atividades previstas para a operação da arquitetura proposta, COSTA (2005). Esse programa executará suas tarefas de acordo com o modo de

funcionamento selecionado pelo operador do sistema, a quantidade de equipamentos elétricos instalados, as características de tensão e o consumo de corrente elétrica determinado pelos circuitos do veículo automotor submetido aos ensaios de avaliação.

O bloco Sensor/Condicionador tem por função determinar os valores das correntes de consumo dos circuitos avaliados e adequar esses valores aos níveis e padrões adotados pelo módulo de entrada analógica instalado no mencionado controlador.

As entradas digitais dedicadas ao bloco Botões de Acionamento é o meio pelo qual o operador pode ativar, de modo remoto, o sistema de avaliação de circuitos elétricos.

As saídas relacionadas com o bloco de Sinalizações Visuais/Sonoras são destinadas a sensibilizar o operador quanto ao estado de funcionamento do sistema de avaliação e às ações que deverão ser executadas no veículo para possibilitar as medições de circuitos elétricos.

A Interface Homem-Máquina (IHM), a qual está prevista para operar na camada do aplicativo do Computador Hospedeiro (CH), é composta por várias janelas, DE MORAES (2001). Essas janelas permitem que o operador efetue o acesso (*login*) ao sistema, a parametrização dos valores de corrente previstos para consumo dos circuitos, a avaliação dos circuitos de veículos automotores, a supervisão de valores de correntes consumidas e de tensão do sistema de suprimento de energia elétrica. Essa interface deverá se comunicar com o Controlador Lógico Programável por meio físico dedicado e com a previsão de separação galvânica. Essa separação tem por objetivo limitar conseqüências nesse controlador, na hipótese de ocorrer manifestação de não-conformidades elétricas no Computador Hospedeiro YAMANAKA (2006).

4. PROTÓTIPO

Uma vista dos componentes previstos na primeira versão do protótipo elaborado para representar o funcionamento do sistema de auxílio à avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores é apresentada na Figura 2. Nesse protótipo foram realizados os ensaios para validar a arquitetura proposta neste trabalho.

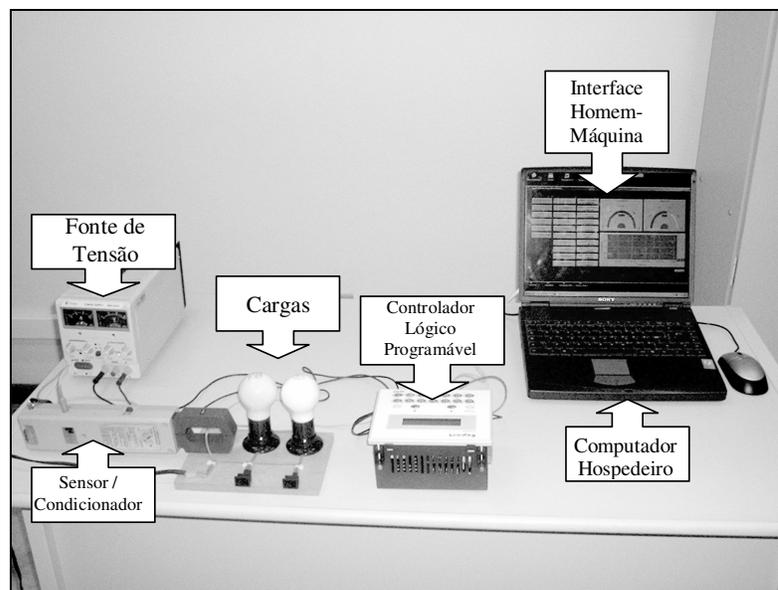


Figura 2. Vista da primeira versão do protótipo.

Conforme pode ser observado na Figura 2, os módulos previstos para a primeira versão do protótipo são: Interface Homem-Máquina, Computador Hospedeiro, Controlador Lógico Programável, Sensor/Condicionador, Cargas e Fonte de Tensão.

Comparando-se o conjunto formado por esses módulos com os blocos previstos na proposta de arquitetura apresentada na Figura 1, pode-se observar a ausência do bloco de Botões de Acionamento e Sinalizações Visuais/Sonoras. As funções desses blocos, no mencionado protótipo, por facilidade de elaboração, são implementadas diretamente na Interface Homem-Máquina.

O módulo representativo das Cargas, contido na Figura 2, opera em corrente alternada. Essa característica difere de um veículo automotor, o qual tipicamente opera em corrente contínua, porém no contexto dos ensaios realizados essa diferença não é significativa para o sistema de avaliação. Esse módulo possibilita que o sistema de avaliação efetue a medição de quatro níveis distintos de corrente, por meio de atuação nas chaves de acionamento das cargas.

Nessa figura pode ser observado que a determinação do valor de corrente consumida pela carga é executado pelo módulo do Sensor/Condicionador. Esse módulo é capaz de medir o valor efetivo da corrente de linha consumida pela carga, sem efetuar qualquer alteração mecânica no sistema avaliado, e disponibilizar uma saída com o valor de tensão, em corrente contínua, proporcional ao valor medido.

O módulo do Controlador Lógico Programável, mostrado nessa figura, possui saídas digitais, entradas digitais e analógicas. Nos ensaios realizados, com o protótipo, foram utilizadas duas entradas analógicas. Uma dessas entradas é dedicada para receber o sinal proporcional ao valor medido pelo Sensor/Condicionador, a outra entrada recebe o sinal relacionado com a tensão da fonte de suprimento de energia elétrica.

A Fonte de Tensão é o módulo que tem como principal função fornecer energia elétrica, em corrente contínua, para atender as necessidades do mencionado controlador.

As principais funções do aludido Computador Hospedeiro estão concentradas em abrigar a Interface Homem-Máquina do sistema de avaliação e participar da transmissão e recepção de informações relacionadas com o programa instalado no Controlador Lógico Programável.

O meio que permite ao operador acionar as rotinas previstas no sistema de avaliação está concentrado o módulo da Interface Homem-Máquina. Essa interface possui janelas dedicadas ao acesso do operador, a supervisão das avaliações e a parametrização de valores de corrente elétrica.

4.1. ESQUEMA DE LIGAÇÕES

O esquema de ligações adotado na primeira versão do protótipo elaborado para auxiliar a avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores é apresentado na Figura 3.

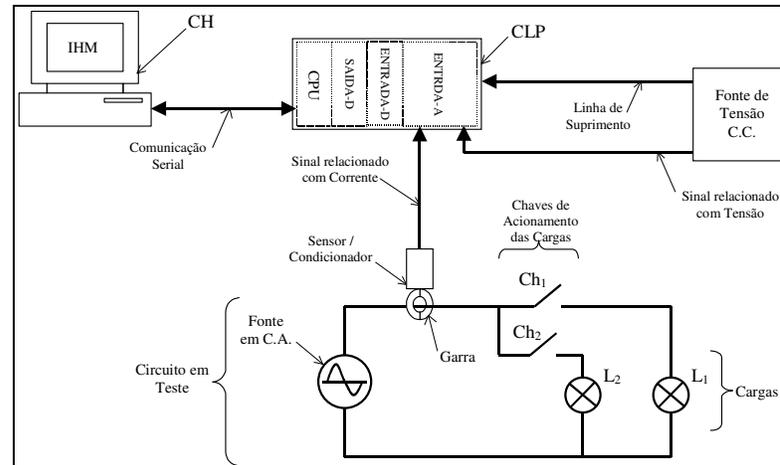


Figura 3. Esquema de ligações do protótipo.

Nessa figura o Circuito em Teste está separado, de modo galvânico, do sistema de avaliação por intermédio do Sensor/Condicionador.

As chaves Ch_1 e Ch_2 , contidas nesse circuito, estão relacionadas com as cargas L_1 e L_2 , respectivamente, que podem impor quatro valores distintos de correntes para o sistema de avaliação identificar.

Os sinais relacionados com esses valores distintos de correntes são transmitidos da saída analógica, do Sensor/Condicionador, para uma das entradas analógicas (ENTRADA-A) disponíveis no Controlador Lógico Programável. Esses sinais relacionados com correntes e o sinal relacionado com tensão, procedente da Fonte de Tensão C.C., são as principais referências consideradas pelo sistema de avaliação de circuitos elétricos durante o seu funcionamento.

Essa fonte de tensão atende o consumo de energia elétrica do Controlador Lógico Programável e fornece uma referência de tensão, em corrente contínua, necessária para permitir que o programa de gerenciamento de atividades, do mencionado protótipo, execute todas as suas funções. Cabe mencionar que na fase final de implantação do sistema de avaliação de circuitos, essa referência será obtida diretamente da bateria do veículo automotor submetido à avaliação.

O Controlador Lógico Programável (CLP), apresentado na Figura 3, está configurado com unidade central de processamento (CPU), entradas digitais (ENTRADA-D), saídas digitais (SAÍDA-D) e entradas analógicas (ENTRADA-A). Essa configuração possibilita a aquisição determinística de sinais relacionados com corrente, fornecidos pelo Sensor/Condicionador, e sinal relacionado com tensão, fornecido pela Fonte de Tensão C.C., além de permitir a comunicação com a Interface Homem-Máquina (IHM) instalada no Computador Hospedeiro (CH).

A comunicação serial é o meio físico estabelecido para efetuar o fluxo de informações entre o Controlador Lógico Programável e Computador Hospedeiro, o qual abriga a Interface Homem-Máquina do sistema.

4.2. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO

O programa de gerenciamento de informações previsto para atender a arquitetura proposta neste trabalho foi elaborado para operar em duas principais fases. Essas fases são

necessárias para efetuar a avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores por meio da inspeção de corrente consumida pelos seus equipamentos elétricos.

Na primeira fase, o operador efetua o carregamento no sistema de avaliação, dos valores de correntes elétricas previstas para serem consumidas pelos circuitos que serão testados no mencionado veículo, ou seja, é efetuada a parametrização de valores de corrente. Esses valores de corrente devem ser livres de não-conformidades.

O usuário do sistema pode executar essa primeira fase de dois modos. No primeiro modo esse usuário preenche, manualmente, os campos destinados aos valores de correntes previstas para serem consumidas pelos circuitos avaliados. No segundo os valores são obtidos e carregados a partir de medidas efetuadas, pelo sistema de avaliação, diretamente em circuitos elétricos ativos de um veículo, o qual deve estar com o sistema elétrico sabidamente íntegro. Esse modo parametrização pode ser aplicado em situação de ausência de informação sobre o consumo de corrente de um ou mais circuitos.

A segunda fase é dedicada à avaliação de circuitos elétricos de veículo automotor. Para a realização dessa fase é necessário que o operador do sistema execute uma seqüência preestabelecida de acionamentos dos circuitos do veículo avaliado. A quantidade de passos dessa seqüência depende dos equipamentos elétricos previstos no veículo.

Essa segunda fase pode ser desempenhada de dois modos. No primeiro modo, o operador efetua o acionamento do circuito no veículo e avalia a integridade desse circuito por atuação manual de botão de evento dedicado a esse fim, o qual está contido na janela de operação da Interface Homem-Máquina. No segundo, o operador executa uma seqüência completa de acionamentos de circuitos do veículo, sem ter que atuar botões de eventos. O sistema nesse modo de funcionamento sinaliza automaticamente para o operador, por um período de tempo, qual circuito deverá ser acionado no veículo para que o mesmo seja avaliado.

O fluxograma analítico que representa uma seqüência específica de ações previstas nesse programa de gerenciamento, a qual foi utilizada na realização dos ensaios práticos deste trabalho é apresentado na Figura 4. Os blocos que contém a apresentação de resultado de avaliação e o armazenamento de resultado de avaliação, mostrados nessa figura, estão respectivamente relacionados com a indicação de resultados na Interface Homem-Máquina e a gravação de informações em banco de dados.

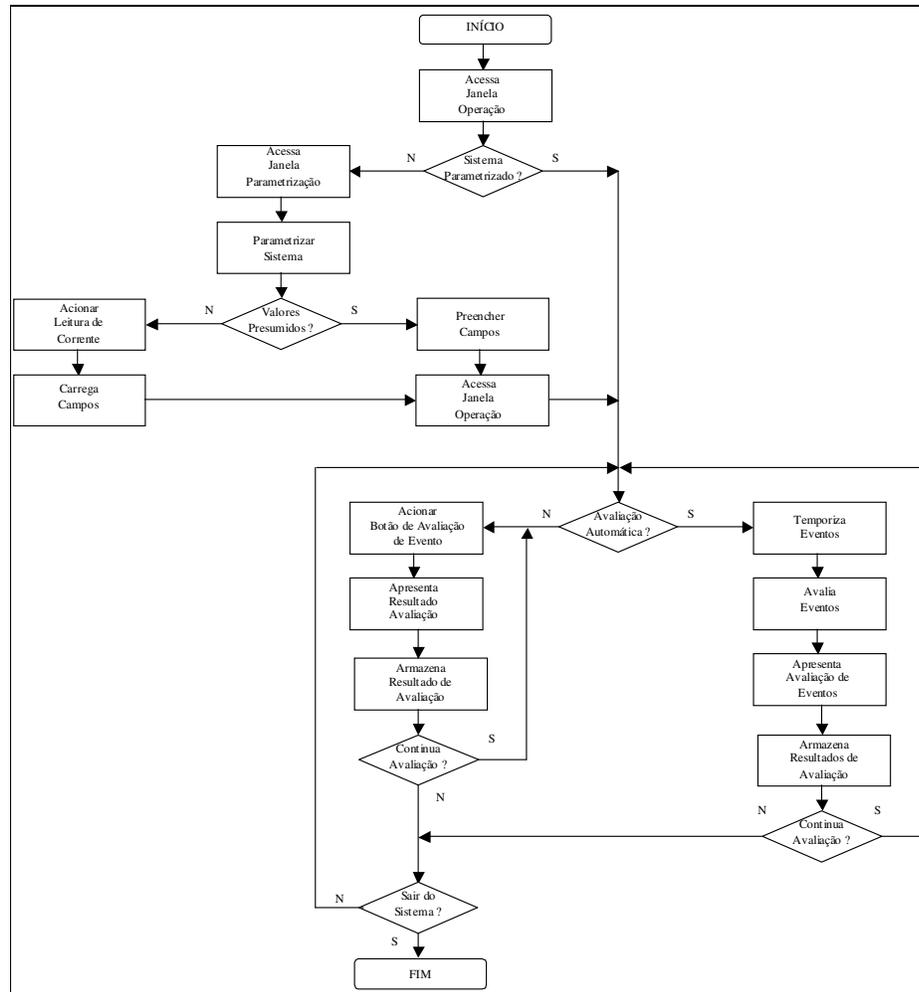


Figura 4. Fluxograma analítico de operação.

4.3. INTERFACE GRÁFICA

A função principal da Interface Homem-Máquina (IHM) está concentrada em servir de meio para o operador comandar e supervisionar as operações relacionadas com o sistema de avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores, ELIPSE WINDOWS (1999). A janela principal de operação dessa interface é mostrada na Figura 5. O operador para ter acesso aos serviços previstos nessa janela tem que se identificar por meio de senha de usuário.

Nessa janela pode ser observada a existência de três colunas (Coluna 1, 2 e 3) que possuem botões e sinalizações necessárias para a operação do sistema.

Na Coluna 1 estão previstos botões que permitem ao operador efetuar a aquisição de sinais relacionados com corrente (DESLIGAR MEDIÇÃO) do circuito avaliado, o acesso à janela de parametrização de correntes (IR PARA TELA DE PARAMETRIZAÇÃO), a transferência de parâmetros previamente definidos (CARREGAR PARÂMETROS) para operação do sistema, a análise de circuitos de modo automático (LIGAR EVENTO AUTOMÁTICO), o acesso à janela que fornece informações sobre a operação do sistema de avaliação (AJUDA) e a finalização de atividades com a interface (SAIR DO PROGRAMA).

A avaliação de circuitos pode ser realizada de modo manual ou automático. Na hipótese do botão designado por EVENTO AUTOMÁTICO não estar ativado, estabelecendo

a condição de modo manual, o operador poderá efetuar a avaliação de um circuito específico do veículo por tempo indeterminado. Essa situação é adequada para identificar não-conformidades que podem ocorrer de maneira aleatória no sistema elétrico. No modo automático a avaliação de cada circuito do veículo é realizada em períodos de tempos previamente definidos. Essa situação é adequada para linha de produção, pois a avaliação do sistema elétrico do veículo é realizada dentro de um período de tempo máximo.

Independentemente do tipo de avaliação escolhida, o operador utilizará os botões e/o sinalizações apresentadas na Coluna 2, da Figura 5. No modo manual o operador deverá acionar no veículo o circuito que o mesmo deseja avaliar e ativar na interface o botão relacionado com o evento. Essa ação dispara na sinalização visual, prevista no lado esquerdo de cada botão de evento, uma mudança de coloração. Essa coloração pode ser vermelha, verde ou amarela. A coloração vermelha indica que o valor de corrente que está circulando no circuito avaliado é superior ao valor parametrizado, considerando tolerâncias. A verde informa que essa corrente está dentro da faixa estipulada. A amarela indica que essa corrente é inferior ao valor parametrizado.

A Coluna 3, indicada nessa figura, contém sinalizações que informam ao operador as denominações de eventos e as correntes parametrizadas no sistema.

Para aumentar a expressividade funcional da janela operacional, mostrada nessa figura, são previstos Instrumentos virtuais, os quais apresentam valores instantâneos de corrente e tensão, e gráfico de tendência de corrente.

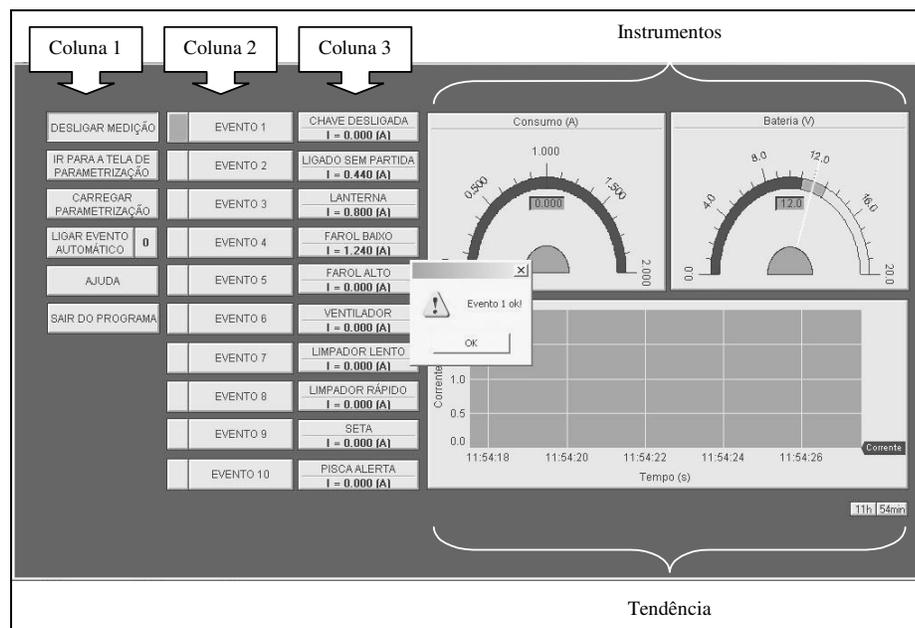


Figura 5. Janela principal de operação da interface.

Uma condição necessária para utilizar o sistema de avaliação de circuitos elétricos de veículos automotores está relacionada com a parametrização de valores de corrente elétrica, as quais servirão como referência na realização de testes. Nesse sistema a janela prevista para a realizar essa parametrização é apresentada na Figura 6. O acesso aos serviços previstos nessa janela somente poderá ser realizado por meio de senha de específica de administrador.

Na janela contida nessa figura pode ser observada a existência de três colunas (Coluna A, B e C) que possuem botões e células necessárias para a operação do sistema. O botão

contido na Coluna A, intitulado por IR PARA A TELA DE SUPERVISÃO, possibilita que o usuário saia da janela de parametrização e retorne para a janela de operação. A célula designada por TOLERÂNCIA permite que o usuário estabeleça a porcentagem de variação tolerada, positiva e negativa, na realização da avaliação de circuito.

A Coluna B, contida nessa figura, contém células que permitem, na sua parte superior, a designação do circuito avaliado e, na sua parte inferior, a parametrização de valor de corrente. Essa parametrização pode ser efetuada de modo direto por edição desse campo ou por captura de valor de corrente obtida de circuito em operação. Nesse último modo é necessário utilizar os botões da Coluna C, os quais são designados por CAP.

O botão localizado imediatamente a baixo do instrumento virtual, tem a função de ligar ou desligar a captura de corrente de circuito.

O instrumento virtual apresenta, para o usuário do sistema, o atual valor de corrente que circula no circuito utilizado como referência para gerar valor de parametrização.

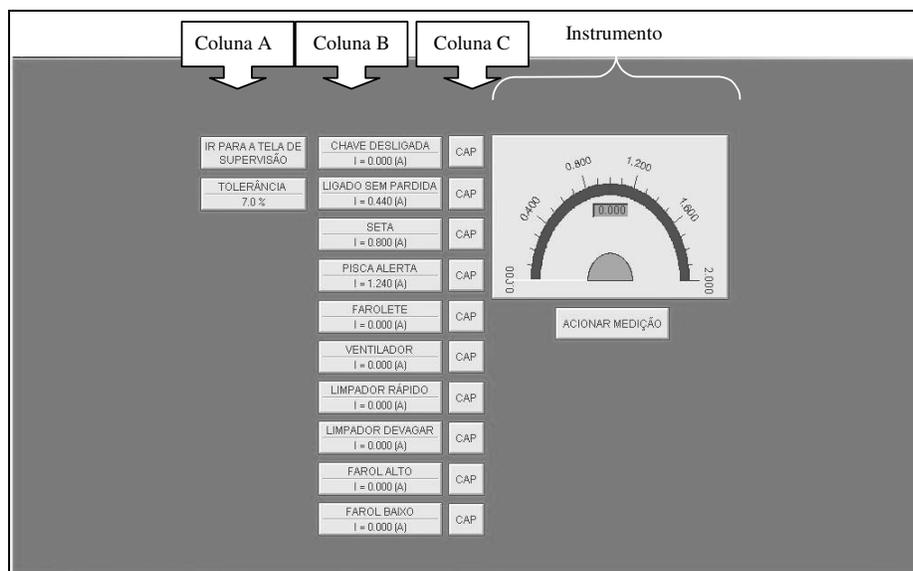


Figura 6. Janela de parametrização da interface.

De maneira geral as cores, nomenclaturas, distribuições de botões e sinalizações, mostradas nessas janelas, foram elaboradas com a meta de atender as necessidades de operadores e usuários do sistema, bem como facilitar a identificação de componentes durante a utilização dessa interface. Nesse contexto, os acionamentos desses botões podem ser efetuados por seleção direta com o mouse, pertencente ao Computador Hospedeiro, ou por seleção das teclas de funções contidas no teclado (*keyboard*) do mesmo.

4.4. ENSAIOS PRÁTICOS

Na realização dos ensaios práticos, necessários para este trabalho, foi implementado o esquema de ligações apresentado na Figura 3 e elaborado um programa para o Controlador Lógico Programável, em linguagem *ladder*, capaz de atender as ações contidas no fluxograma analítico mostrado na Figura 4.

Para validar a arquitetura proposta neste trabalho, foram efetuadas várias operações de avaliação de circuitos elétricos, com utilização do modo manual e automático previstos no programa de gerenciamento.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os resultados satisfatórios observados nos ensaios práticos, realizados com a primeira versão de protótipo representativo dessa arquitetura, mostraram que a proposta apresentada neste trabalho é viável e pode ser levado a efeito para a aplicação a qual se destina.

Os objetivos previstos, neste trabalho, para esta fase, foram alcançados em toda a sua plenitude, principalmente no que concerne à parametrização e avaliação de circuito elétrico por inspeção de corrente consumida por equipamentos.

Na montagem do protótipo foi utilizado, exclusivamente, sistema de supervisão, controlador lógico programável e sensores, disponíveis no mercado nacional, situação que minimiza custo de implantação e facilita alterações no sistema.

6. REFERÊNCIAS

MIYAGI, P. E. Controle Programável – Fundamentos do Controle de Sistemas a Eventos Discretos, Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 1996.

COSTA, C. Controlador Baseado em Lógica Programável Estruturada. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade de Taubaté.

DE MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. Engenharia de Automação Industrial, LTC, Rio de Janeiro, 2001.

YAMANAKA, F. Análise de Falhas em Modelo Representativo de Sistema Elétrico Proposto para Plataforma de Lançamento de Veículos Espaciais. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

ELIPSE WINDOWS, Sistema de Supervisão e Controle - Elipse Software Manual do Usuário, 1999.