

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Marcelo Anastacio Simões

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA COMUNICAÇÃO POR
RADIAÇÃO INFRAVERMELHA EM SISTEMA DE INSPEÇÃO
DA REDE ELÉTRICA DE VEÍCULO AUTOMOTOR**

**Taubaté - SP
2009**

Marcelo Anastacio Simões

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA COMUNICAÇÃO POR
RADIAÇÃO INFRAVERMELHA EM SISTEMA DE INSPEÇÃO
DA REDE ELÉTRICA DE VEÍCULO AUTOMOTOR**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de
Pós-Graduação do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de
Taubaté.

Área de Concentração: Automação e
Robótica

Orientador: Prof. Dr. José Walter Parquet
Bizarria.

**Taubaté - SP
2009**

S593p Simões, Marcelo Anastacio
Proposta de aplicação da comunicação por radiação infravermelha em sistema de inspeção da rede elétrica de veículo automotor./ Marcelo Anastacio Simões. – Taubaté: Unitau, 2009.

138 f. :il;30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Taubaté. Faculdade de Engenharia Mecânica. Curso de Mestrado em Automação em Engenharia.

Orientador: José Walter Parquet Bizarria.

1. Radiação Infravermelha. 2. Veículo Automotor. 3. Avaliação de Redes Elétricas. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica. II. Título.

CDD(21) 621.319

MARCELO ANASTACIO SIMÕES

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA COMUNICAÇÃO POR RADIAÇÃO
INFRAVERMELHA EM SISTEMA DE INSPEÇÃO DA REDE ELÉTRICA DE
VEÍCULO AUTOMOTOR**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de
Pós-Graduação do Departamento de
Engenharia Mecânica da Universidade de
Taubaté.
Área de Concentração: Automação e
Robótica.

Data: 07 de março de 2009

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Walter Parquet Bizarria

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dr. Eng. Alexandre Garcia

Instituto de Aeronáutica e Espaço

Assinatura _____

Prof. Dr. Antonio Faria Neto

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, em particular a minha esposa Márcia e meus filhos Lucas, Gabriel e Pedro, pela compreensão e pelo apoio demonstrado durante a minha ausência; em especial ao meu pai Manoel Simões (em memória) e minha mãe Fátima pela dedicação e o exemplo que nortearam toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. José Walter Parquet Bizarria pela orientação, dedicação e suporte durante a elaboração deste trabalho.

Aos Professores Drs. Francisco Carlos Parquet Bizarria, Luiz Octávio Mattos Reis e Giorgio Eugenio Oscare Giacaglia, pelo apoio demonstrado no decorrer do curso de Mestrado.

RESUMO

SIMÕES, M. A. (2009). **Proposta de Aplicação da Comunicação por Radiação Infravermelha em Sistema de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor.** 2009. 138p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Taubaté, Taubaté.

No atual contexto da indústria automotiva nacional e internacional, como parte do processo produtivo, no nível da Linha de Produção, são realizadas inspeções para a verificação da qualidade dos itens utilizados nos produtos destinados ao mercado consumidor. Dentre esses itens está o sistema elétrico que equipa os veículos automotores, cujo funcionamento dos circuitos deve ser inspecionado na fase final de montagem dos veículos, para a verificação do atendimento à conformidade aplicada ao sistema elétrico em questão. A partir dessa conjuntura desenvolveu-se o presente trabalho cujo conteúdo aborda proposta conceitual de aplicação da comunicação por radiação infravermelha em sistema de auxílio à inspeção da rede elétrica de veículo automotor. Essa abordagem trata de elementos do projeto conceitual de um sistema específico, cujo modelo de aplicação propõe a utilização de unidades portáteis destinadas à realização das inspeções, sendo a radiação infravermelha utilizada para comunicação sem fios, na transferência automática de dados das inspeções. Os resultados obtidos nos ensaios práticos efetuados com os protótipos dos elementos do sistema abordado foram satisfatórios, sendo validados os princípios de funcionamento desses elementos, ratificando os conceitos propostos, principalmente no que se refere: à aplicação da comunicação por radiação infravermelha; ao modelo de aplicação do sistema abordado, que utiliza unidades móveis para a realização das inspeções em questão; ao conceito de integração de sistemas, que prevê a integração do sistema abordado com os demais sistemas computacionais tipicamente existentes nas empresas produtoras de veículos automotores. Os objetivos propostos foram atingidos, sendo no conteúdo do trabalho apresentados os resultados de pesquisas voltadas para o propósito de contribuir para a evolução da tecnologia empregada em sistema de auxílio à inspeção de funcionamento de circuitos elétricos de veículos automotores.

Palavras-chave: Radiação Infravermelha, Avaliação de redes elétricas, Veículo automotor.

ABSTRACT

SIMÕES, M. A. (2009). **Proposal of Application of Communication by Means of Infrared Radiation in Systems of Inspection of Auto Motor Vehicle**. 2009. 138p. Thesis (Master) - Department of Mechanical Engineering, Universidade de Taubaté, Taubaté.

Nowadays the national and international automotive industry, at Production Line level and as part of their productive process, perform inspections to verify the quality of items employed in products dedicated to the consumer market. Among those items is the electrical system that equips the auto motor vehicles, which must have its circuitry operation inspected in the final assembly line, in order to verify if it is complying with the requirements applied to such electrical system. Starting from such context it was developed this work whose content treats of conceptual proposal of application of communication by means of infrared radiation in system of aiding to inspection of auto motor vehicle electrical network. That approach treats of elements of conceptual design of a specific system, whose model of application proposes the utilization of portable units dedicated to the accomplishment of inspections, where the infrared radiation is employed to the wireless communication, in the automatic data transfer from inspections. The tests results with the prototypes of elements of the system aforementioned were accordingly performed. It was validated the principles of operation of those elements confirming the proposed concepts, mainly concerning to the application of infrared radiation to the proposed system, that uses portable units for accomplishment of inspections, described herein, to the concept of system integration. Such system foresees its integration with computational systems typically employed by companies that produce auto motor vehicles. The proposed goals were reached and within the context of that work the results of this research aiming to contribute to the evolution of the technology used in system of aiding to the inspection of operation of auto motor vehicles electrical networks.

Keywords: Infrared Radiation, Electrical Networks evaluation, Auto motor vehicle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Arquitetura do SACE (DE SOUZA, 2007)	26
Figura 2.2 – Instalação e remoção da Garra AC/DC	28
Figura 2.3 – Exemplo sobre tensão HALL (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2005)	29
Figura 2.4 – Esquema de ligações referente ao PIREVA	35
Figura 2.5 – Fluxograma analítico referente ao PIREVA	36
Figura 2.6 – Camadas do modelo OSI	42
Figura 2.7 – Arquitetura para integração do SACE	49
Figura 2.8 - Desenhos do PIC 16F628A nas versões de 18 e 20 terminais (MICROCHIP, 2007)	54
Figura 2.9 - PIC 16F877A nas versões de 40 e 44 terminais (MICROCHIP, 2007)	55
Figura 2.10 - Sinais referentes aos padrões IrDA e EIA 232	59
Figura 2.11 - Organização do CIVA (ABNT, 2001)	61
Figura 3.1 – Arquitetura do SAIFCEVA integrada no SRE e SGP	68
Figura 3.2 – Arquitetura da Unidade Móvel de Inspeção (UMI)	69
Figura 3.3 – Arquitetura da Unidade para Concentração de Dados (UCD)	72
Figura 3.4 – Níveis hierárquicos no PCR	76
Figura 3.5 – Estrutura da Fila de Dados (FD)	78
Figura 3.6 – Campos referentes à semântica TDI	83
Figura 3.7 – Organização de <i>bits</i> para compor o campo BCC	90
Figura 3.8 – Fluxograma analítico referente à transmissão de dados de inspeções	97
Figura 3.9 – Fluxograma analítico referente à recepção de dados de inspeções	99
Figura 3.10 – Representação de seqüência de FD em exemplo de comunicação bem sucedida	100

Figura 3.11 – Esquemático do SAIFCEVA para inspeção de veículo automotor.....	101
Figura 3.12 – Fluxograma analítico referente ao PIREVAS.....	102
Figura 4.1 – Arquitetura dos protótipos de elementos do SAIFCEVA.....	104
Figura 4.2 – Imagem do <i>hardware</i> relativo aos elementos do SAIFCEVA.....	105
Figura 4.3 – Imagem da placa PCI_UMI_01	108
Figura 4.4 – Fluxograma analítico do <i>software</i> do protótipo da UMI.....	110
Figura 4.5 – Fluxograma analítico da sub-rotina “Leitura e Avaliação da Tensão da Bateria”.....	111
Figura 4.6 – Fluxograma analítico da sub-rotina “Leitura e Avaliação da Corrente do Circuito”.....	111
Figura 4.7 – Esquema do circuito elétrico da PCI_UMI_01	112
Figura 4.8 – Imagem da placa PCI_IPI_UMI.....	114
Figura 4.9 – Esquema do circuito elétrico da PCI_IPI_UMI.....	115
Figura 4.10 – Imagem da placa PCI_IPI_UCD.....	118
Figura 4.11 – Interface Homem-Máquina do protótipo da UCD.....	119
Figura 4.12 – Códigos de barras referentes aos CIV para ensaios práticos	123
Figura 4.13 – Imagem da IHM do protótipo da UCD para comunicação bem sucedida.....	126
Figura 4.14 – Imagem da IHM do protótipo da UCD com comunicação sem êxito.....	126
Figura 4.15 – Ensaios sem a simulação de não-conformidade.....	129
Figura 4.16 – Imagem da IHM referente aos ensaios sem a simulação de não-conformidade.....	130
Figura 4.17 – Imagem da IHM referente aos ensaios com a simulação de não-conformidades	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Códigos de semântica	80
Tabela 3.2 - Intervalos para Códigos de Identificação do Equipamento	81
Tabela 3.3 - Conteúdo da FD N1_ITI	91
Tabela 3.4 - Conteúdo da FD N2_R_ITI.....	91
Tabela 3.5 - Conteúdo da FD N1_QTI	92
Tabela 3.6 - Conteúdo da FD N2_R_QTI.....	92
Tabela 3.7 - Conteúdo da FD N1_TDI.....	93
Tabela 3.8 - Conteúdo da FD N2_R_TDI	94
Tabela 3.9 - Conteúdo da FD N1_FTI.....	94
Tabela 3.10 - Conteúdo da FD N2_R_FTI	95
Tabela 3.11 - Tipos de erros de comunicação na transmissão de dados de inspeções	96
Tabela 3.12 - Tipos de erros de comunicação na recepção de dados de inspeções	98
Tabela 4.1 – Características dos componentes referentes à PCI_UMI_01	113
Tabela 4.2 – Características dos componentes referentes à PCI_IPI_UMI	116
Tabela 4.3 – Definição de parâmetros referentes ao procedimento de avaliação de corrente	122
Tabela 4.4 – Limites de distância para a comunicação IR entre protótipos das interfaces IPI	125
Tabela 4.5 – Dados dos ensaios sem a simulação de não-conformidade	129

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/D - Analógico/Digital.

ABAC - Associação Brasileira de Automação Comercial.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AC - *Alternating Current*, Corrente Alternada.

ASCII- *American Standard Code for Information Interchange*, Código Padrão Americano para Troca de Informações.

BAC - Botões de acionamento.

BAD - Bloco de Conversão Analógico-Digital.

BCC - Campo de Verificação da Fila de Dados.

BCO - Bloco de Controle da Unidade Móvel.

BEM - Bloco de Energia da Unidade Móvel.

BMS - Bloco do Mostrador.

bps - *bits* por segundo.

CC - Corrente Contínua.

CDI - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o Código da Inspeção referente a um determinado veículo, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

CDT - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o Código do Teste referente a uma determinada inspeção, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

CLC - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o código relativo ao valor da leitura de corrente elétrica do circuito referente ao um tipo de teste, em uma determinada inspeção, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

CLP - Controlador Lógico Programável.

CLV - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o código relativo ao valor da leitura de tensão elétrica da bateria, referente ao um tipo de teste, em uma determinada inspeção, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

CIEq - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o Código de Identificação do Equipamento, utilizado na comunicação.

CIV - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o Código de Identificação do Veículo, cujos dados da inspeção serão transmitidos.

CIVA - Código de Identificação de Veículo Automotor.

CH - Computador Hospedeiro.

CNT - Controlador.

CRC - *Cyclic Redundancy Check*, Verificação de Redundância Cíclica.

DC - *Direct Current* - Corrente Contínua.

DCE - *Data Communication Equipment*, Equipamento de Comunicação de Dados.

DTE - *Data Terminal Equipment*, Equipamento Terminal de Dados.

E/S - Entrada/Saída.

EAN - *European Article Numbering Association*.

EBCDIC - *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*, Código Estendido de Caracteres Decimais Codificados em Binário para o Intercâmbio de Informações.

EEPROM - *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*, Memória Somente para Leitura Programável e Apagável Eletricamente.

EIA 232 - *Electronic Industry Association 232*, Associação da Indústria Eletrônica 232.

ENS - Entradas.

ERP - *Enterprise Resource Planning*, Planejamento de Recursos da Empresa.

FD - Fila de Dados.

FLASH – Memória não volátil programável e apagável eletricamente.

FTI - Denominação da semântica referente ao comando de fim de transmissão dos dados de inspeções.

GDT - Garras de Tensão.

IA - Intel® *Architecture*, Arquitetura Intel®.

IAN - *International Association for Article Numbering*.

IDE - *Integrated Development Environment*, Ambiente Integrado de Desenvolvimento.

I_{CKT} - Valor Central da Corrente do Circuito.

I_{CKT} - Valor de Leitura da Corrente do Circuito.

IHM - Interface Homem-Máquina.

II_{CKT} - Limite Inferior do Valor da Corrente do Circuito.

IIP - Identificação Internacional do Produtor.

IPE - Interface para o padrão EIA 232.

IPI - Interface para o Padrão Infravermelho.

IPP - Interface para o Padrão do PCD.

IR - *Infrared*, Radiação Infravermelha.

IrDA - *Infrared Data Association*, Associação Dados em Infravermelho.

IrPHY - *IrDA Physical Layer*, Camada Física IrDA.

IS_{CKT} - Limite Superior do Valor da Corrente do Circuito.

ISO - *International Standards Organization*, Organização Internacional de Padrões.

ITI - Denominação da semântica referente ao comando de início de transmissão dos dados de inspeções.

LCB - Leitor de Código de Barras.

MCD - Microcomputador.

MES - *Manufacturing Execution System*, Sistema de Execução da Manufatura.

N1_FTI - Fila de Dados correspondente à semântica do comando de Fim de Transmissão dos Dados de Inspeções.

N1_ITI - Fila de Dados correspondente à semântica do comando de Início de Transmissão dos Dados de Inspeções.

N1_QTI - Fila de Dados correspondente à semântica do comando de Informação da Quantidade de Inspeções a serem Transmitidas.

N1_TDI - Fila de Dados correspondente à semântica do comando de Transmissão de Dados de Inspeção.

N2_R_FTI - Fila de Dados correspondente à semântica da resposta ao comando de Fim de Transmissão de Dados de Inspeções.

N2_R_ITI - Fila de Dados correspondente à semântica da resposta ao comando de Início de Transmissão dos Dados de Inspeções.

N2_R_QTI - Fila de Dados correspondente à semântica da resposta ao comando de Informação da Quantidade de Inspeções a serem Transmitidas.

N2_R_TDI - Fila de Dados correspondente à semântica da resposta ao comando de Transmissão de Dados de Inspeção.

N_{BAT} - Número de Leituras da Tensão da Bateria do Veículo Automotor.

N_{CKT} - Número de Leituras de Corrente do Circuito.

NSI - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o número de seqüência associado a uma determinada inspeção, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

OP - Operador.

OSI - *Open System Interconnection*, Interconexão de Sistemas Abertos.

P%_{BAT} - Porcentagem de Variação do Valor da Tensão da Bateria do Veículo Automotor.

P%_{CKT} - Porcentagem de Variação do Valor da Corrente do Circuito.

PCD - Protocolo de Comunicação para Centralização de Dados.

PCR - Protocolo de Comunicação por Radiação Infravermelha.

PCRI - Protocolo de Comunicação da Rede Industrial.

PIREVA - Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor.

PIREVAS - Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor Adotado para o SAIFCEVA.

PSGP - Protocolo de Comunicação do SGP.

PSRE - Protocolo de Comunicação do SRE.

QDI - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representada a Quantidade de Inspeções a serem transmitidas numa determinada comunicação.

QTD - Campo pertencente à Região Fixa da Fila de Dados, no qual é representada a totalização da Quantidade de Octetos formada pelos campos que compreendem a semântica (SEMA) e a região variável, da própria Fila de Dados.

QTI - Denominação da semântica referente ao comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.

QTT - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representada a Quantidade de Testes associada a uma determinada inspeção cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

R_FTI - Denominação da semântica referente à resposta ao comando de fim de transmissão dos dados de inspeções.

R_ITI - Denominação da semântica referente à resposta ao comando de início de transmissão dos dados de inspeções.

R_QTI - Denominação da semântica referente à resposta ao comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.

R_TDI - Denominação da semântica referente à resposta ao comando de transmissão de dados de inspeção.

RAM - *Random Access Memory*, Memória de Acesso Aleatório.

RCSA - Redes de Comunicações dos Sistemas Administrativos.

REE - Rede Elétrica.

RET - Campo pertencente à Região Variável da Fila de Dados, no qual é representado o Código que Indica o Resultado do Teste referente a uma determinada inspeção, cujos dados são transmitidos de forma conjunta na mesma Fila de Dados.

RF - Radiofrequência.

RI - Rede Industrial.

RISC - *Reduced Instruction Set Computer*, Computador com conjunto reduzido de instruções.

ROM - *Read Only Memory*, Memória Exclusiva de Leitura.

RS 232 - *Recommended Standard 232*, Padrão Recomendado 232.

RZI - *Return to Zero Inverted*.

SACE - Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico.

SAIFCEVA - Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor.

SAS - Saídas.

SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition*, Supervisão Controle e Aquisição de Dados.

SEC - Sensor/Condicionador.

SDV - Seção Descritiva do Veículo.

SEMA - Campo pertencente à Região Fixa da Fila de Dados, no qual é representado o Código de Semântica da Fila de Dados.

SGP - Sistema Computacional de Gestão da Produção.

SINC - Campo pertencente à Região Fixa da Fila de Dados, no qual é representado o Código de Sincronismo da Fila de Dados.

SIREVA - Sistema de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor.

SISU - Sistema Supervisório.

SIV - Seção Identificadora do Veículo.

SRC - Sistemas de Redes de Comunicações da Empresa.

SRE - Sistema Computacional de Planejamento e Recursos da Empresa.

SVS - Sinalizações Visuais/Sonoras.

T_{BAT} - Tempo para realização de Medições de Tensão da Bateria do Veículo Automotor.

T_{CKT} - Tempo para realização de Medições de Corrente do Circuito do Veículo Automotor.

T_b - Tempo referente à transmissão de 1 *bit*, determinado a partir da velocidade de transmissão.

TCE - Transdutor de Corrente Elétrica.

TCP/IP - *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*.

TDI - Denominação da semântica referente ao comando de transmissão de dados de inspeção.

T_p - Tempo de Duração do Pulso de Luz Infravermelha.

TTL - *Transistor-Transistor Logic*, Lógica Transistor-Transistor.

TUM - Teclado da Unidade Móvel.

UCD - Unidade para Concentração de Dados.

UCP - Unidade Central de Processamento.

UMI - Unidade Móvel de Inspeção.

UPC - *Universal Product Code*, Código Universal de Produto.

USB - *Universal Serial Bus, Barramento Serial Universal*.

USART - *Universal Synchronous Asynchronous Receiver-Transmitter*, Receptor-Transmissor Universal Síncrono e Assíncrono.

V_{BAT} - Leitura da Tensão da Bateria do veículo Automotor.

VC_{BAT} - Valor Central da Tensão da Bateria do veículo Automotor.

VDS - *Vehicle Descriptor Section*, Seção Descritiva do Veículo.

VEA - Veículo Automotor.

VI_{BAT} - Limite Inferior do Valor de Tensão da Bateria do Veículo Automotor.

VIN - *Vehicle Identification Number*, Número de Identificação de Veículo.

VIS - *Vehicle Identifier Section*, Seção Identificadora do Veículo.

VS_{BAT} - Limite Superior do Valor da Tensão da Bateria do Veículo Automotor.

WMI - *World Manufacturer Identifier*, Identificação Internacional do Produtor.

LISTA DE SÍMBOLOS

- v freqüência.
- ® Marca registrada.
- μ micro.
- Ω ohms.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 JUSTIFICATIVA E METODOLOGIA	22
1.2 OBJETIVO.....	24
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 REFERÊNCIAS SOBRE SISTEMA DE INSPEÇÃO DA REDE ELÉTRICA DE VEÍCULO AUTOMOTOR	25
2.1.1 Bloco CONTROLADOR (CNT)	26
2.1.2 Bloco SENSOR/CONDICIONADOR (SEC)	27
2.1.2.1 Princípio de funcionamento da Garra AC/DC.....	28
2.1.3 Sinal relacionado com tensão	30
2.1.4 Bloco SINALIZAÇÕES VISUAIS/SONORAS (SVS)	30
2.1.5 Bloco BOTÕES DE ACIONAMENTO (BAC)	31
2.1.6 Bloco do COMPUTADOR HOSPEDEIRO (CH)	31
2.1.6.1 Interface Homem-Máquina (IHM)	33
2.1.7 Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor (PIREVA)	35
2.1.7.1 Procedimento de Leitura da Tensão da Bateria do Veículo	37
2.1.7.2 Procedimento de Avaliação da Tensão da Bateria do Veículo.....	37
2.1.7.3 Procedimento de Leitura da Corrente do Circuito Sob Teste	39
2.1.7.4 Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito Sob Teste	39
2.2 TÓPICOS SOBRE A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS NA EMPRESA PRODUTORA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES	41
2.2.1 Protocolo de comunicação de dados	41
2.2.1.1 Conceito	41

2.2.1.2 Modelo OSI (<i>Open System Interconnection</i>)	42
2.2.2 Aspectos sobre a integração do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE) ao sistema computacional da empresa produtora de veículos automotores	49
2.3 ASPECTOS SOBRE RECURSOS DE MICROCONTROLADORES.....	52
2.4 REFERÊNCIAS SOBRE UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO INFRAVERMELHA PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS.....	57
2.5 CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DE VEÍCULO AUTOMOTOR (CIVA).....	60
2.5.1 Identificação Internacional do Produtor (IIP)	61
2.5.2 Seção Descritiva do Veículo (SDV)	62
2.5.3 Seção de Identificação do Veículo (SIV)	62
2.6 TÓPICOS SOBRE CÓDIGOS DE BARRAS	64
3 PROJETO CONCEITUAL	67
3.1 ARQUITETURA DO SISTEMA PROPOSTO	67
3.2 UNIDADE MÓVEL DE INSPEÇÃO (UMI)	69
3.3 UNIDADE PARA A CONCENTRAÇÃO DE DADOS (UCD).....	72
3.4 INTEGRAÇÃO DO SAIFCEVA AOS SISTEMAS COMPUTACIONAIS DA EMPRESA PRODUTORA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES.....	73
3.5 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO POR RADIAÇÃO INFRAVERMELHA (PCR)	75
3.5.1 Hierarquia para as comunicações	75
3.5.2 Padrão de comunicação por radiação infravermelha	76
3.5.3 Fila de Dados (FD)	78
3.5.3.1 Campo SINC (Sincronismo)	79
3.5.3.2 Campo QTD (Quantidade de octetos).....	79
3.5.3.3 Campo SEMA (Código de semântica).....	79
3.5.3.4 Região Variável (dados referentes à semântica da FD).....	80
3.5.3.5 Campo BCC (Verificação)	89
3.5.4 Definição das Filas de Dados (FD)	90

3.5.5 Procedimentos para as comunicações entre a UMI e a UCD	95
3.5.5.1 Procedimentos para a transmissão de dados de inspeções	96
3.5.5.2 Procedimento para a recepção de dados de inspeções.....	98
3.5.5.3 Exemplo de seqüência de Filas de Dados em uma comunicação	100
3.6 PROCESSO DE INSPEÇÃO ADOTADO PARA O SAIFCEVA.....	101
4 PROTÓTIPOS E ENSAIOS PRÁTICOS	104
4.1 PROTÓTIPOS.....	104
4.1.2 Elementos referentes ao protótipo da Unidade Móvel de Inspeção (UMI)	108
4.1.2.1 Elementos da unidade móvel UMI elaborados para utilização exclusiva nos ensaios práticos.....	108
4.1.2.2 Equipamentos da unidade móvel UMI encontrados no mercado nacional ..	117
4.1.3 Elementos referentes ao protótipo da Unidade para Concentração de Dados (UCD)	117
4.1.3.1 Elementos da unidade de concentração UCD elaborados para utilização exclusiva nos ensaios práticos	117
4.1.3.2 Microcomputador MCD.....	118
4.2 ENSAIOS PRÁTICOS	120
4.2.1 Ensaios de comunicação por radiação infravermelha	120
4.2.2 Ensaios de inspeção de circuitos elétricos de veículo automotor	127
4.2.2.1 Ensaios sem a simulação de não-conformidade nos circuitos inspecionados	128
4.2.2.2 Ensaios com a simulação de não-conformidade nos circuitos inspecionados	131
5 CONCLUSÕES	134
REFERÊNCIAS	136

1 INTRODUÇÃO

Essa seção é dedicada à apresentação das circunstâncias referentes à temática abordada, do objetivo e da organização do texto.

1.1 JUSTIFICATIVA E METODOLOGIA

No presente contexto de aprimoramento da indústria automotiva nacional e internacional, observa-se a utilização de tecnologias que envolvem diferentes sistemas computacionais, dentre os quais, em função da especificidade, existem aqueles dedicados aos setores de: Linha de Produção (exemplo: SCADA - *Supervisory Control And Data Acquisition*), Gestão da Produção (exemplo: MES - *Manufacturing Execution System*) e Planejamento de Recursos da Empresa (exemplo: ERP - *Enterprise Resource Planning*). Embora distintos, esses sistemas computacionais devem ser integrados de maneira a garantir o correto funcionamento da estrutura hierárquica que define uma pirâmide na qual: o nível da base é formado pelo setor da Linha de Produção, o nível intermediário é formado pelo setor da Gestão da Produção e o nível do topo é formado pelo setor de Planejamento de Recursos da Empresa.

Como parte do processo produtivo da citada indústria automotiva, no nível da Linha de Produção, são realizadas inspeções para a verificação da qualidade dos itens utilizados nos produtos destinados ao mercado consumidor. Dentre esses itens está o sistema elétrico que equipa os veículos automotores, cujo funcionamento dos

circuitos deve ser inspecionado na fase final de montagem dos veículos, para a verificação do atendimento à conformidade aplicada ao sistema elétrico em questão.

A partir dessa conjuntura desenvolveu-se o presente trabalho cujo conteúdo aborda proposta conceitual de aplicação da comunicação por radiação infravermelha em sistema de auxílio à inspeção da rede elétrica de veículo automotor, sendo nesse conteúdo propostos conceitos que visam oferecer contribuição para a evolução desse tipo de sistema. Essa abordagem é realizada por meio do desenvolvimento do projeto conceitual de um sistema específico voltado para os propósitos deste trabalho, intitulado “Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor” (SAIFCEVA).

O desenvolvimento do SAIFCEVA teve por referência básica elementos de outro sistema, apresentado na dissertação de mestrado intitulada “Proposta de Arquitetura para Avaliar Rede Elétrica de Veículo Automotor” (DE SOUZA, 2007). Entretanto, a concepção apresentada no SAIFCEVA utiliza um diferente modelo de aplicação que explora a mobilidade de unidades portáteis destinadas à realização das inspeções, sendo nessas unidades empregada a radiação infravermelha para a comunicação sem fios, cuja finalidade é a transferência automática de dados das citadas inspeções. Embora possua essa característica de mobilidade, o SAIFCEVA dispõe de arquitetura na qual há o conceito de integração com o nível da Gestão da Produção, que por sua vez estará integrado com o nível do Planejamento de Recursos da Empresa, estabelecendo a estrutura hierárquica citada anteriormente.

1.2 OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é abordar elementos do projeto conceitual de um sistema de auxílio à inspeção de funcionamento de circuitos elétricos de veículos automotores, cujo modelo de aplicação propõe a utilização de unidades portáteis destinadas à realização das inspeções, sendo a radiação infravermelha utilizada para a comunicação sem fios, na transferência automática de dados das inspeções. No contexto desse objetivo, a citada abordagem visa oferecer contribuição para evolução da tecnologia empregada no tipo de sistema abordado.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco seções, sendo esta primeira dedicada à apresentação: das circunstâncias referentes à temática abordada; do objetivo; da organização do texto. A segunda seção é dedicada à pesquisa bibliográfica referente aos elementos pertinentes ao desenvolvimento do trabalho. Na terceira seção, é abordado o desenvolvimento do projeto conceitual do “Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor” (SAIFCEVA). Na quarta seção, são abordados os ensaios práticos realizados nos protótipos pertinentes ao SAIFCEVA. A quinta seção é dedicada às conclusões relativas a este trabalho.

2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Essa seção é dedicada à pesquisa bibliográfica referente aos elementos pertinentes ao desenvolvimento do trabalho.

2.1 REFERÊNCIAS SOBRE SISTEMA DE INSPEÇÃO DA REDE ELÉTRICA DE VEÍCULO AUTOMOTOR

A inspeção da rede elétrica de veículo automotor pertinente a este trabalho é aquela realizada no nível da linha de produção, na fase final de montagem do veículo, para a verificação do atendimento à conformidade específica do respectivo produto. Além de ser realizada nessa fase do processo produtivo, os testes previstos para a inspeção em questão deverão ser fundamentados no conceito de análise do consumo de corrente elétrica apresentado em cada circuito do sistema elétrico do veículo sob verificação, para a determinação do resultado da avaliação.

Um sistema de inspeção com essas características é apresentado na dissertação de mestrado intitulada “Proposta de Arquitetura para Avaliar Rede Elétrica de Veículo Automotor” (DE SOUZA, 2007). A propositura do respectivo sistema é fundamentada em: sistema de supervisão; controlador lógico programável; sensores e atuadores disponíveis no mercado nacional. A arquitetura desse sistema, doravante designado por “Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico” (SACE), pode ser observada na Figura 2.1.

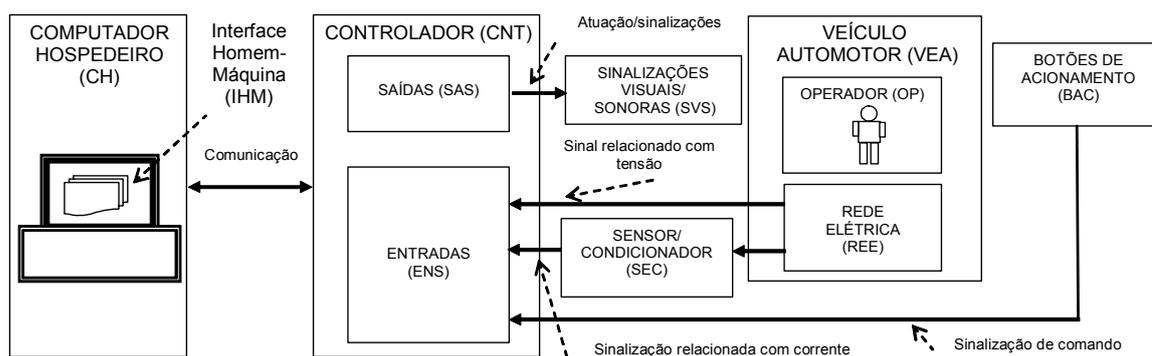


Figura 2.1 – Arquitetura do SACE (DE SOUZA, 2007)

Utilizando-se a arquitetura ilustrada na Figura 2.1, realiza-se nas subseções que vão da 2.1.1 até a 2.1.7, a descrição funcional de elementos do SACE, incluindo-se, nessa descrição, o processo de inspeção da rede elétrica de veículo automotor, que servirá de referência para este trabalho.

2.1.1 Bloco CONTROLADOR (CNT)

O funcionamento desse bloco é implementado por meio de *software*, armazenado em memória não volátil e executado por uma Unidade Central de Processamento (UCP). A execução desse *software* deverá permitir a realização dos testes previstos no processo de inspeção da “REDE ELÉTRICA” (REE) do “VEÍCULO AUTOMOTOR” (VEA), analisando os sinais elétricos relativos ao bloco de “ENTRADAS” (ENS), gerando os sinais elétricos relativos ao bloco de “SAÍDAS” (SAS) e realizando as comunicações com o “COMPUTADOR HOSPEDEIRO” (CH), cuja “Interface Homem-Máquina” (IHM) é utilizada pelo operador “OPERADOR” (OP) para comandar o “CONTROLADOR” (CNT) na execução dos procedimentos definidos para a inspeção.

No caso do “Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico” (SACE), para realizar as funções do controlador CNT optou-se pelo uso de um “Controlador Lógico Programável” (CLP), com capacidade para operar com entradas e saídas, digitais ou analógicas, as quais são pertencentes aos respectivos blocos de entradas ENS e de saídas SAS. Para esse CLP, no protótipo do SACE, utilizou-se o modelo Expert, produzido pela empresa Atos, o qual dispõe de: oito entradas digitais, oito saídas digitais, duas entradas analógicas e duas saídas analógicas (ATOS, 2004).

2.1.2 Bloco SENSOR/CONDICIONADOR (SEC)

Nesse bloco estão o sensor e o respectivo circuito condicionador de sinais, que permitem a realização da medição da corrente consumida pelo circuito elétrico do veículo automotor VEA. Esse bloco apresenta em sua saída, valores de tensão “DC” (*Direct Current* - Corrente Contínua, CC) proporcionais à corrente elétrica medida, sendo esses valores de tensão adequados aos padrões utilizados pelo controlador CNT na sua respectiva entrada analógica pertencente ao bloco de entradas ENS (Sinalização relacionada com corrente). O “Conversor Analógico-Digital” (Conversor A/D), ligado a essa entrada, permite ao controlador CNT realizar a leitura da corrente elétrica consumida pelo circuito sob inspeção.

No caso do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), para realizar as funções do bloco “SENSOR/CONDICIONADOR” (SEC), optou-se pelo uso de uma garra de corrente AC/DC, na qual o princípio de funcionamento é fundamentado no Efeito Hall, que, de forma concernente aos propósitos desse trabalho, é apresentado na subseção 2.1.2.1, a seguir. Para essa garra, no protótipo do SACE, utilizou-se o

modelo CA-600, da marca Minipa, que permite medir correntes elétricas de até 600 A, AC (*Alternating Current*, Corrente Alternada) ou DC (MINIPA, 1998).

2.1.2.1 Princípio de funcionamento da Garra AC/DC

A Garra AC/DC é um equipamento que se destina à medição de corrente elétrica AC ou DC, não sendo necessário modificar o circuito no qual está o condutor a ser utilizado para essa medição. Esse equipamento possui duas garras em forma de pinça, cujo movimento de abertura e fechamento permitem fazer e desfazer a instalação, para a realização da medição de corrente elétrica. Para a instalação, deve-se movimentar a pinça ocasionando sua abertura e fechamento, de forma que, no final do procedimento, o condutor esteja passando por entre as garras. Para desfazer essa instalação, deve-se realizar o mesmo movimento citado anteriormente, porém retirando-se o condutor das garras do equipamento. Na Figura 2.2, é apresentado um esquemático, com as seqüências de instalação e remoção do equipamento em questão.

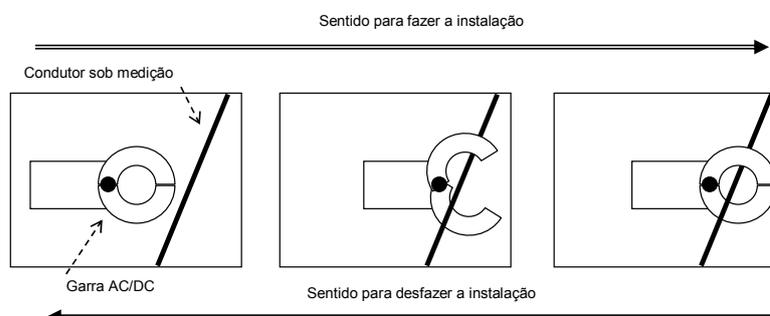


Figura 2.2 – Instalação e remoção da Garra AC/DC

O sensor dessa Garra AC/DC é fundamentado no efeito HALL, que foi descoberto por Edwin Herbert Hall (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2005), em 1879; porém, no caso dessa aplicação, exploram-se as características desse efeito sobre material semicondutor. O princípio de funcionamento desse tipo de sensor utiliza a propriedade de um material semicondutor ser sensibilizado pela influência de campo magnético, que pode ser oriundo de fonte de corrente contínua ou alternada, sendo, portanto, aplicável à medição desses dois tipos de corrente elétrica. Essa sensibilização resulta numa diferença de potencial proporcional ao campo magnético, conhecida por tensão HALL. Para exemplificar o exposto, apresenta-se, na Figura 2.3, um circuito elétrico em duas situações: uma sem o campo magnético provocado pela corrente que circula no condutor sob medição, “Situação (A)”; e outra com o referido campo magnético, “Situação (B)”.

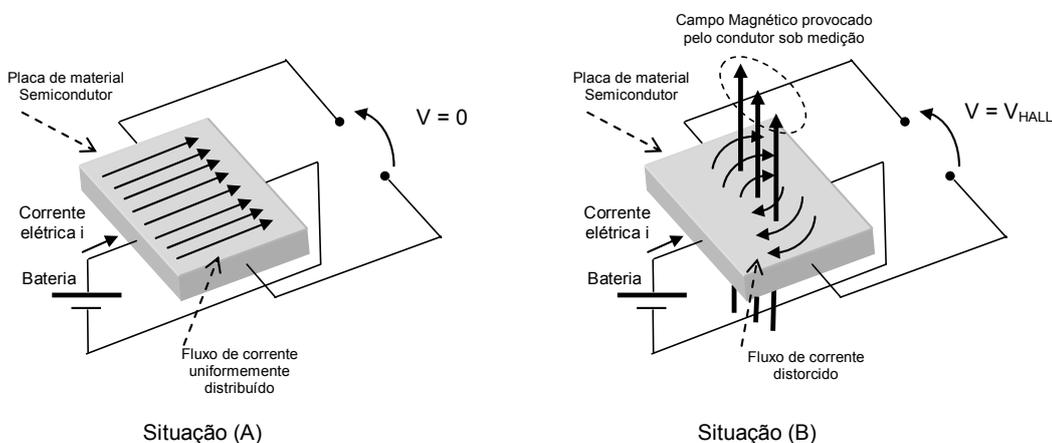


Figura 2.3 – Exemplo sobre tensão HALL (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2005)

Na situação (A), a corrente elétrica “ i ” circula uniformemente distribuída sobre a placa de material semicondutor, sendo a tensão $V = 0$. Na situação (B), o campo magnético (perpendicular à placa de material semicondutor) oriundo da corrente elétrica que circula pelo condutor sob medição, provoca distorção no fluxo da

corrente elétrica “i”, decorrendo numa tensão $V = V_{\text{HALL}}$, que é proporcional a esse campo (THOMAZINI, ALBUQUERQUE, 2005).

2.1.3 Sinal relacionado com tensão

Esse sinal representa a diferença de potencial existente entre os terminais da bateria do veículo automotor VEA, sendo utilizado pelo controlador CNT para verificar se a citada bateria apresenta valor de tensão elétrica dentro dos limites estabelecidos para permitir a realização da inspeção em questão.

No protótipo do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), para obtenção desse sinal, utilizou-se um par de condutores, com conectores do tipo “garra”, em seus terminais, sendo esse conjunto denominado “Garras de Tensão” (GDT). Esse par de condutores serviu para a ligação elétrica entre os terminais da bateria do veículo automotor VEA e o Controlador Lógico Programável, de forma a dispor, em uma entrada analógica específica desse último, o sinal de tensão da bateria do veículo automotor VEA.

2.1.4 Bloco SINALIZAÇÕES VISUAIS/SONORAS (SVS)

Os componentes desse bloco têm por função permitir, ao controlador CNT, através de um conjunto de saídas digitais específicas (“Atuação/sinalizações”, Figura 2.1), a realização da emissão de sinalizações visuais e/ou sonoras destinadas ao

operador OP, referentes ao estado de funcionamento do sistema de avaliação SACE e às ações a serem executadas no veículo automotor VEA, para execução da inspeção. No protótipo do SACE, as funções referentes a esse bloco foram executadas por meio da interface homem-máquina IHM, apresentada na subseção 2.1.6.1.

2.1.5 Bloco BOTÕES DE ACIONAMENTO (BAC)

Os componentes desse bloco têm por função permitir, ao controlador CNT, através do conjunto de entradas digitais específicas (Sinalização de comando, Figura 2.1), o recebimento de comandos do operador OP, para ativar ou interromper a operação do SACE. No protótipo desse sistema, as funções referentes a esse bloco foram executadas por meio da interface homem-máquina IHM apresentada na subseção 2.1.6.1.

2.1.6 Bloco do COMPUTADOR HOSPEDEIRO (CH)

O bloco do “COMPUTADOR HOSPEDEIRO” (CH) é destinado a hospedar o “SISTEMA SUPERVISÓRIO” (SISU) cujo *software* implementa a interface homem-máquina, apresentada na subseção 2.1.6.1. O sistema supervisório SISU é utilizado em ambiente industrial, no qual pode permitir análise e/ou interferência relativas aos elementos pertencentes às instalações sob sua abrangência. Nas suas

operações, o sistema supervisorio SISU realiza processamento, transmissão e recepção de dados, oriundos dos elementos em questão. A recepção e transmissão de dados é realizada por meio da rede de comunicações que interliga esses elementos, sendo possível expor as condições operacionais reais das instalações, bem como interferir na operação dos seus elementos. Tipicamente, a constituição do sistema supervisorio SISU envolve os seguintes tópicos: banco de dados; gráfico de tendências; alarmes; sistema de comunicação de dados; sistema de edição de interface homem-máquina; controle de acesso; sistema de segurança operacional e administrativa; ambiente integrado de desenvolvimento (SIQUEIRA, 2003).

Atualmente, com relação aos equipamentos de mercado que podem ser utilizados para esse tipo de computador, há aqueles pertencentes a categoria de microcomputadores pessoais do padrão Arquitetura Intel[®] (Intel[®] *Architecture*) ou compatíveis, cujos modelos são flexíveis e escaláveis, permitindo compor diversas opções de configuração com relação a *hardware* e *software*, para melhor adequar interfaces e os demais elementos exigidos para cada tipo de aplicação. No protótipo do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), as funções referentes a esse bloco foram executadas por um computador pessoal do tipo *notebook*, marca Acer[®], com processador Intel[®] Celeron, clock de 1.6 GHz, 256 MB (Megabyte) de memória RAM (*Random Access Memory*, Memória de Acesso Aleatório) e sistema operacional Microsoft[®] Windows[®] XP Home Edition (MICROSOFT, 2008). Nesse computador, para as comunicações com o Controlador Lógico Programável, instalou-se uma porta serial EIA 232 (DE SOUSA, 1999), *Electronic Industry Association 232* (Associação da Indústria Eletrônica 232), que foi conectada à interface de rede de comunicações na qual está o Controlador Lógico Programável.

O sistema supervisorio SISU, utilizado no protótipo do sistema de avaliação SACE, foi fundamentado no *software* de supervisão Elipse SCADA (ELIPSE, 2007). Esse *software* permitiu o desenvolvimento e a implementação da interface homem-máquina do SACE.

2.1.6.1 Interface Homem-Máquina (IHM)

A Interface Homem-Máquina (IHM) do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE) é utilizada pelo operador OP para a realização de testes e a correspondente supervisão, previstos no processo de inspeção da rede elétrica RRE do veículo automotor VEA. Por meio dessa interface o operador OP pode:

- Carregar os parâmetros previstos para a realização da inspeção.
- Modificar os parâmetros previstos para a realização da inspeção.
- Comandar a aquisição dos dados da leitura de corrente elétrica consumida pelo circuito sob inspeção.
- Visualizar o resultado do teste referente ao circuito sob inspeção.
- Armazenar os dados referentes aos testes realizados nos circuitos inspecionados.

Operacionalmente, a implementação de interface homem-máquina requer os seguintes recursos:

- Exibição de sinalizações visuais.
- Emissão de sinalizações sonoras.
- Conjunto de entradas por acionamento táctil.

- Interface para a realização de comunicações com o bloco do controlador CNT.
- Memória não volátil para armazenamento de dados.
- Controle de acesso.
- Sistema de segurança.

No caso do protótipo do sistema de avaliação SACE, o *software* que implementa a interface homem-máquina foi desenvolvido no ambiente Eclipse SCADA, para ser executado sobre o sistema operacional Microsoft® Windows® XP Home Edition, sendo a respectiva interface constituída por várias janelas do padrão permitido pelo citado sistema operacional. Essa interface realiza comunicação com o Controlador Lógico Programável, para a recepção e transmissão de dados, dispondo de recursos que permitem ao Operador:

- Efetuar o acesso (*login*) ao Sistema Supervisório.
- Definir parâmetros para os valores de consumo de corrente elétrica dos circuitos a serem inspecionados.
- Realizar os testes referentes à inspeção dos circuitos elétricos do veículo selecionado.
- Realizar a supervisão e análise dos valores: das correntes elétricas consumidas pelos veículos inspecionados; das tensões do sistema de suprimento de energia elétrica dos veículos inspecionados. Para essa supervisão e análise, a interface homem-máquina realiza a exibição dos dados das inspeções realizadas e o respectivo armazenamento de dados em memória não volátil (disco rígido).

2.1.7 Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor (PIREVA)

Para o “Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor” (PIREVA), a ser utilizado como referência para este trabalho, deve-se considerar o esquema de ligações apresentado na Figura 2.4.

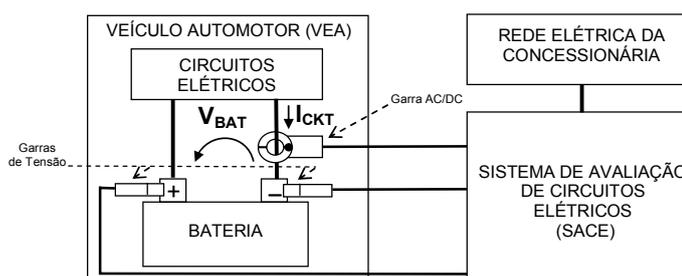


Figura 2.4 – Esquema de ligações referente ao PIREVA

Os procedimentos, referentes ao PIREVA, são representados pelo fluxograma analítico contido na Figura 2.5.

Nas subseções 2.1.7.1 e 2.1.7.2, são, respectivamente, apresentados os detalhes sobre o “Procedimento de Leitura da Tensão da Bateria do Veículo” e o “Procedimento de Avaliação da Tensão da Bateria do Veículo”, citados no fluxograma da Figura 2.5. Nas subseções 2.1.7.3 e 2.1.7.4, são, respectivamente, apresentados os detalhes sobre o “Procedimento de Leitura da Corrente do Circuito Sob Teste” e o “Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito sob Teste”, citados no fluxograma da Figura 2.5.

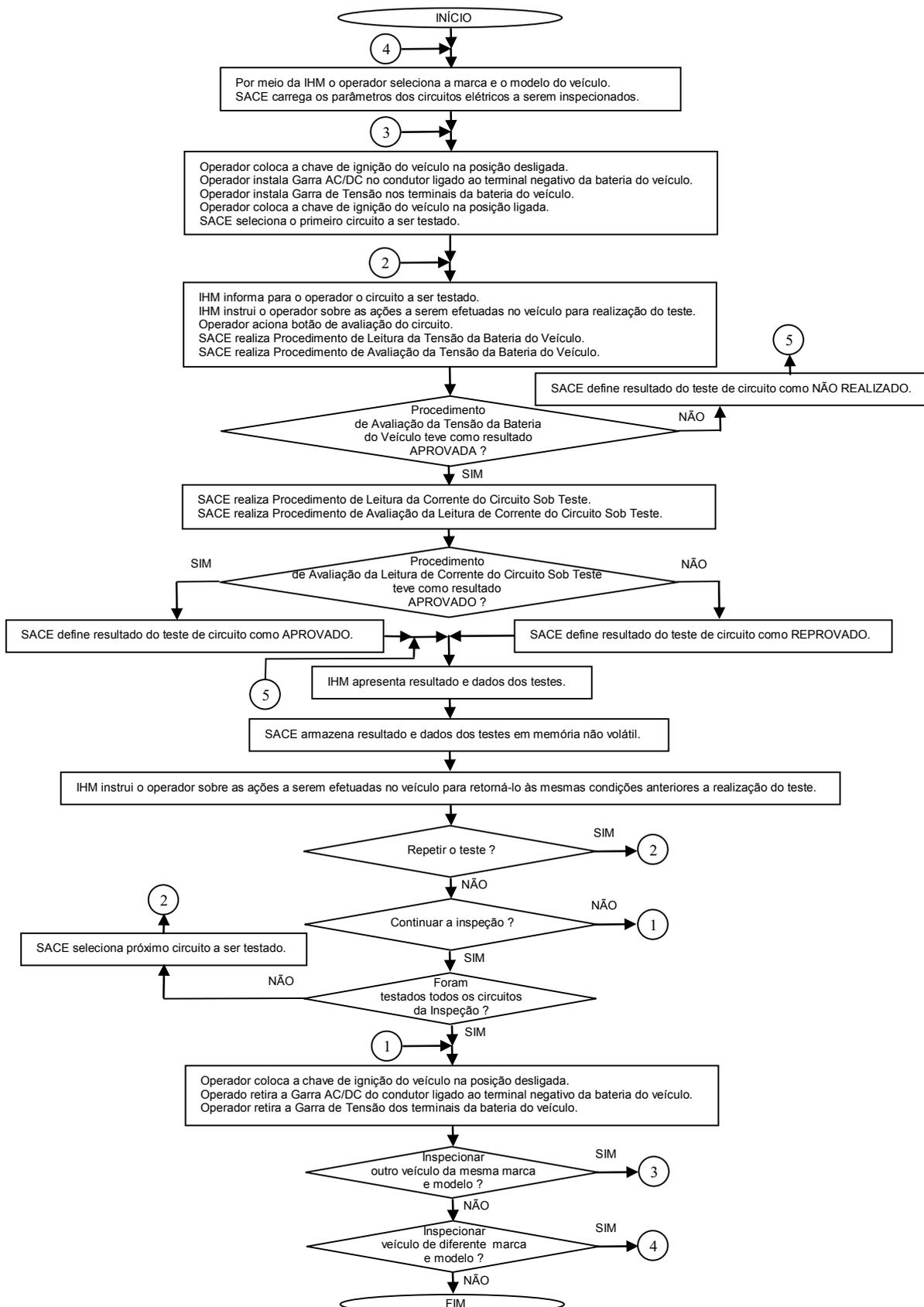


Figura 2.5 – Fluxograma analítico referente ao PIREVA

2.1.7.1 Procedimento de Leitura da Tensão da Bateria do Veículo

Nesse processo, para o procedimento de leitura da tensão da bateria do veículo, " V_{BAT} " (sinal referente às Garras de Tensão), deve-se respeitar o que segue:

- Para esse procedimento deverão ser realizadas " N_{BAT} " leituras de tensão, uniformemente distribuídas em medições realizadas num tempo " $T1_{BAT}$ ".
- As leituras de tensão deverão ser realizadas no regime permanente de funcionamento do circuito sob teste.
- Os valores para " N_{BAT} " e " $T1_{BAT}$ " devem ser previamente definidos para cada circuito a ser testado, em função das características da marca e modelo do veículo a ser inspecionado, de forma que os valores atribuídos para essas variáveis atendam às finalidades do processo de inspeção PIREVA.

2.1.7.2 Procedimento de Avaliação da Tensão da Bateria do Veículo

Para o procedimento de avaliação da tensão da bateria do veículo, deve-se respeitar o que segue:

- Os limites de tensão serão definidos a partir de um valor central " VC_{BAT} ", sendo subtraído e somado a esse valor central uma porcentagem da sua magnitude, " $P\%_{BAT}$ ". O limite inferior será:

$V_{BAT} = VC_{BAT} - [VC_{BAT} \cdot (P\%_{BAT}/100)]$. O limite superior será:

$VS_{BAT} = VC_{BAT} + [VC_{BAT} \cdot (P\%_{BAT}/100)]$.

- Os valores para “ VC_{BAT} ” e “ $P\%_{BAT}$ ” devem ser previamente definidos para cada circuito a ser testado, em função das características da marca e modelo do veículo a ser inspecionado, de forma que os valores atribuídos para essas variáveis atendam às finalidades do processo de inspeção PIREVA.
- Nenhum dos valores de tensão referentes às “ N_{BAT} ” leituras poderão ser menores que o limite inferior “ V_{BAT} ” ou maiores que o limite superior “ VS_{BAT} ”, ou seja, deverão estar entre os limites definidos por: $VC_{BAT} \pm [VC_{BAT} \cdot (P\%_{BAT}/100)]$, inclusive.
- Caso todos os valores de tensão referentes às “ N_{BAT} ” leituras estejam dentro dos limites definidos por $VC_{BAT} \pm [VC_{BAT} \cdot (P\%_{BAT}/100)]$, (inclusive), o procedimento de teste da tensão da bateria do veículo terá como resultado “APROVADA”. Caso um ou mais valores de tensão referentes às “ N_{BAT} ” leituras estejam fora dos limites definidos por $VC_{BAT} \pm [VC_{BAT} \cdot (P\%_{BAT}/100)]$ (inclusive), o procedimento de teste da tensão da bateria do veículo terá como resultado “REPROVADA”.
- No caso do resultado do teste da tensão da bateria do veículo ter como resultado “APROVADA”, o valor definido para a leitura da tensão “ V_{BAT} ”, será a média aritmética dos valores correspondentes às “ N_{BAT} ” leituras.
- No caso do resultado do teste da tensão da bateria do veículo ter como resultado “REPROVADA”, o valor definido para a leitura da tensão

“ V_{BAT} ”, será aquele referente ao menor valor de tensão existente dentre as “ N_{BAT} ” leituras.

2.1.7.3 Procedimento de Leitura da Corrente do Circuito Sob Teste

Nesse processo, para o procedimento de leitura da corrente do circuito sob teste, “ I_{CKT} ” (sinal referente à Garra AC/DC), deve-se respeitar o que segue:

- Para esse procedimento deverão ser realizadas “ N_{CKT} ” leituras de corrente, uniformemente distribuídas em medições realizadas num tempo “ $T1_{CKT}$ ”.
- As leituras de corrente deverão ser realizadas no regime permanente de funcionamento do circuito sob teste.
- Os valores para “ N_{CKT} ” e “ $T1_{CKT}$ ” devem ser previamente definidos para cada circuito a ser testado, em função das características da marca e modelo do veículo a ser inspecionado, de forma que os valores atribuídos para essas variáveis atendam às finalidades do processo de inspeção PIREVA.

2.1.7.4 Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito Sob Teste

Para o procedimento de avaliação da leitura de corrente do circuito sob teste, deve-se respeitar o que segue:

- Os limites de corrente serão definidos a partir de um valor central “ I_{CKT} ”, sendo subtraído e somado a esse valor central uma porcentagem da sua magnitude, “ $P\%_{CKT}$ ”. O limite inferior será:
$$I_{CKT} = I_{CKT} - [I_{CKT} \cdot (P\%_{CKT}/100)].$$
 O limite superior será:
$$I_{CKT} = I_{CKT} + [I_{CKT} \cdot (P\%_{CKT}/100)].$$
- Os valores para “ I_{CKT} ” e “ $P\%_{CKT}$ ” devem ser previamente definidos para cada circuito a ser testado, em função das características da marca e modelo do veículo a ser inspecionado, de forma que os valores atribuídos para essas variáveis atendam às finalidades do processo de inspeção PIREVA.
- Nenhum dos valores de corrente referentes às “ N_{CKT} ” leituras poderão ser menores que o limite inferior “ I_{CKT} ” ou maiores que o limite superior “ I_{CKT} ”, ou seja, deverão estar entre os limites definidos por:
$$I_{CKT} \pm [I_{CKT} \cdot (P\%_{CKT}/100)],$$
 inclusive.
- Caso todos os valores de corrente referentes às “ N_{CKT} ” leituras estejam dentro dos limites definidos por $I_{CKT} \pm [I_{CKT} \cdot (P\%_{CKT}/100)]$ (inclusive), o procedimento de avaliação do circuito sob teste terá como resultado “APROVADO”. Caso um ou mais valores de corrente referentes às “ N_{CKT} ” leituras estejam fora dos limites definidos por $I_{CKT} \pm [I_{CKT} \cdot (P\%_{CKT}/100)]$ (inclusive), o procedimento de avaliação do circuito sob teste terá como resultado “REPROVADO”.
- No caso do procedimento de avaliação do circuito sob teste ter como resultado “APROVADO”, o valor definido para a leitura da corrente “ I_{CKT} ”, será a média aritmética dos valores correspondentes às “ N_{CKT} ” leituras.

- No caso do procedimento de avaliação do circuito sob teste ter como resultado “REPROVADO”, o valor definido para a leitura da corrente “ I_{CKT} ”, será aquele referente ao menor valor de corrente existente dentre as “ N_{CKT} ” leituras.

2.2 TÓPICOS SOBRE A INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS NA EMPRESA PRODUTORA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES

2.2.1 Protocolo de comunicação de dados

2.2.1.1 Conceito

O protocolo de comunicação de dados pode ser abordado como um conjunto de regras destinadas a controlar a comunicação de dados entre equipamentos conectados entre si. Esse conjunto de regras pode definir os meios de comunicação, o formato dos dados e os procedimentos a serem seguidos, para que seja possível realizar a citada comunicação de dados, quer nas situações em que haja apenas um par de equipamentos, quer naquelas em que hajam muitos desses equipamentos interligados em rede (DE SOUSA, 1999).

2.2.1.2 Modelo OSI (*Open System Interconnection*)

A ISO (*International Standards Organization*, Organização Internacional de Padrões), entre as décadas de 70 e 80, começou a desenvolver padrões voltados para o estabelecimento de uma referência a ser utilizada para a comunicação de dados entre equipamentos de diferentes fabricantes, cuja abrangência da interconexão permita o compartilhamento dos serviços disponíveis nos respectivos sistemas de comunicações. Nessa conjuntura, foi então proposto, pela ISO, um modelo para interconexão de sistemas abertos, designado por OSI (*Open System Interconnection*, Interconexão de Sistemas Abertos). Os padrões referentes a esse modelo foram largamente e internacionalmente adotados por fabricantes de equipamentos, os quais estão presentes em sistemas de comunicações utilizados por diversos tipos de empresas distribuídas pelo globo terrestre. Esse modelo é composto por sete camadas, conforme apresentado na Figura 2.6 (DE SOUSA, 1999; TITTEL, 2003; TORRES, 2001).

Camada 7 - APLICAÇÃO
Camada 6 - APRESENTAÇÃO
Camada 5 - SESSÃO
Camada 4 - TRANSPORTE
Camada 3 - REDE
Camada 2 - ENLACE
Camada 1 - FÍSICA

Figura 2.6 – Camadas do modelo OSI

Do ponto de vista do conceito funcional, o processo de transmissão de dados inicia-se pela Camada 7 (que está sob a camada referente ao programa de aplicação que fará uso da comunicação), passando pelas demais até chegar à Camada 1, sendo por meio dessa última, enviados, para o respectivo destino, os *bits*

necessários para a transmissão em questão. No destino, o processo de recepção ocorre de forma inversa ao de transmissão, ou seja, inicia-se pela Camada 1 e termina na Camada 7.

Nesse contexto, para realizar a transmissão de um conjunto de dados, cada camada recebe as informações da camada adjacientemente superior, acrescenta as informações necessárias às suas funções e envia o todo para a camada adjacientemente inferior. Para realizar a recepção ocorre a situação inversa a da transmissão, ou seja, cada camada, a partir da segunda, recebe as informações da camada adjacientemente inferior, retira as informações pertinentes às suas funções (que foram acrescentadas para a transmissão) e envia o restante para a camada adjacientemente superior.

Tendo em vista os propósitos deste trabalho, apresenta-se nas subseções que vão da 2.2.1.2.1 até a 2.2.1.2.7, descrição de características funcionais das camadas do modelo OSI (DE SOUSA, 1999; TITTEL, 2003; TORRES, 2001).

2.2.1.2.1 Camada 7 - Aplicação

É a camada que dispõe das interfaces utilizadas pelos programas de aplicação para acessar os serviços disponíveis pelos sistemas de comunicação, nas realizações das tarefas afins, servindo aos propósitos de interligação entre esses programas e o protocolo de comunicação.

2.2.1.2.2 Camada 6 - Apresentação

No processo de transmissão de dados, a Camada 6 recebe as informações da Camada 7 (Aplicação) e realiza a codificação dos dados a serem enviados para a Camada 5 (Sessão). No processo de recepção de dados, a Camada 6 recebe as informações da Camada 5 e realiza a decodificação dos dados a serem enviados para a Camada 7. Essa codificação está relacionada ao padrão a ser utilizado para a representação dos dados como, por exemplo, se será ASCII (*American Standard Code For Information Interchange*, Código Padrão Americano para Troca de Informações) ou outro como EBCDIC (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code*, Código Estendido de Caracteres Decimais Codificados em Binário para o Intercâmbio de Informações). Entretanto, além dessa codificação/decodificação referente ao padrão para representação dos dados, estão previstas para essa camada, conversões referentes à compressão de dados e criptografia.

2.2.1.2.3 Camada 5 - Sessão

Esta camada permite que duas aplicações, em equipamentos distintos, estabeleçam uma sessão de comunicação por meio de uma conexão lógica entre essas aplicações, sendo definidos os parâmetros para a realização das transmissões de dados, dos quais destacam-se os seguintes: controle de direcionamento da comunicação; agrupamento de mensagens; marcação das mensagens. Referente a esses parâmetros, foi observado que a marcação das

mensagens deve ser realizada de tal maneira que na ocorrência de uma falha nos meios de comunicação, as aplicações reiniciem a partir da última marcação recebida, não sendo necessária uma nova transmissão dos dados recebidos anteriormente à citada falha.

2.2.1.2.4 Camada 4 - Transporte

No processo de transmissão de dados, a Camada 4 é destinada a receber o conjunto de dados enviados pela Camada 5 (Sessão) e dividi-los em pacotes (conjunto de *Bytes*) que serão enviados para a Camada 3 (Rede). No processo de recepção de dados, esta camada é destinada a receber os pacotes oriundos da Camada 3 e reconstruir o conjunto de dados a serem enviados para a Camada 5.

Nesses processos, destacam-se as seguintes funções executadas pela Camada 4: controle de fluxo entre as correspondentes unidades lógicas envolvidas na comunicação, que deverá permitir a correta montagem do conjunto de dados a ser enviado para Camada 5, a partir da organização dos pacotes recebidos fora da seqüência original de transmissão; garantia, dentro da forma de verificação prevista, da integridade dos conjuntos de dados que são reconstruídos nessa camada e cujo conteúdo transita entre as correspondentes unidades lógicas envolvidas na comunicação.

2.2.1.2.5 Camada 3 - Rede

Esta camada manipula os pacotes citados na Camada 4 (Transporte), realizando: no caso do processo de transmissão, o recebimento da Camada 4 e as preparações para envio à Camada 2 (Enlace); no caso do processo de recepção, o recebimento da Camada 2 e as preparações para envio à Camada 4. Nesse contexto, destacam-se as seguintes funções referentes à Camada 3:

- O endereçamento dos pacotes, realizando a conversão de endereços lógicos em endereços físicos, de maneira que esses consigam chegar corretamente ao destino.
- O “roteamento” dos pacotes, determinando a rota que esses irão seguir para atingir o destino especificado, sendo esse “roteamento” fundamentado em fatores como condições de tráfego da rede e prioridades.
- A garantia de que somente serão aceitos os pacotes recebidos sem erros, sendo verificadas as integridades dos dados, por meio do algoritmo de verificação de erros especificado.
- O controle de fluxo dos pacotes, realizando a respectiva verificação de contagem que permite determinar se ocorreu o recebimento de todos os pacotes referentes a um determinado conjunto de dados.
- As preparações necessárias para as transferências dos pacotes entre as camadas 4 e 2.

2.2.1.2.6 Camada 2 - Enlace

No processo de transmissão de dados, esta camada (que também é conhecida pela nomenclatura “*Link*”) é destinada a receber os pacotes enviados pela Camada 3 (Rede) e dividi-los em quadros (conjuntos de *bits*), sendo seus conteúdos enviados para a Camada 1 (Física), cuja interface permitirá o acesso aos meios de comunicação que realizarão o respectivo transporte, até o destino especificado. No processo de recepção de dados, a Camada 2 é destinada a receber os *bits* oriundos da Camada 1, organizá-los em quadros e reconstruir os pacotes que serão enviados para a Camada de 3.

Relativamente aos citados processos, essa camada trata de elementos referentes aos canais de comunicação estabelecidos entre as aplicações, que interligam os equipamentos nos quais essas aplicações são executadas. Nesse contexto, no que tange os canais de comunicação, destacam-se as seguintes funções referentes à Camada 2: controle de fluxo; estabelecimento do enlace; detecção e correção de erros.

2.2.1.2.7 Camada 1 - Física

Na Camada 1 (Física), são determinadas as características elétricas e mecânicas das interfaces e dos meios de comunicação referentes ao protocolo, que permitirão, a partir da aplicação, os transportes dos *bits* que compõem os quadros. O equipamento, no qual a aplicação é executada, deverá possuir a interface cuja

conexão deverá possibilitar o estabelecimento do enlace, citado na Camada 2 (Enlace). Nessa interface, é realizada a conversão dos estados dos *bits* em sinais compatíveis com o meio de comunicação utilizado pela interface (exemplos: tensões elétricas, pulsos de luz, sinalização de radiofrequência - RF), e vice-versa; permitindo, assim, os respectivos envios e recepções dos *bits* envolvidos na comunicação, a partir de variáveis existentes nos elementos de *software* relativos à aplicação.

Para exemplificar características elétricas e mecânicas definidas na camada física, citam-se as seguintes:

- Tipo de conector a ser utilizado, incluindo-se seu desenho, dimensões e organização dos terminais.
- Definição da nomenclatura dos terminais existentes no conector.
- Definição das funções e dos sinais referentes aos terminais existentes no conector.
- Definição de esquemas elétricos dos cabos cujos condutores irão compor a conexão elétrica entre equipamentos nos quais são executadas as aplicações (designados por DTE - *Data Terminal Equipment*, Equipamento Terminal de Dados) e outros (exemplo: MODEM, HUB etc.), que serão utilizados para as comunicações (designados por DCE - *Data Communication Equipment*, Equipamento de Comunicação de Dados).
- Definição de sinais para o estabelecimento de conexão entre DTE e DCE.
- Métodos de transmissão.

2.2.2 Aspectos sobre a integração do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE) ao sistema computacional da empresa produtora de veículos automotores

A integração ao sistema computacional da empresa produtora de veículos automotores, de um sistema de inspeção da rede elétrica de veículo automotor com as características do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), pode ser realizada a partir da arquitetura apresentada na Figura 2.7.

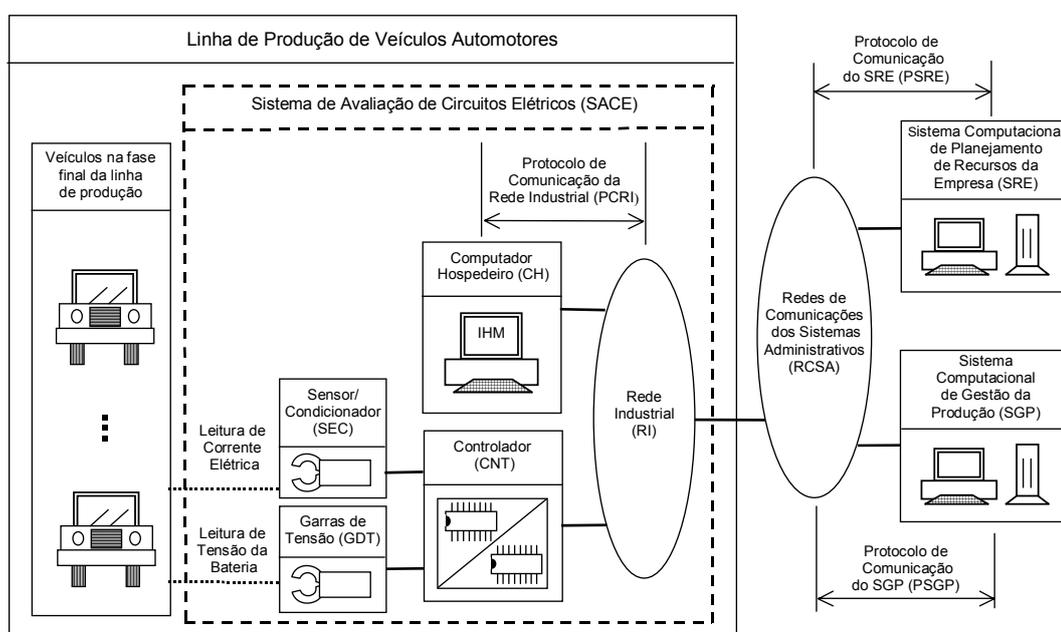


Figura 2.7 – Arquitetura para integração do SACE

Nessa arquitetura: a interface homem-máquina (IHM) se comunica com o “Controlador” (CNT), por meio da “Rede Industrial” (RI); o “Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico” (SACE) se integra ao “Sistema Computacional de Gestão da Produção” (SGP), por meio da interconexão da rede industrial RI com as “Redes de Comunicações dos Sistemas Administrativos” (RCSA), sendo por meio dessa interconexão, enviadas as informações referentes às inspeções dos circuitos

elétricos dos veículos automotores produzidos; o sistema computacional de gestão da produção SGP se integra ao “Sistema Computacional de Planejamento e Recursos da Empresa” (SRE), por meio das redes de comunicações dos sistemas administrativos RCSA.

A rede industrial RI pode ser classificada como uma rede de comunicação em campo, conhecida por *Fieldbus*. Esse tipo de rede, que pode ser determinística, é voltado para sistemas industriais utilizados no setor produtivo (automação e controle), sendo instalada no âmbito da linha de produção para a realização das comunicações entre os elementos pertencentes a esses sistemas. As comunicações entre esses elementos são realizadas por meio dos procedimentos definidos no respectivo protocolo de comunicação, que no caso da arquitetura apresentada na Figura 2.7 é representado pelo “Protocolo de Comunicação da Rede Industrial” (PCRI).

Referente a exemplos de protocolos para a rede industrial RI (B&B ELECTRONICS, 1997; FREEMAN, 1998; NATIONAL, 1986; HILSCHER, 2007), observaram-se, na literatura pesquisada, os seguintes: Modbus; InterBus; PROFIBUS; DeviceNet.

As redes de comunicações dos sistemas administrativos RCSA, podem ser constituídas somente por redes locais (aplicadas para interconexão de sistemas geograficamente próximos, exemplo: no mesmo prédio), ou então de uma configuração híbrida que combina redes locais com redes de longa distância (aplicadas para interconexão de sistemas geograficamente distantes, exemplo: em cidades de distintos países). Esses tipos de redes, que normalmente são probabilísticas, têm direcionamento voltado para aplicações em sistemas empresariais e de pessoas físicas, sendo, no caso das aplicações empresariais,

empregadas em sistemas administrativos, financeiros e comerciais. As comunicações entre os elementos pertencentes a esses sistemas são realizadas por meio dos procedimentos definidos nos respectivos protocolos de comunicação, que, no caso da arquitetura apresentada na Figura 2.7, são representados pelo “Protocolo de Comunicação do Sistema Computacional de Planejamento e Recursos da Empresa” (PSRE) e pelo “Protocolo de Comunicação do Sistema Computacional de Gestão da Produção” (PSGP).

Quanto a exemplos de padrões para as redes de comunicações dos sistemas administrativos RCSA, observaram-se, na literatura pesquisada, os seguintes: no caso da rede local, o padrão Ethernet que utiliza protocolo TCP/IP - *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (DE SOUSA, 1999; TITTEL, 2003); no caso da rede de longa distância, a *Internet* com protocolo TCP/IP.

Para a interligação da rede industrial RI, com as redes de comunicações dos sistemas administrativos RCSA, observou-se a utilização de um tipo de equipamento conhecido por *Gateway*. Esse tipo de equipamento é utilizado nos casos de incompatibilidades entre os protocolos de comunicação envolvidos na citada interligação, permitindo a tradução entre esses protocolos por meio de *hardware* e/ou *software*, de forma a possibilitar que os dados dos equipamentos de uma rede possam ser transmitidos para os equipamentos da outra rede (DE SOUSA, 1999; TITTEL, 2003).

2.3 ASPECTOS SOBRE RECURSOS DE MICROCONTROLADORES

Do ponto de vista conceitual, o microcontrolador pode ser compreendido como um componente eletrônico programável que reúne no mesmo circuito integrado microprocessador e circuitos periféricos, cuja associação permite uma grande quantidade de funções aplicáveis nas mais diversas áreas, dentre as quais estão aquelas referentes a processos e controle. Dentre os elementos tipicamente disponíveis em microcontroladores citam-se os seguintes: memória RAM (*Random Access Memory*, Memória de Acesso Aleatório); memória ROM (*Read Only Memory*, Memória Exclusiva de Leitura); circuitos para gerar o sinal de “Clock” utilizado pela Unidade Central de Processamento (UCP); circuitos de entrada e saída (E/S) para interligação com componentes externos; temporizadores; contadores; sistema de interrupções; unidades para comunicação de dados; memórias não voláteis programáveis e apagáveis eletricamente; conversor analógico-digital (DE SOUZA, LAVINIA, 2003; ZANCO, 2005).

Em decorrência dessas características e da grande variedade de funções disponíveis nos diversos modelos de microcontroladores existentes no mercado, esses podem ser utilizados no desenvolvimento de sistemas de auxílio à inspeção de funcionamento de circuitos elétricos de veículos automotores, permitindo explorar seus recursos no desenvolvimento de equipamentos que irão compor esses sistemas.

Dentre os microcontroladores disponíveis no mercado, há aqueles cujos modelos pertencem à família PIC, fabricada pela Microchip (MICROCHIP, 2007). Tendo em vista as finalidades referentes a este trabalho, abordam-se, nesta subseção, as principais características dos modelos PIC 16F628A e 16F877A. Esses

modelos possuem arquitetura Harvard e conjunto de instruções classificadas como RISC (*Reduced Instruction Set Computer*, Computador com conjunto reduzido de instruções). Diferentemente da arquitetura de Von-Neumann, que dispõe de apenas um barramento por onde trafegam dados e instruções, a arquitetura Harvard dispõe de dois barramentos, sendo um para dados e outro para instruções (DE SOUZA, LAVINIA, 2003; ZANCO, 2005).

Nos microcontroladores da família PIC, pesquisados, o barramento de dados é de 8 *bits* e o de instruções pode variar de acordo com o modelo, podendo ser de 12, 14 ou 16 *bits*. No caso dos modelos 16F628A e 17F877A, o barramento de instruções é de 14 *bits* (MICROCHIP, 2007).

Dentre as características do microcontrolador PIC 16F628A, destacam-se as seguintes (MICROCHIP, 2007):

- Conjunto de instruções formado por 35 códigos de operação.
- Instruções de único ciclo para busca e execução, exceto para os desvios de programas que podem possuir dois ciclos.
- Memória ROM do tipo FLASH, não volátil, para armazenamento do programa, com 2048 palavras de 14 *bits*; memória RAM, volátil, para armazenamento de dados, com 224 palavras de 8 *bits*; memória EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*, Memória Somente para Leitura Programável e Apagável Eletricamente), não volátil, para armazenamento de dados, com 128 palavras de 8 *bits*.
- Capacidade de interrupção.
- Modos de endereçamento direto, indireto e relativo.
- 16 terminais de Entrada e Saída (E/S).

- 3 blocos para as funções de contador (*Counter*) ou temporizador (*Timer*).
- USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver-Transmitter*, Receptor-Transmissor Universal Síncrono e Assíncrono) para operações de comunicações em modos síncrono ou assíncrono.

Na Figura 2.8, são apresentados desenhos do microcontrolador PIC 16F628A, nas versões de 18 e 20 terminais. A descrição detalhada das funções dos terminais, bem como as demais informações técnicas sobre esse microcontrolador, podem ser obtidas no respectivo *Data Sheet* (folheto de dados), disponível na página da empresa Microchip na *Internet*, cujo endereço é “<http://www.microchip.com>”.

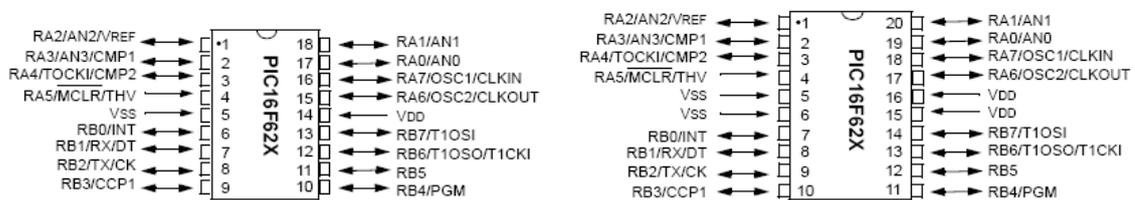


Figura 2.8 - Desenhos do PIC 16F628A nas versões de 18 e 20 terminais (MICROCHIP, 2007)

Dentre as características do microcontrolador PIC 16F877A, destacam-se as seguintes (MICROCHIP, 2007):

- Conjunto de instruções formado por 35 códigos de operação.
- Instruções de único ciclo para busca e execução, exceto para os desvios de programas que podem possuir dois ciclos.
- Memória ROM do tipo FLASH, não volátil, para armazenamento do programa, com 8192 palavras de 14 *bits*; memória RAM, volátil, para armazenamento de dados, com 368 palavras de 8 *bits*; memória

EEPROM, não volátil, para armazenamento de dados, com 256 palavras de 8 *bits*.

- Capacidade de interrupção.
- Modos de endereçamento direto, indireto e relativo.
- 33 terminais de Entrada e Saída (E/S).
- 3 blocos para as funções de contador (*Counter*) ou temporizador (*Timer*).
- USART para operações de comunicações em modos síncrono ou assíncrono.
- 8 Canais para conversão Analógico-Digital, de 10 *bits*.

Na Figura 2.9, são apresentados desenhos do microcontrolador PIC 16F877A, nas versões de 40 e 44 terminais. A descrição detalhada das funções dos terminais, bem como as demais informações técnicas sobre esse microcontrolador, podem ser obtidas no respectivo *Data Sheet*, disponível na página da empresa Microchip na *Internet*, cujo endereço é “<http://www.microchip.com>”.

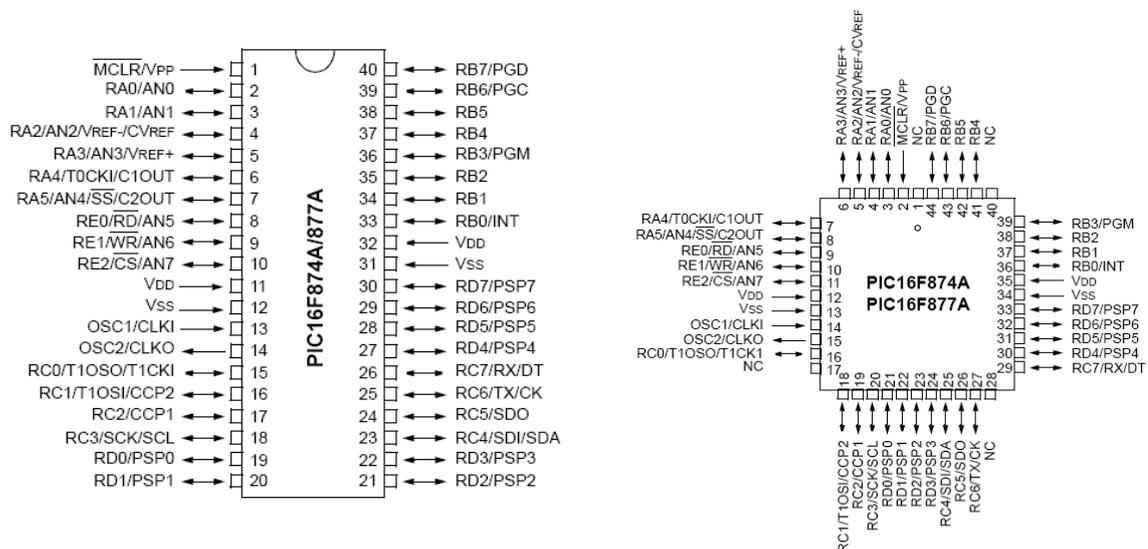


Figura 2.9 - PIC 16F877A nas versões de 40 e 44 terminais (MICROCHIP, 2007)

Relativamente às linguagens de programação para os microcontroladores em questão, citam-se as linguagens “Assembly” e “C”. A empresa Microchip fornece um IDE (*Integrated Development Environment*, Ambiente Integrado de Desenvolvimento) designado por “MPLab” (MICROCHIP, 2007), o qual dispõe de editor para programa fonte, compilador, simulador e gravador. Esse IDE pode ser executado sobre diferentes versões do sistema operacional Microsoft® Windows® (98, ME, 2000 e XP), em computadores pessoais do padrão IA ou compatíveis.

Para integração nessa estrutura de desenvolvimento, há, no mercado, diferentes fabricantes cujos equipamentos conhecidos por “Gravador” permitem o armazenamento do programa executável na memória ROM do microcontrolador (processo conhecido por gravação do microcontrolador), sendo citada, a título de exemplo, a empresa LabTools (LABTOOLS, 2007), que fornece o produto ICD2BR. Normalmente, o Gravador é conectado ao computador que hospeda o IDE pela porta USB (*Universal Serial Bus*, Barramento Serial Universal), que é utilizada para receber e enviar dados referentes ao processo de gravação do microcontrolador. Os microcontroladores em questão permitem dois modos de gravação. Um realiza a gravação do microcontrolador fora do circuito de aplicação, sendo o componente conectado a um soquete específico (que normalmente faz parte dos acessórios do gravador) cujo circuito será ligado ao gravador para a realização do processo de gravação. No outro, conhecido por gravação “*in-circuit*”, o microcontrolador é gravado no próprio circuito de aplicação, sendo esse circuito ligado ao gravador para a realização do processo de gravação, ou seja, não há necessidade de retirar o componente do circuito de aplicação (DE SOUZA, LAVINIA, 2003; ZANCO, 2005).

2.4 REFERÊNCIAS SOBRE UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO INFRAVERMELHA PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS

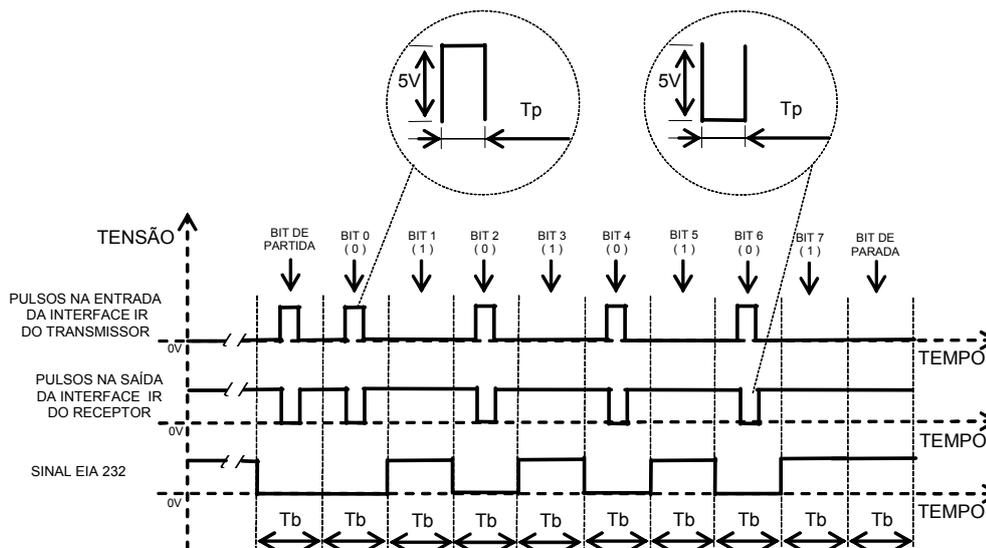
A radiação infravermelha, conhecida por *Infrared* (IR), está contida no espectro eletromagnético entre a região de luz visível e as microondas, ou seja, compreende frequências (ν), cujos valores estão entre 429 THz e 300 GHz. A radiação infravermelha (IR) está em região do espectro eletromagnético relacionado com a luz invisível, sendo que, atualmente, há, no mercado, uma grande quantidade de componentes optoeletrônicos, aparelhos e equipamentos, que utilizam esse tipo de luz para transmitir/receber comandos ou realizar comunicação de dados, de forma remota e sem fios. Essas utilizações estão concentradas em duas categorias referentes ao espectro da IR (WILLIANS, 2003), conforme apresentado a seguir:

- *Near Infrared*: radiação próxima do espectro visível, cujo comprimento de onda (λ) situa-se entre 700 nm e 1300 nm. A IR cujos comprimentos de onda pertencem a essa categoria é bastante empregada em comunicação de dados envolvendo aparelhos e equipamentos, como: computadores pessoais, coletores de dados, instrumentos de medição, agendas eletrônicas, relógios, calculadoras etc.
- *Mid Infrared*: radiação cujo comprimento de onda situa-se entre 1300 nm e 3000 nm. A IR cujos comprimentos de onda pertencem a essa categoria é bastante empregada em controles remotos, no envio de comandos para: televisores, equipamentos de som, equipamentos de vídeo etc.

A IrDA (*Infrared Data Association*, Associação Dados em Infravermelho) é uma organização independente que desenvolve padrões para a comunicação de dados utilizando a radiação infravermelha (IrDA, 2007). Dentre esses padrões há um referente à IrPHY (IrDA *Physical Layer*, Camada Física IrDA), que se aplica à camada 1 (Física) do modelo OSI e permite a comunicação serial de dados, operando de forma semelhante ao padrão EIA 232 (*Electronic Industry Association 232*, Associação da Indústria Eletrônica 232). O padrão EIA 232 corresponde a atual versão do RS 232 (*Recommended Standard 232*, Padrão Recomendado 232), que ocorre na camada física de muitos protocolos (DE SOUSA, 1999; FREEMAN, 1998).

Esse padrão da IrDA permite comunicação bidirecional do tipo *half-duplex*, sendo que sua semelhança com o EIA 232 está na forma do quadro de *bits*. Entretanto, no caso do padrão IrDA, sinais ópticos oriundos de modulação RZI, *Return to Zero Inverted* (VISHAY, 2007), substituem sinais de tensão referentes ao EIA 232. Esses sinais ópticos são obtidos por meio de uma interface para o padrão infravermelho, que realiza a conversão de sinais eletrônicos em sinais ópticos e vice-versa, sendo que: para a transmissão de um *bit* em estado lógico zero, há a emissão de luz; para a transmissão de um *bit* em estado lógico um, não há a emissão de luz.

Na Figura 2.10, é apresentada ilustração de formas de ondas (níveis de tensão TTL - *Transistor-Transistor Logic*, Lógica Transistor-Transistor), referentes à transmissão e recepção do octeto (conjunto de 8 *bits* que compõem um *Byte*) 10101010_2 , para as quais se deve considerar que os pulsos de tensão são aplicados na entrada da interface IR do transmissor, sendo esses convertidos em sinais ópticos que irão se propagar até o receptor, cuja interface IR os converterá para pulsos de tensão, dispondo-os na sua saída.



Tp ... Tempo de duração do pulso de luz IR.

Tb ... Tempo referente à transmissão de 1 *bit*, determinado a partir da velocidade de transmissão.

Figura 2.10 - Sinais referentes aos padrões IrDA e EIA 232

Na figura em questão, é possível observar que a seqüência para transporte de dados é compatível com o padrão EIA 232, sendo essa: 1 *bit* de partida (*start bit*); 8 *bits* de dados; 1 *bit* de parada (*stop bit*). Relativamente ao tempo de duração do pulso de luz IR (T_p), o padrão IrDA estabelece, para valores nominais, que esse deverá ser a fração de $3/16$ do tempo referente à transmissão de 1 *bit* (T_b), obtido a partir da velocidade de transmissão (normalmente expressa em bps - *bits* por segundo). Define-se também, que T_p deverá estar centralizado com relação à T_b .

Pertinente a esse contexto, o padrão IrDA indica algumas velocidades de transmissão a serem adotadas para as comunicações, sendo estabelecidos, para essas, os limites da variação de T_p , conforme apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Velocidades indicadas para transmissão IR e limites para Tp

Velocidade (bps)	Tb -Tempo referente à transmissão de 1 bit (μs)	Tp -Tempo de duração do pulso IR (μs)		
		Mínimo	Nominal	Máximo
2400	416,67	1,41	78,13	88,55
9600	104,17	1,41	19,53	22,13
19200	52,08	1,41	9,77	11,07
38400	26,04	1,41	4,88	5,96
57600	17,36	1,41	3,26	4,34
115200	8,68	1,41	1,63	2,23

A IrDA indica que a emissão de IR deverá respeitar o limite de um cone, com ângulo de abertura de 30° (simétrico em relação à linha de centro cuja reta liga o transmissor ao receptor, estando o transmissor no vértice do cone), devendo ser garantidas intensidades de IR que permitam comunicação com distâncias entre 0 cm e 100 cm.

2.5 CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO DE VEÍCULO AUTOMOTOR (CIVA)

No Brasil, a identificação de veículo automotor é estabelecida pela norma NBR 6066 (ABNT, 2001), que define uma estrutura para o código de identificação a ser utilizado pelas empresas produtoras, em todo o território nacional. Esse “Código de Identificação de Veículo Automotor” (CIVA), que consta no certificado de propriedade (campo “CHASSI”) e está marcado em baixo-relevo no chassi do veículo, possui relação de compatibilidade com o sistema internacional de identificação de veículos automotores designado por VIN (*Vehicle Identification Number*, Número de Identificação do Veículo). Assim como o VIN, o CIVA é composto por dezessete caracteres estruturados em três seções, cujas designações correspondem às seguintes nomenclaturas: “Identificação Internacional do Produtor”

(IIP); “Seção Descritiva do Veículo” (SDV); “Seção Identificadora do Veículo” (SIV). Essas seções são relacionadas às seções do VIN, respectivamente, designadas por: *World Manufacturer Identifier* (WMI); *Vehicle Descriptor Section* (VDS); *Vehicle Identifier Section* (VIS). Na Figura 2.11, é apresentada a organização do CIVA.



Figura 2.11 - Organização do CIVA (ABNT, 2001)

Nas subseções a seguir são realizadas descrições das seções do CIVA (seções do código), sendo utilizados, para essas descrições, os elementos apresentados na Figura 2.11. Entretanto, de maneira geral, no que tange os tipos de caracteres utilizados no CIVA, somente são aceitos: os números arábicos pertencentes ao seguinte conjunto, {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}; as letras maiúsculas pertencentes ao seguinte conjunto, {A, B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z} (ABNT, 2001).

2.5.1 Identificação Internacional do Produtor (IIP)

Conforme se observa na Figura 2.11, a seção “Identificação Internacional do Produtor” (IIP) é composta por três caracteres alfanuméricos, compreendidos pelas posições que vão da 1ª até a 3ª, sendo a definição de utilização dessas posições descrita nos itens a seguir:

- 1ª posição: Identifica a área geográfica (continente) que contém o país de origem do veículo.
- 2ª posição: Identifica o país de origem do veículo, dentro da área geográfica (continente) discriminada por meio da 1ª posição.
- 3ª posição: Identifica a empresa produtora do veículo, dentro do país discriminado por meio da 2ª posição.

2.5.2 Seção Descritiva do Veículo (SDV)

Conforme se observa na Figura 2.11, a “Seção Descritiva do Veículo” (SDV) é composta por seis caracteres alfanuméricos, compreendidos pelas posições que vão da 4ª até a 9ª. A semântica relacionada com essa seção diz respeito aos atributos descritivos do veículo, sendo a combinação dos caracteres e o respectivo significado, de livre arbítrio das empresas produtoras. Entretanto, deve-se destacar que: todas as posições devem possuir um dos caracteres alfanuméricos aceitáveis para o código de identificação de veículo automotor CIVA; na América do Norte a 9ª posição é utilizada para dígito verificador.

2.5.3 Seção de Identificação do Veículo (SIV)

Conforme se observa na Figura 2.11, a “Seção de Identificação do Veículo” (SIV) é composta por oito caracteres, compreendidos pelas posições que vão da 10ª

até a 17^a. A semântica relacionada com essa seção diz respeito à identificação do veículo em particular, sendo a definição de utilização dessas posições descrita nos itens a seguir:

- 10^a posição: é utilizada para identificação do ano de produção (ano de fabricação) ou ano de modelo do veículo. Os caracteres a serem utilizados para essa posição e os respectivos anos aos quais correspondem são apresentados na Tabela 2.2, a seguir. Conforme se pode observar na tabela em questão, os caracteres se repetem a cada 30 anos, estabelecendo ambigüidades referentes aos conteúdos dessa posição.
- 11^a posição: é utilizada para identificação do local onde o veículo foi produzido (fabricação ou montagem), sendo a combinação dos caracteres e o respectivo significado, de livre arbítrio das empresas produtoras. Entretanto, esse campo deve possuir um dos caracteres alfanuméricos aceitáveis para o código de identificação de veículo automotor CIVA.
- Da 12^a até a 17^a posição (inclusive): são posições utilizadas para assegurar a individualização do veículo dentre os produzidos do mesmo tipo, sendo que o respectivo conteúdo deverá seguir uma ordem seqüencial de produção. Dentro desse contexto, a combinação dos caracteres e o respectivo significado são de livre arbítrio das empresas produtoras, enfatizando-se que todas as posições devem possuir um caractere, do respectivo tipo a ela associado, dentre aqueles aceitáveis, para o código de identificação de veículo automotor CIVA.

Tabela 2.2 - Conteúdo referente à 10ª posição do CIVA

Ano	Caractere	Ano	Caractere	Ano	Caractere
1971	1	1991	M	2011	B
1972	2	1992	N	2012	C
1973	3	1993	P	2013	D
1974	4	1994	R	2014	E
1975	5	1995	S	2015	F
1976	6	1996	T	2016	G
1977	7	1997	V	2017	H
1978	8	1998	W	2018	J
1979	9	1999	X	2019	K
1980	A	2000	Y	2020	L
1981	B	2001	1	2021	M
1982	C	2002	2	2022	N
1983	D	2003	3	2023	P
1984	E	2004	4	2024	R
1985	F	2005	5	2025	S
1986	G	2006	6	2026	T
1987	H	2007	7	2027	V
1988	J	2008	8	2028	W
1989	K	2009	9	2029	X
1990	L	2010	A	2030	Y

2.6 TÓPICOS SOBRE CÓDIGOS DE BARRAS

Do ponto de vista conceitual, o código de barras permite representar caracteres alfanuméricos por meio de barras impressas em uma superfície adequada, de tal forma que equipamentos optoeletrônicos específicos (conhecidos por “Leitores Ópticos de Código de Barras”) possam realizar a leitura dessa superfície e interpretar esses códigos, para dispor os respectivos caracteres num sistema computacional, de forma automática (DA SILVA, 1989).

Para essa representação, são associados números binários para cada caractere, sendo os estados lógicos de cada dígito binário representados por barras, que podem variar em largura (exemplo: barras estreitas representando o estado “zero” e barras largas o estado lógico “um”) ou refletividade (barras refletivas representando o estado lógico “zero” e barras não refletivas representando o estado lógico “um”). Há uma variedade de padrões para representação em código de

barras, os quais foram desenvolvidos com os objetivos principais de evitar erros humanos de digitação de dados e agilizar a entrada de dados em sistemas computacionais (DA SILVA, 1989).

Dentre esses padrões, há os que são voltados para automação comercial, em que a forma e o conteúdo das informações representadas no código de barras são controlados por entidades específicas. Essas entidades garantem aos seus associados um padrão no qual seja possível discriminar e identificar cada produto de cada associado, ou seja, a estrutura do conteúdo representado pelo código de barras permite individualizar cada produto, de forma a permitir a sua identificação nos diversos setores ligados a produção, logística e comércio (DA SILVA, 1989).

Referentemente a esses padrões podem ser citados os seguintes:

- Código UPC (*Universal Product Code*): esse padrão é adotado nos Estados Unidos da América, sendo formado por 12 (doze) caracteres numéricos.
- Código EAN (*European Article Numbering Association*): esse padrão foi criado com a finalidade de ser internacional, havendo a filiação de vários países à EAN, de tal forma que sua razão social foi modificada para *Internacional Association for Article Numbering* (IAN). O Brasil, por meio da Associação Brasileira de Automação Comercial (ABAC), filiou-se à IAN, sendo atribuído o número 789 para representá-lo no campo referente ao país (prefixo de todos os códigos de produtos brasileiros). Quanto à estrutura do padrão citam-se os seguintes tipos: EAN-13, que possui 13 (treze) caracteres numéricos; EAN-8, que possui 8 (oito) caracteres numéricos.

Para aplicações de propósito geral (desvinculadas de associações como a UPC e a IAN), que podem requerer diferentes e particulares estruturas para os conteúdos representados em códigos de barras, há padrões nos quais a quantidade de caracteres pode ser variada, sendo esses caracteres somente numéricos ou alfanuméricos. Referentemente a exemplos desses padrões, podem ser citados o Código 39 (alfanumérico) e o Código 25 (numérico). Desses padrões, destaca-se o primeiro, devido ao grande número de aplicações nos diversos segmentos de mercado (exemplos: industrial, hospitalar, educacional, lazer, logística etc.).

O Código 39 permite representar 44 (quarenta e quatro) tipos de caracteres sendo: 10 (dez) algarismos arábicos {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, 26 (vinte e seis) letras {A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z}, 1 (um) espaço e 7 (sete) símbolos {—, •, *, \$, /, +, %}. Dentre os símbolos destaca-se o “*” (asterisco), que é utilizado para marcar o início e o fim de um conjunto de caracteres, permitindo a leitura optoeletrônica bidirecional do respectivo código de barras (DA SILVA, 1989).

3 PROJETO CONCEITUAL

Nessa seção é abordado o desenvolvimento do projeto conceitual do “Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor” (SAIFCEVA).

3.1 ARQUITETURA DO SISTEMA PROPOSTO

Na Figura 3.1 é apresentada a ilustração da arquitetura do “Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor” (SAIFCEVA), cujo projeto conceitual propõe a utilização de unidades portáteis destinadas à realização das inspeções das redes elétricas de veículos automotores, sendo a radiação infravermelha utilizada para comunicação sem fios, na transferência automática de dados dessas inspeções.

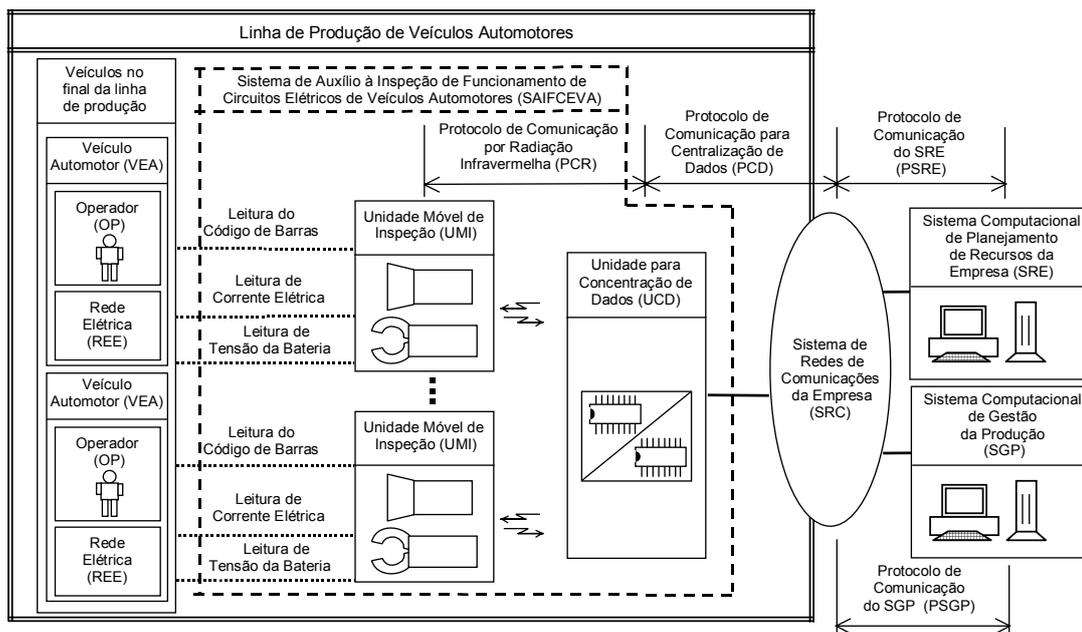


Figura 3.1 – Arquitetura do SAIFCEVA integrada no SRE e SGP

Na Figura 3.1, os elementos pertencentes ao Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA) são aqueles circunscritos pela linha tracejada, sendo possível observar a organização dos dois tipos de equipamentos envolvidos, sendo esses: “Unidade Móvel de Inspeção” (UMI) e a “Unidade para a Concentração de Dados” (UCD). Além desses equipamentos, também pertence ao SAIFCEVA, o “Protocolo de Comunicação por Radiação Infravermelha” (PCR), que será utilizado para as transferências dos dados das inspeções entre a UMI e a UCD.

O SAIFCEVA é um projeto conceitual voltado para a realização do tipo de inspeção descrito na subseção 2.1 anterior, sendo que, nas subseções que vão da 3.2 até a 3.6, é realizada abordagem de seus elementos. Nessa abordagem, são citados os elementos expostos na Figura 3.1, haja vista que seu conteúdo envolve a descrição de aspectos funcionais, operacionais e de integração de sistemas.

3.2 UNIDADE MÓVEL DE INSPEÇÃO (UMI)

A “Unidade Móvel de Inspeção” (UMI) é portátil e dedicada à realização da inspeção de funcionamento dos circuitos elétricos que equipam o veículo automotor, sendo essa inspeção efetuada por meio de testes. Para descrever essa unidade, será utilizada a arquitetura apresentada na Figura 3.2.

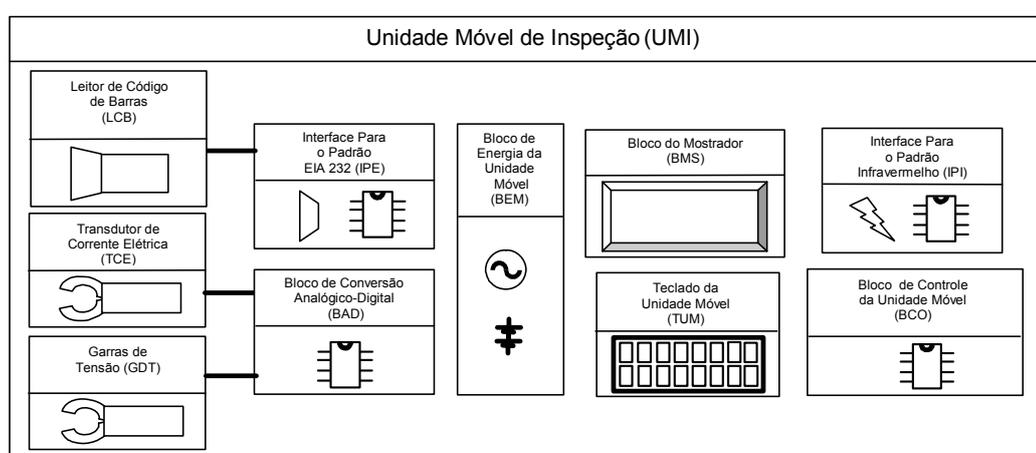


Figura 3.2 – Arquitetura da Unidade Móvel de Inspeção (UMI)

O funcionamento dessa unidade é implementado por meio de *software*, armazenado em memória não volátil e executado por uma Unidade Central de Processamento (UCP) existente no “Bloco de Controle da Unidade Móvel” (BCO). A execução desse *software* deverá permitir a realização dos testes previstos no processo de inspeção da “Rede Elétrica” (REE), sendo atribuição da unidade móvel de inspeção UMI:

- A identificação do veículo, por meio dos dados referentes à leitura do código de barras cuja etiqueta deverá estar fixada no “Veículo Automotor” (VEA). A leitura desse código de barras é proporcionada pelo “Leitor de Código de Barras” (LCB), cujos respectivos caracteres referentes à leitura são enviados para a unidade móvel de inspeção

UMI através da “Interface para o Padrão EIA 232” (IPE), que está conectada ao bloco de controle BCO.

- A análise dos sinais relativos ao “Bloco de Conversão Analógico-Digital” (BAD), os quais são oriundos dos seguintes elementos: “Garras de Tensão” (GDT) e “Transdutor de Corrente Elétrica” (TCE). Os sinais referentes às garras de tensão GDT são utilizados para analisar a tensão da bateria do veículo automotor VEA. Os sinais referentes ao transdutor de corrente elétrica TCE são utilizados para analisar a corrente elétrica do circuito sob inspeção.
- A implementação dos procedimentos do “Protocolo de Comunicação por Radiação Infravermelha” (PCR), para a transmissão dos dados das inspeções para a unidade de concentração de dados UCD, utilizando a “Interface para o Padrão Infravermelho” (IPI).
- A utilização do “Bloco do Mostrador” (BMS) para instruir o “Operador” (OP), por meio de mensagens escritas, sobre as etapas a serem executadas para a realização da inspeção.
- A leitura e a análise do “Teclado da Unidade Móvel” (TUM), para processamento dos comandos do operador OP, digitados, durante a realização da inspeção.

A unidade móvel de inspeção UMI, por meio do “Bloco de Energia da Unidade Móvel” (BEM), provê a energia elétrica utilizada para o seu funcionamento (energia oriunda de baterias próprias) ou carregamento das suas baterias (energia oriunda da rede elétrica da concessionária).

Relativamente ao padrão de código de barras a ser utilizado para a etiqueta de identificação do veículo, é proposto o “Código 39” (citado na subseção 2.6). No contexto do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA), esse padrão de código de barras será utilizado para armazenar a codificação que identificará o veículo, cujo conteúdo deverá conter o Código de Identificação de Veículo Automotor CIVA (descrito na subseção 2.5).

Para realizar as funções da unidade móvel de inspeção UMI, podem ser utilizados: equipamentos específicos fundamentados em microcontrolador, desenvolvidos especialmente para exercer as funções da UMI; microcomputadores portáteis de mão, conhecidos por *Handheld* (ALVES, 2002), devendo esses dispor dos recursos necessários para exercer as funções da UMI.

Para realizar as funções do leitor de código de barras LCB, deverá ser utilizado um leitor de códigos de barras portátil, sendo que esse deverá: permitir a leitura do padrão referente ao Código 39 e a transmissão dos respectivos dados por meio do padrão EIA 232, referente à interface IPE da unidade móvel UMI.

Para realizar as funções do transdutor de corrente elétrica TCE, deverá ser utilizada uma “Garra de Corrente AC/DC”, do tipo descrito na subseção 2.1.2. O bloco de conversão analógico-digital BAD deverá possuir entrada adequada aos sinais gerados na saída do transdutor de corrente elétrica TCE, de forma a permitir a leitura da corrente elétrica do circuito sob inspeção.

Para as garras de tensão GDT, deverá ser utilizado um par de condutores com conectores do tipo “garra” em seus terminais, do mesmo padrão descrito na subseção 2.1.3. Esse par de condutores deverá servir para a ligação elétrica entre os terminais da bateria do veículo automotor VEA e a unidade móvel de inspeção

UMI, de forma a dispor em uma entrada analógica específica, do bloco de conversão analógico-digital BAD, o sinal de tensão da bateria do veículo automotor VEA.

3.3 UNIDADE PARA A CONCENTRAÇÃO DE DADOS (UCD)

A unidade para a concentração de dados UCD é destinada à concentração dos dados dos testes das inspeções, recebidos das unidades móveis de inspeção UMI, sendo também utilizada para a transferência desses dados para o sistema computacional de gestão da produção SGP. Para descrever essa unidade será utilizada a arquitetura apresentada na Figura 3.3.

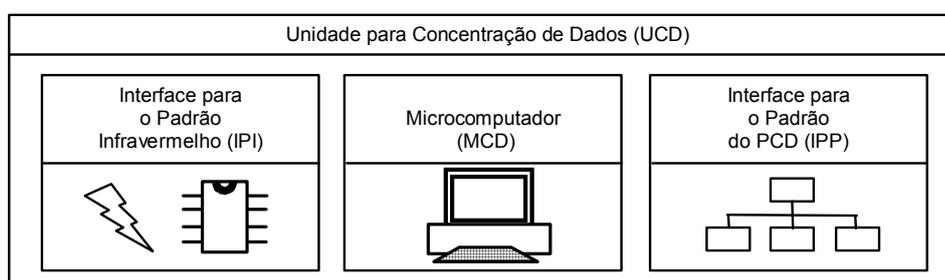


Figura 3.3 – Arquitetura da Unidade para Concentração de Dados (UCD)

O funcionamento dessa unidade é implementado por meio de *software*, armazenado em memória não volátil e executado por uma Unidade Central de Processamento (UCP), pertencente ao “Microcomputador” (MCD).

A concentração de dados é realizada a partir da implementação do protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR, que permite transferir dados de qualquer unidade móvel de inspeção UMI para qualquer unidade de concentração de dados UCD, utilizando-se a radiação infravermelha para a realização de comunicação de dados, sem fios. Os dados obtidos das unidades móveis de

inspeção UMI deverão ser armazenados na unidade para a concentração de dados UCD, para posteriormente serem transferidos para o sistema computacional de gestão da produção SGP.

Para a realização das funções da unidade para a concentração de dados UCD, o microcomputador MCD deverá dispor tanto da interface para o padrão infravermelho IPI compatível com o padrão adotado para o protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR; quanto da “Interface para o padrão do PCD” (IPP) compatível com o padrão adotado pelo “Protocolo de Comunicação para Centralização de Dados” (PCD).

Com relação aos equipamentos que podem ser utilizados para a unidade de concentração de dados UCD, há aqueles pertencentes à categoria de microcomputadores pessoais do padrão Intel® *Architecture* (IA) ou compatível, cujos modelos são flexíveis e escaláveis, permitindo compor diversas opções de configuração com relação a *hardware* e *software*, para melhor adequar interfaces e os demais elementos exigidos para cada tipo de aplicação.

3.4 INTEGRAÇÃO DO SAIFCEVA AOS SISTEMAS COMPUTACIONAIS DA EMPRESA PRODUTORA DE VEÍCULOS AUTOMOTORES

Essa integração, que envolve tanto o sistema computacional de planejamento de recursos da empresa SRE, quanto o sistema computacional de gestão da produção SGP, é realizada de forma análoga a do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), cuja apresentação é realizada na subseção 2.2.2 (Figura 2.7). Entretanto, no caso do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de

Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA), para a transferência dos dados referentes às inspeções, são utilizados elementos pertencentes à Figura 3.1, conforme apresentado a seguir:

- As unidades móveis de inspeção UMI se integram às unidades para a concentração de dados UCD, por meio do “Protocolo de Comunicação por Radiação Infravermelha” (PCR). A partir da respectiva interconexão são transferidos os dados das inspeções, das UMI para as UCD.
- As unidades para a concentração de dados UCD se integram ao sistema computacional de gestão da produção SGP, por meio do Sistema de Redes de Comunicações da Empresa (SRC), sendo utilizados o “Protocolo de Comunicação para Centralização de Dados” (PCD) e o “Protocolo de Comunicação do SGP” (PSGP). A partir da respectiva interconexão são transferidos os dados das inspeções, das unidades de concentração UCD para o sistema computacional de gestão da produção SGP.
- O sistema computacional de gestão da produção SGP se integra ao sistema computacional de planejamento de recursos da empresa SRE, por meio dos sistemas de redes de comunicação da empresa SRC, sendo utilizados o “Protocolo de comunicação do SGP” (PSGP) e o “Protocolo de Comunicação do SRE” (PSRE).

Embora exista essa analogia com a integração do Sistema de Avaliação de Circuito Elétrico (SACE), no caso do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA): na linha de produção a rede de comunicações poderá ser do tipo Rede Industrial (RI) ou, então,

ser de um dos tipos contidos nas Redes de Comunicações dos Sistemas Administrativos (RCSA), citados na subseção 2.2.2 (Figura 2.7); o Sistema de Redes de Comunicação da Empresa (SRC), poderá abranger todos os tipos de redes utilizados na empresa produtora, incluindo-se os pertencentes às Redes de Comunicações dos Sistemas Administrativos (RCSA), citadas na subseção 2.2.2 (Figura 2.7), e as eventuais redes industriais RI (Figura 2.7) que possam existir.

3.5 PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO POR RADIAÇÃO INFRAVERMELHA (PCR)

Nesta subseção é apresentada uma proposta para o Protocolo de Comunicação por Radiação Infravermelha (PCR), sendo essa fundamentada em aplicação do “Protocolo de Comunicação entre o Medidor e o Coletor” (BIZARRIA, 2006), que utiliza radiação infravermelha para comunicação sem fios.

3.5.1 Hierarquia para as comunicações

A organização utilizada para as comunicações é constituída por dois níveis hierárquicos, conforme apresentado na Figura 3.4, sendo o nível 1, o mais elevado; e o nível 2, o menos elevado. Nessa organização, as comunicações serão realizadas por meio da troca de mensagens entre os equipamentos, sendo que o equipamento pertencente ao “nível 1” comanda o equipamento pertencente ao “nível 2”, ou seja, a

unidade móvel de inspeção UMI comandará as comunicações com a unidade para a concentração de dados UCD.

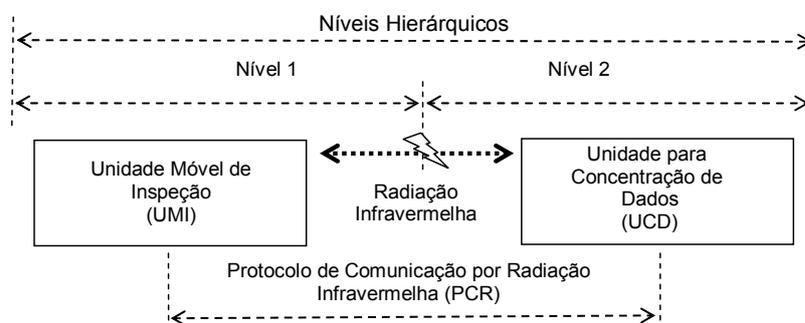


Figura 3.4 – Níveis hierárquicos no PCR

3.5.2 Padrão de comunicação por radiação infravermelha

Para o padrão de comunicação por radiação infravermelha (IR) a ser utilizado para o protocolo de comunicação PCR, será adotado aquele relativo à IrPHY da Infrared Data Association (IrDA), descrito na subseção 2.4, excetuando-se algumas características referentes às possibilidades de velocidade de transmissão e aos tempos máximos utilizados para T_p (tempo de duração do pulso luz IR - ver descrição na subseção 2.4). No caso do protocolo de comunicação PCR, no nível dessa camada física, a comunicação possuirá as seguintes características:

- A comunicação será assíncrona, bidirecional e do tipo *half-duplex*.
- O quadro possuirá 10 *bits*, sendo: 1 *bit* de partida, 8 *bits* de dados e 1 *bit* de parada.
- As velocidades deverão, preferencialmente, estar entre as apresentadas na Tabela 2.1 (subseção 2.4), entretanto são aceitáveis outras diferentes, desde que estejam entre 9600 bps e 115200 bps.

- O tempo mínimo utilizado para T_p , para qualquer uma das velocidades aceitáveis, será fixo e igual $1,41\mu s$.
- O tempo máximo utilizado para T_p , para qualquer uma das velocidades aceitáveis e acima de 9600 bps, poderá chegar até 50% do tempo T_b (tempo referente à transmissão de 1 *bit* no padrão EIA 232, para a velocidade de transmissão em questão - ver descrição na subseção 2.4).
- Os tempos nominais utilizados para T_p , para qualquer uma das velocidades aceitáveis, deverá ser $3/16$ do tempo T_b .
- Não haverá controle de fluxo e não será utilizado *bit* para paridade.

No caso do “Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor” (SAIFCEVA), os sinais ópticos serão obtidos por meio da interface para o padrão infravermelho IPI (existente na unidade móvel de inspeção UMI e na unidade de concentração de dados UCD), que realiza a conversão de sinais eletrônicos em sinais ópticos e vice-versa, sendo que: para a transmissão de um *bit* em estado lógico zero, há a emissão de luz; para a transmissão de um *bit* em estado lógico um, não há a emissão de luz.

3.5.3 Fila de Dados (FD)

Para as comunicações, serão utilizadas mensagens denominadas “Filas de Dados” (FD), cuja estrutura é apresentada na Figura 3.5.

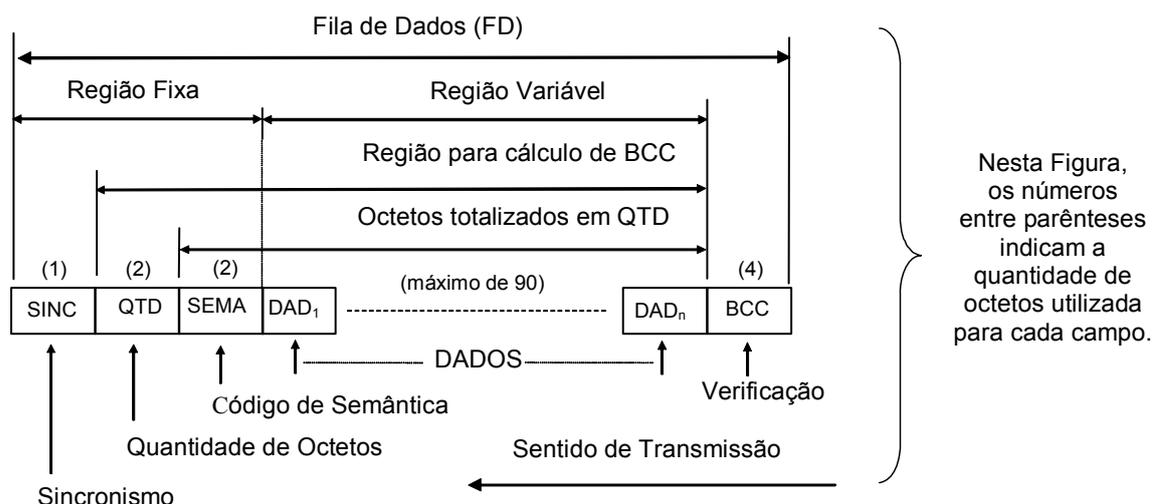


Figura 3.5 – Estrutura da Fila de Dados (FD)

Os campos da Fila de Dados (FD) são constituídos por grupos de octetos que podem pertencer a “Região Fixa”, “Região Variável” (DADOS) ou a “Verificação”, sendo as respectivas definições descritas nas subseções que vão da 3.5.3.1 até a 3.5.3.5. Os campos da “Região Fixa” são representados na Figura 3.5 e receberam as seguintes denominações: SINC, QTD e SEMA. Os campos da “Região Variável” dependem de cada tipo de FD, inviabilizando a respectiva representação na Figura 3.5, entretanto, suas denominações são apresentadas como títulos das subseções pertencentes à subseção 3.5.3.4. A “Verificação” possui único campo representado na Figura 3.5, cuja denominação é BCC.

3.5.3.1 Campo SINC (Sincronismo)

Este campo é dedicado ao sincronismo, sendo utilizado como uma marcação que sinaliza o início de uma Fila de Dados (FD). Sua representação na FD utiliza 1 (um) octeto cujo conteúdo é um valor fixo e igual a 06_{16} .

3.5.3.2 Campo QTD (Quantidade de octetos)

Este campo representa a totalização, expressa em hexadecimal, da quantidade de octetos que compõe o campo SEMA e a Região Variável (DADOS). Os valores que QTD pode representar variam entre 02_{16} e $5C_{16}$ (inclusive). Sua representação na Fila de Dados (FD) utiliza 2 (dois) octetos, cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, representam o valor da totalização referente ao QTD (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble*, 4 *bits*, da totalização).

Para a transmissão, é enviado primeiro o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do valor relativo ao QTD.

3.5.3.3 Campo SEMA (Código de semântica)

Este campo é destinado ao código de semântica da FD, formado por dois dígitos, conforme apresentado na Tabela 3.1, na coluna intitulada “Código de

Semântica (ASCII)". Sua representação na FD utiliza 2 (dois) octetos, conforme apresentado na Tabela 3.1, nas colunas intituladas "Octeto 2" e "Octeto 1". Os conteúdos desses octetos, números expressos em hexadecimal, são os códigos ASCII dos caracteres que, concatenados, representam o código de semântica da FD.

Para a transmissão, é enviado, primeiramente, o valor referente ao "Octeto 2", e posteriormente, o valor referente ao "Octeto 1".

Tabela 3.1 - Códigos de semântica

Códigos de semântica utilizados no PCR				
Denomi- nação	Conteúdo do SEMA (hexa)		Código de Semântica (ASCII)	Descrição
	Octeto 2	Octeto 1		
ITI	30	31	01	Comando de início de transmissão dos dados de inspeções.
R_ITI	30	32	02	Resposta ao comando de início de transmissão dos dados de inspeções.
QTI	31	30	10	Comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.
R_QTI	31	31	11	Resposta ao comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.
TDI	32	30	20	Comando de transmissão de dados de inspeção.
R_TDI	32	31	21	Resposta ao comando de transmissão de dados de inspeção.
FTI	33	30	30	Comando de fim de transmissão dos dados de inspeções.
R_FTI	33	31	31	Resposta ao comando de fim de transmissão dos dados de inspeções.

3.5.3.4 Região Variável (dados referentes à semântica da FD)

Essa região da Fila de Dados (FD) possui a quantidade de octetos variável, limitada pelo mínimo de 0 (zero) e o máximo de 90 (noventa) octetos, cujos conteúdos devem ser números expressos em hexadecimal e restritos ao intervalo que inicia em 07_{16} e termina em FF_{16} (inclusive). Esses conteúdos representam dados associados à semântica da FD, os quais são agrupados por campos, sendo a definição desses campos apresentada nas subseções que vão da 3.5.3.4.1 até a 3.5.3.4.3.

3.5.3.4.1 Campo CIEq (Código de identificação do equipamento)

Este campo está associado a todas as semânticas, existindo em todas as Filas de Dados (FD), nas quais é destinado a representar o código de identificação do equipamento pertencente ao sistema SAIFCEVA, para o qual não poderão haver dois ou mais equipamentos com a mesma codificação. O CIEq é expresso em hexadecimal, sendo previstos neste protocolo a possibilidade de até 32 (trinta e duas) unidades para a concentração de dados UCD e 224 (duzentas e vinte e quatro) unidades móveis de inspeção UMI, para as quais deverão ser utilizados os intervalos para atribuição do CIEq, apresentados na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 - Intervalos para Códigos de Identificação do Equipamento

Tabela de definição dos intervalos para atribuição do CIEq		
Equipamento	Intervalo	
	Início	Fim
UCD	00 ₁₆	1F ₁₆
UMI	20 ₁₆	FF ₁₆

Na fila de dados, o CIEq é formado por dois octetos, cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, representam o valor do CIEq (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble* do valor de atribuição do CIEq). Para a transmissão, é enviado, primeiramente, o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do valor relativo ao CIEq.

3.5.3.4.2 Campo QDI (Quantidade de inspeções)

Este campo está associado à semântica denominada QTI (comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas, ver Tabela 3.1). Na Fila de Dados (FD), o campo QDI representa a quantidade de inspeções a serem transmitidas para a unidade de concentração UMI, nas subseqüentes filas de dados, cujas semânticas serão outra, denominada TDI (comando de transmissão de dados de inspeção, ver Tabela 3.1). Essa quantidade deverá estar entre 01_{16} e FF_{16} (255), inclusive. Na FD, o campo QDI é formado por dois octetos cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, representam o valor da quantidade de inspeções (também expressa em hexadecimal) a serem transmitidas para a unidade de concentração UCD (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble* do valor da quantidade de inspeções a serem transmitidas).

Para a transmissão desse campo, é enviado primeiramente o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do valor relativo à quantidade de inspeções a serem transmitidas para a unidade de concentração UCD.

3.5.3.4.3 Campos referentes à semântica TDI

Nos campos referentes à semântica TDI (comando de transmissão de dados de inspeção, ver Tabela 3.1), são enviados todos os dados relativos à inspeção de um determinado veículo, formando uma estrutura na Fila de Dados (FD). A

organização dessa estrutura é apresentada na Figura 3.6, na qual os números entre parênteses representam quantidades de octetos, sendo as descrições dos campos que a compõe (NSI, CIV, CDI, QTT, CDT, RET, CLC e CLV) apresentadas nas respectivas subseções a seguir.

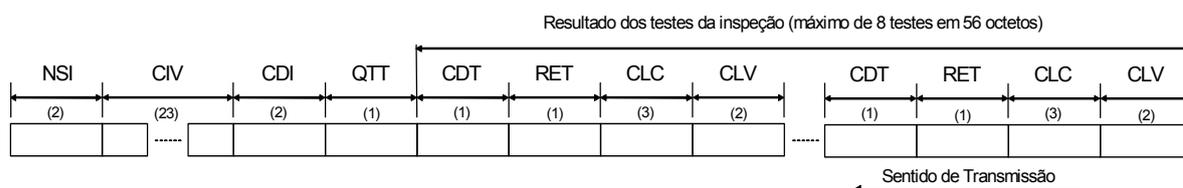


Figura 3.6 – Campos referentes à semântica TDI

3.5.3.4.3.1 Campo NSI (Número de seqüência)

Para a transmissão de um conjunto de inspeções (cuja quantidade é informada no campo QDI - definido na subseção 3.5.3.4.2) por meio de filas de dados, cada uma dessas inspeções recebe um número de seqüência que corresponde à sua ordem entre as várias que formam o conjunto a ser transmitido. Esse número é gerado por progressão aritmética, com primeiro termo e razão, iguais a 1 (um).

Nesse contexto, o campo NSI representa o número de seqüência referente à inspeção transmitida na Fila de Dados (FD), sendo que esse número deverá estar entre 01_{16} e FF_{16} (255) inclusive, permitindo que, em cada sessão de comunicação entre a unidade móvel de inspeção UMI e a unidade para a concentração de dados UCD, sejam enviados, no máximo, dados sobre um conjunto de 255 inspeções.

Na FD o NSI é formado por dois octetos, cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, representam

o valor do número de seqüência, também expresso em hexadecimal (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble* do valor do número de seqüência).

Para a transmissão desse campo, é enviado primeiramente o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do valor relativo ao número de seqüência.

3.5.3.4.3.2 Campo CIV (Código de identificação do veículo)

Este campo possui tamanho variável e é destinado à representação do código de identificação do veículo. Para o campo CIV, é previsto o mínimo de 1 (um) e o máximo de 23 (vinte e três) octetos, que poderão assumir valores entre 07_{16} e FF_{16} , inclusive. Referente ao conteúdo do CIV, poderá ser utilizado o Código de Identificação de Veículo Automotor (CIVA) exposto na subseção 2.5, ou um código particular. Entretanto, na hipótese de utilização do código de identificação CIVA, sugere-se que o campo CIV possua as seguintes características:

- O tamanho do CIV seja de 17 octetos.
- O octeto da extrema esquerda do CIV (considerando a Figura 3.6) corresponda à 1ª posição do Código de Identificação de Veículo Automotor CIVA, sendo as demais posições distribuídas de forma concatenada, de tal maneira que o octeto da extrema direita do campo CIV corresponda à 17ª posição do código de identificação CIVA.
- O conteúdo de cada octeto do campo CIV seja o código ASCII, expresso em hexadecimal, do caractere referente à correspondente posição no código de identificação CIVA.

- Tendo em vista o sentido de transmissão indicado na Figura 3.6, os dados referentes ao campo CIV serão transmitidos numa ordem iniciada por aquele correspondente à 1ª posição e terminada por aquele correspondente à 17ª posição.

3.5.3.4.3.3 Campo CDI (Código da inspeção)

Este campo é destinado à representação do código da inspeção. O código em questão pode variar entre os valores de 00_{16} até FF_{16} , inclusive, sendo esses números utilizados para discriminar os tipos de inspeção (exemplo: Faróis). Para cada tipo de inspeção, são associados testes cujas informações relativas à quantidade, tipos (exemplos: Lanternas; Luz baixa; Luz Alta), resultados, valor de leitura de corrente do circuito e valor de leitura de tensão da bateria, são respectivamente definidas pelos campos denominados: QTT (quantidade de testes referente à inspeção), CDT (código do teste), RET (código que indica o resultado do teste), CLC (código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito, referente ao teste) e CLV (código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria, referente ao teste). As definições desses campos são apresentadas nas respectivas subseções a seguir.

Na Fila de Dados (FD), o campo CDI é formado por dois octetos, cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, representam o valor numérico associado ao código da inspeção, também expresso em hexadecimal (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble* do valor numérico associado ao código da inspeção).

Para a transmissão desse campo, é enviado primeiramente o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do valor numérico associado ao código da inspeção.

3.5.3.4.3.4 Campo QTT (Quantidade de testes)

Este campo representa a quantidade de testes referentes à inspeção transmitida na Fila de Dados (FD), sendo que essa quantidade deverá estar entre 01_{16} e 08_{16} , inclusive. Na FD o campo QTT é formado por um octeto cujo conteúdo é o código ASCII, expresso em hexadecimal, do caractere que representa o valor, também expresso em hexadecimal, da quantidade de testes referentes à inspeção transmitida na FD.

3.5.3.4.3.5 Campo CDT (Código do teste)

Este campo é destinado à representação do código do teste pertencente a um determinado tipo de inspeção. O código em questão pode variar entre os valores de 07_{16} até FF_{16} (255), inclusive, cujos números são utilizados para discriminar os tipos de teste (exemplos: Luz baixa; Luz Alta).

Para cada tipo de teste as informações relativas ao resultado, valor da leitura de corrente elétrica do circuito e valor da leitura da tensão da bateria, são enviadas nos respectivos campos adjacentes denominados: RET (código que indica o

resultado do teste: aprovado, reprovado ou não realizado), CLC (código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito, referente ao teste) e CLV (código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria, referente ao teste). Assim sendo, as informações referentes a cada teste utilizam quatro campos concatenados, formando um conjunto estruturado pelos campos CDT, RET, CLC e CLV, os quais, conforme se pode observar na Figura 3.6, utilizam 7 (sete) octetos.

A quantidade de tipos de teste permitida é de no máximo 249 (duzentos e quarenta e nove), entretanto, para cada tipo de inspeção, é previsto o máximo de 8 (oito) tipos de testes, que utilizam 8 (oito) desses conjuntos estruturados (CDT, RET, CLC e CLV), requerendo 56 (cinquenta e seis) octetos na Fila de Dados (FD).

Na FD, o campo CDT é formado por um octeto cujo conteúdo é o próprio código do teste, com seu valor expresso em hexadecimal.

3.5.3.4.3.6 Campo RET (Resultado do teste)

Este campo é destinado à representação do código que indica o resultado do teste, pertencente a um determinado tipo de inspeção. Quando o conteúdo do campo RET for o número: 31_{16} , indicará aprovado; 30_{16} , indicará reprovado; 32_{16} , indicará não realizado. Na Fila de Dados (FD) o campo RET é formado por um octeto, cujo conteúdo é o próprio código que indica o resultado do teste.

3.5.3.4.3.7 Campo CLC (Código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito)

Este campo é destinado ao código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito, obtida num determinado tipo de teste. O código em questão é um valor numérico que pode variar entre 000_{16} e FFF_{16} (4095), inclusive. Se o teste não for realizado, esse campo deve assumir o número 000_{16} .

A representação do campo CLC, na Fila de Dados (FD), utiliza 3 (três) octetos cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que concatenados expressam, também em hexadecimal, o número relativo ao código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito obtida num determinado tipo de teste. Para a transmissão, é enviado primeiramente o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do número relativo ao código que representa o valor da leitura de corrente elétrica do circuito.

3.5.3.4.3.8 Campo CLV (código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria)

Este campo é destinado ao código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria, obtida num determinado tipo de teste. O código em questão é um valor numérico que pode variar entre 00_{16} e FF_{16} (255), inclusive.

A representação do campo CLV, na Fila de Dados (FD), utiliza 2 (dois) octetos cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que, concatenados, expressam, também em hexadecimal, o número

relativo ao código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria obtida num determinado tipo de teste. Para a transmissão, é enviado primeiramente o octeto referente ao *nibble* que representa o dígito mais significativo do número relativo ao código que representa o valor da leitura de tensão elétrica da bateria.

3.5.3.5 Campo BCC (Verificação)

É o campo destinado à representação do CRC (*Cyclic Redundancy Check*, Verificação de Redundância Cíclica), determinado sobre o conteúdo dos octetos contidos na região para cálculo de BCC, exposta na Figura 3.5. Para esse cálculo aplica-se o algoritmo do CRC C.C.I.T.T. (AGHAZARM, JUNIOR, 1988).

Para a representação do campo BCC, na Fila de Dados (FD), utilizam-se 4 (quatro) octetos cujos conteúdos são os códigos ASCII, expressos em hexadecimal, dos caracteres que concatenados representam o valor final do cálculo do CRC (cada octeto representa o caractere referente a um *nibble* do valor calculado). Para a transmissão, deve-se respeitar a sequência na qual enviam-se os caracteres que, concatenados, representam o valor do resultado do cálculo do CRC, sendo esse envio iniciado pelo caractere referente ao *nibble* mais significativo do valor calculado para o CRC.

Tendo em vista que o valor final do cálculo do CRC resulta em um número, que representado em binário utiliza 16 (dezesesseis) *bits*, apresenta-se na Figura 3.7 a organização desses *bits* que decorre nos octetos que compõem o campo BCC.

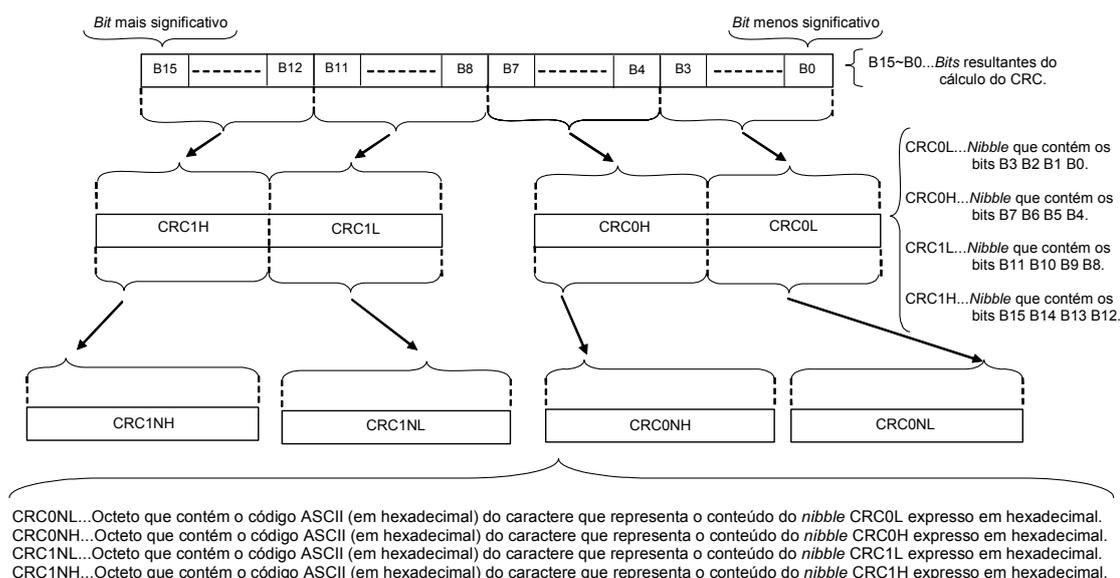


Figura 3.7 – Organização de *bits* para compor o campo BCC

A partir dos elementos contidos na Figura 3.7, o campo BCC é formado na Fila de Dados (FD), pela concatenação dos seguintes conteúdos de octetos: (CRC1NH), (CRC1NL), (CRC0NH) e (CRC0NL).

3.5.4 Definição das Filas de Dados (FD)

A definição das Filas de Dados (FD) é realizada por meio das tabelas a seguir, sendo os respectivos conteúdos compostos pelos campos descritos na subseção 3.5.3.

Na Tabela 3.3, é definido o conteúdo da Fila de Dados (FD) intitulada: N1_ITI. Essa FD corresponde ao comando de início de transmissão dos dados de inspeções.

Tabela 3.3 - Conteúdo da FD N1_ITI

Conteúdo da FD N1_ITI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	04	Quantidade de octetos até o BCC.
	34	4		
SEMA	30	0	01	Código de Semântica.
	31	1		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UMI, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.4, é definido o conteúdo da FD intitulada: N2_R_ITI. Essa FD corresponde à resposta ao comando de início de transmissão dos dados de inspeções.

Tabela 3.4 - Conteúdo da FD N2_R_ITI

Conteúdo da FD N2_R_ITI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	04	Quantidade de octetos até o BCC.
	34	4		
SEMA	30	0	02	Código de Semântica.
	32	2		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UCD, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.5, é definido o conteúdo da FD intitulada: N1_QTI. Essa FD corresponde ao comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.

Tabela 3.5 - Conteúdo da FD N1_QTI

Conteúdo da FD N1_QTI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	06	Quantidade de octetos até o BCC.
	36	6		
SEMA	31	1	10	Código de Semântica.
	30	0		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UMI, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
QDI	rr	R	RS	Quantidade de inspeções a serem transmitidas, valor entre 0 ₁₆ e FF ₁₆ , conforme especificado na subseção 3.5.3.4.2.
	ss	S		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.6, é definido o conteúdo da FD intitulada: N2_R_QTI. Essa FD corresponde à resposta ao comando de informação da quantidade de inspeções a serem transmitidas.

Tabela 3.6 - Conteúdo da FD N2_R_QTI

Conteúdo da FD N2_R_QTI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	06	Quantidade de octetos até o BCC.
	36	6		
SEMA	31	1	11	Código de Semântica.
	31	1		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UCD, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
QDI	rr	R	RS	Quantidade de inspeções a serem transmitidas para a UCD, recebidas da UMI por meio da FD N1_QTI.
	ss	S		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.7, é definido o conteúdo da FD intitulada: N1_TDI. Essa FD corresponde ao comando de transmissão de dados de inspeção.

Tabela 3.7 - Conteúdo da FD N1_TDI

Conteúdo da FD N1_TDI				
Campo da FD			Representação Concatenada	Observação
Nome	Conteúdo			
	Hexa	ASCII		
SINC	06			Caractere de Sincronismo.
QTD	35	5	58	Quantidade de octetos até o BCC.
	38	8		
SEMA	32	2	20	Código de Semântica.
	30	0		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UMI, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
NSI	rr	R	RS	Número de seqüência para transmissão da inspeção, conforme especificado na subseção 3.5.3.4.3.1.
	ss	S		
CIV	mm ₁			É o código de identificação do veículo formado por até 23 octetos, podendo ser o CIVA ou código particular, conforme especificado na subseção 3.5.3.4.3.2.
	(mínimo 1 máximo 23 octetos)	• • •		
	mm ₂₃			
CDI	gg	G	GH	Código da inspeção conforme especificado na subseção 3.5.3.4.3.3.
	hh	H		
QTT	pp	P		Quantidade de testes referentes à inspeção, conforme especificado na subseção 3.5.3.4.3.4.
CDT	tt ₁			Código do teste conforme subseção 3.5.3.4.3.5.
RET	vv ₁	V ₁		Resultado do teste conforme subseção 3.5.3.4.3.6.
CLC	ii ₁	I ₁	I ₁ J ₁ K ₁	Código que representa o valor da leitura de corrente do circuito obtida no teste, conforme especificação apresentada na subseção 3.5.3.4.3.7.
	jj ₁	J ₁		
	kk ₁	K ₁		
CLV	nn ₁	N ₁	Z ₁ N ₁	Código que representa o valor da leitura de tensão da bateria obtida no teste, conforme especificação apresentada na subseção 3.5.3.4.3.8.
	zz ₁	ZZ ₁		
• • •	• • •	• • •	• • •	• • •
CDT	tt ₈			Código do teste conforme subseção 3.5.3.4.3.5.
RET	vv ₈	V ₈		Resultado do teste conforme subseção 3.5.3.4.3.6.
CLC	ii ₈	I ₈	I ₈ J ₈ K ₈	Código que representa o valor da leitura de corrente do circuito obtida no teste, conforme especificação apresentada na subseção 3.5.3.4.3.7.
	jj ₈	J ₈		
	kk ₈	K ₈		
CLV	nn ₈	N ₈	Z ₈ N ₈	Código que representa o valor da leitura de tensão da bateria obtida no teste, conforme especificação apresentada na subseção 3.5.3.4.3.8.
	zz ₈	ZZ ₈		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Resultado dos testes da inspeção (máximo de 8 tipos de testes transmitidos em 56 octetos)

Na Tabela 3.8, é definido o conteúdo da FD intitulada: N2_R_TDI. Essa FD corresponde à resposta ao comando de transmissão de dados de inspeção.

Tabela 3.8 - Conteúdo da FD N2_R_TDI

Conteúdo da FD N2_R_TDI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	06	Quantidade de octetos até o BCC.
	36	6		
SEMA	32	2	21	Código de Semântica.
	31	1		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UCD, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
NSI	rr	R	RS	Número de seqüência recebido da UMI na FD N1_TDI que deu origem a esta FD.
	ss	S		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.9, é definido o conteúdo da FD intitulada: N1_FTl. Essa FD corresponde ao comando de fim de transmissão de dados de inspeções.

Tabela 3.9 - Conteúdo da FD N1_FTl

Conteúdo da FD N1_FTl				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06		Caractere de Sincronismo.	
QTD	30	0	04	Quantidade de octetos até o BCC.
	34	4		
SEMA	33	3	30	Código de Semântica.
	30	0		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UMI, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

Na Tabela 3.10, é definido o conteúdo da FD intitulada: N2_R_FTI. Essa FD corresponde à resposta ao comando de fim de transmissão dos dados de inspeções.

Tabela 3.10 - Conteúdo da FD N2_R_FTI

Conteúdo da FD N2_R_FTI				
Campo da FD			Observação	
Nome	Conteúdo			Representação Concatenada
	Hexa	ASCII		
SINC	06			Caractere de Sincronismo.
QTD	30	0	04	Quantidade de octetos até o BCC.
	34	4		
SEMA	33	0	32	Código de Semântica.
	31	2		
CIE	xx	X	XY	Código do equipamento UCD, especificado na subseção 3.5.3.4.1.
	yy	Y		
BCC	(CRC1NH)			Representação do valor do cálculo do CRC, conforme organização especificada na subseção 3.5.3.5.
	(CRC1NL)			
	(CRC0NH)			
	(CRC0NL)			

3.5.5 Procedimentos para as comunicações entre a UMI e a UCD

Nas subseções 3.5.5.1 e 3.5.5.2, são apresentados os procedimentos referentes às realizações das comunicações para a transmissão e recepção de dados de inspeções, entre a unidade móvel de inspeção UMI e a unidade para a concentração de dados UCD.

3.5.5.1 Procedimentos para a transmissão de dados de inspeções

Para a unidade móvel de inspeção UMI realizar a transmissão de dados de inspeções, para a unidade de concentração de dados UCD, devem ser executados os procedimentos representados no fluxograma analítico exposto na Figura 3.8.

Na figura em questão, os erros de comunicação são referenciados por uma nomenclatura formada pelo prefixo “ERRO”, seguido por um número de dois dígitos. Essa nomenclatura é utilizada para discriminar os erros de comunicação, sendo cada nomenclatura associada a um código e uma descrição, conforme apresentado na Tabela 3.11.

Tabela 3.11 - Tipos de erros de comunicação na transmissão de dados de inspeções

Denominação	Código	Descrição
ERRO10	10	UCD não responde ao envio da FD N1_ITI.
ERRO11	11	UCD não responde ao envio da FD N1_QTI.
ERRO12	12	Na resposta ao envio da FD N1_QTI, houve troca do número do equipamento UCD (CIE diferente do iniciado em N2_R_ITI).
ERRO13	13	Na resposta ao envio da FD N1_QTI a UMI recebeu FD com semântica diferente de R_QTI.
ERRO14	14	Na resposta ao envio da FD N1_QTI a UMI recebeu QDI diferente do enviado.
ERRO15	15	UCD não responde ao envio de uma FD N1_TDI.
ERRO16	16	Na resposta ao envio de uma FD N1_TDI, houve troca do número do equipamento UCD (CIE diferente do iniciado em N2_R_ITI).
ERRO17	17	Na resposta ao envio da FD N1_TDI a UMI recebeu FD com semântica diferente de R_TDI.
ERRO18	18	UMI recebeu FD N2_RTDI cuja ordem não corresponde a N1_TDI enviada.
ERRO19	19	UCD não responde ao envio da FD N1_FTI.
ERRO20	20	Na resposta ao envio de uma FD N1_FTI, houve troca do número do equipamento UCD (CIE diferente do iniciado em N2_R_ITI).
ERRO21	21	Na resposta ao envio da FD N1_FTI a UMI recebeu FD com semântica diferente de R_FTI.

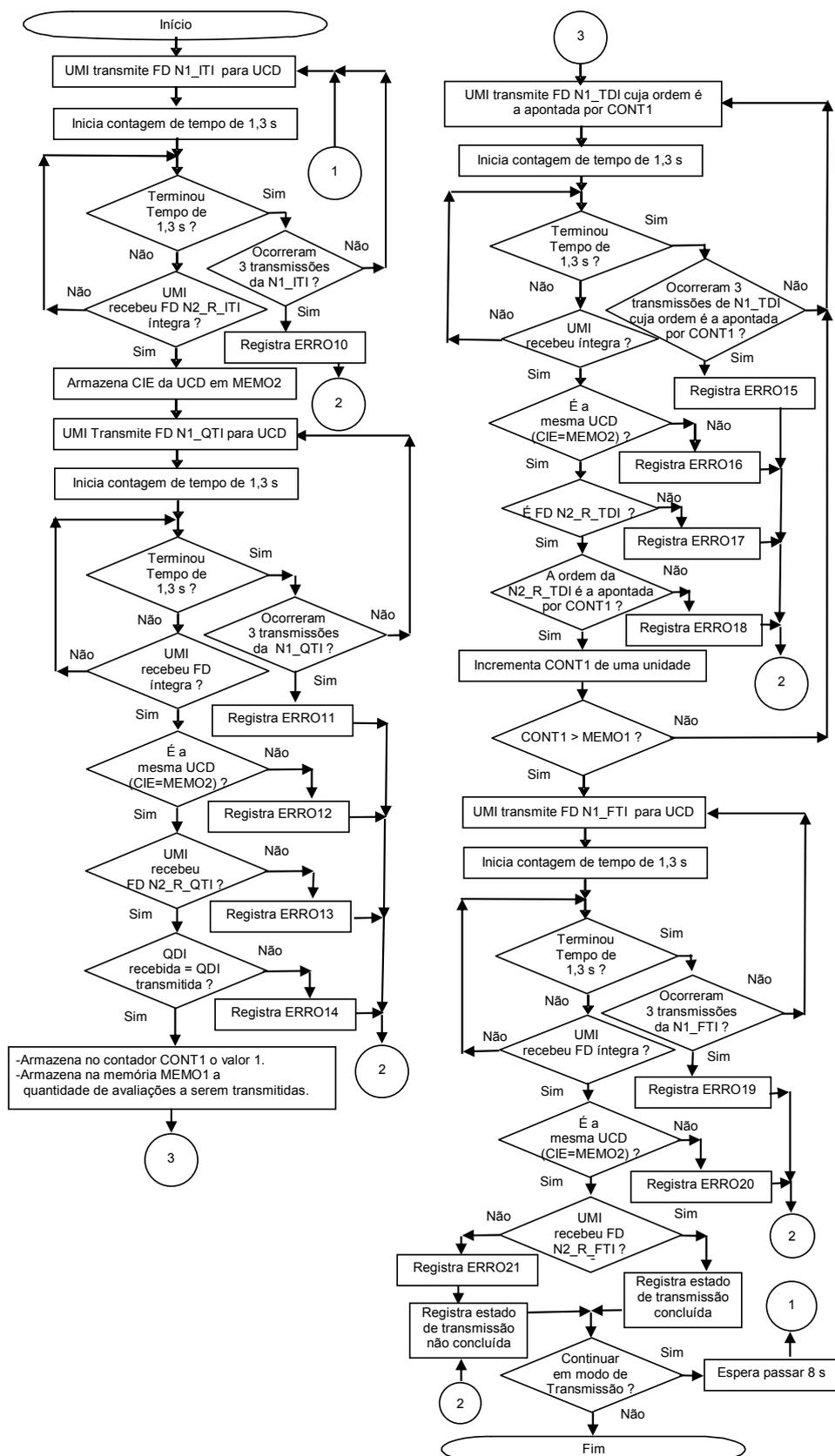


Figura 3.8 – Fluxograma analítico referente à transmissão de dados de inspeções

3.5.5.2 Procedimento para a recepção de dados de inspeções

Para a unidade de concentração UCD realizar a recepção de dados de inspeções, da unidade móvel de inspeção UMI, devem ser executados os procedimentos representados no fluxograma analítico exposto na Figura 3.9.

Na figura em questão, os erros de comunicação são referenciados por uma nomenclatura formada pelo prefixo “ERRO”, seguido por um número de dois dígitos. Essa nomenclatura é utilizada para discriminar os erros de comunicação, sendo cada nomenclatura associada a um código e uma descrição, conforme apresentado na Tabela 3.12.

Tabela 3.12 - Tipos de erros de comunicação na recepção de dados de inspeções

Denominação	Código	Descrição
ERRO40	40	UMI não envia FD N1_QTI.
ERRO41	41	Na recepção da FD N1_QTI, houve troca do número do equipamento UMI (CIE diferente do iniciado em N1_ITI).
ERRO42	42	Na recepção da FD N1_QTI a UCD recebeu FD com semântica diferente de ITI ou QTI.
ERRO43	43	UMI não envia FD N1_TDI.
ERRO44	44	Na recepção de FD N1_TDI, houve troca do número do equipamento UMI (CIE diferente do iniciado em N1_ITI).
ERRO45	45	Na recepção da FD N1_QTI a UCD recebeu FD com semântica diferente de QTI ou TDI.
ERRO46	46	UCD recebeu a primeira FD N1_TDI e a ordem não é compatível com a seqüência estabelecida (número de seqüência não é igual a 1).
ERRO47	47	UMI não envia a próxima FD N1_TDI ou a FD N1_FTI.
ERRO48	48	Na recepção da próxima FD N1_TDI ou da FD N1_FTI, houve troca do número do equipamento UMI (CIE diferente do iniciado em N1_ITI).
ERRO49	49	Na recepção da próxima FD N1_TDI ou da FD N1_FTI, a UCD recebeu FD com semântica diferente de TDI ou FTI.
ERRO50	50	UCD recebeu FD N1_TDI cuja ordem não é compatível com a seqüência estabelecida.
ERRO51	51	Na recepção de FD N1_FTI, houve troca do número do equipamento UMI (CIE diferente do iniciado em N1_ITI).
ERRO52	52	Na recepção da FD N1_FTI a UCD recebeu FD com semântica diferente de FTI.

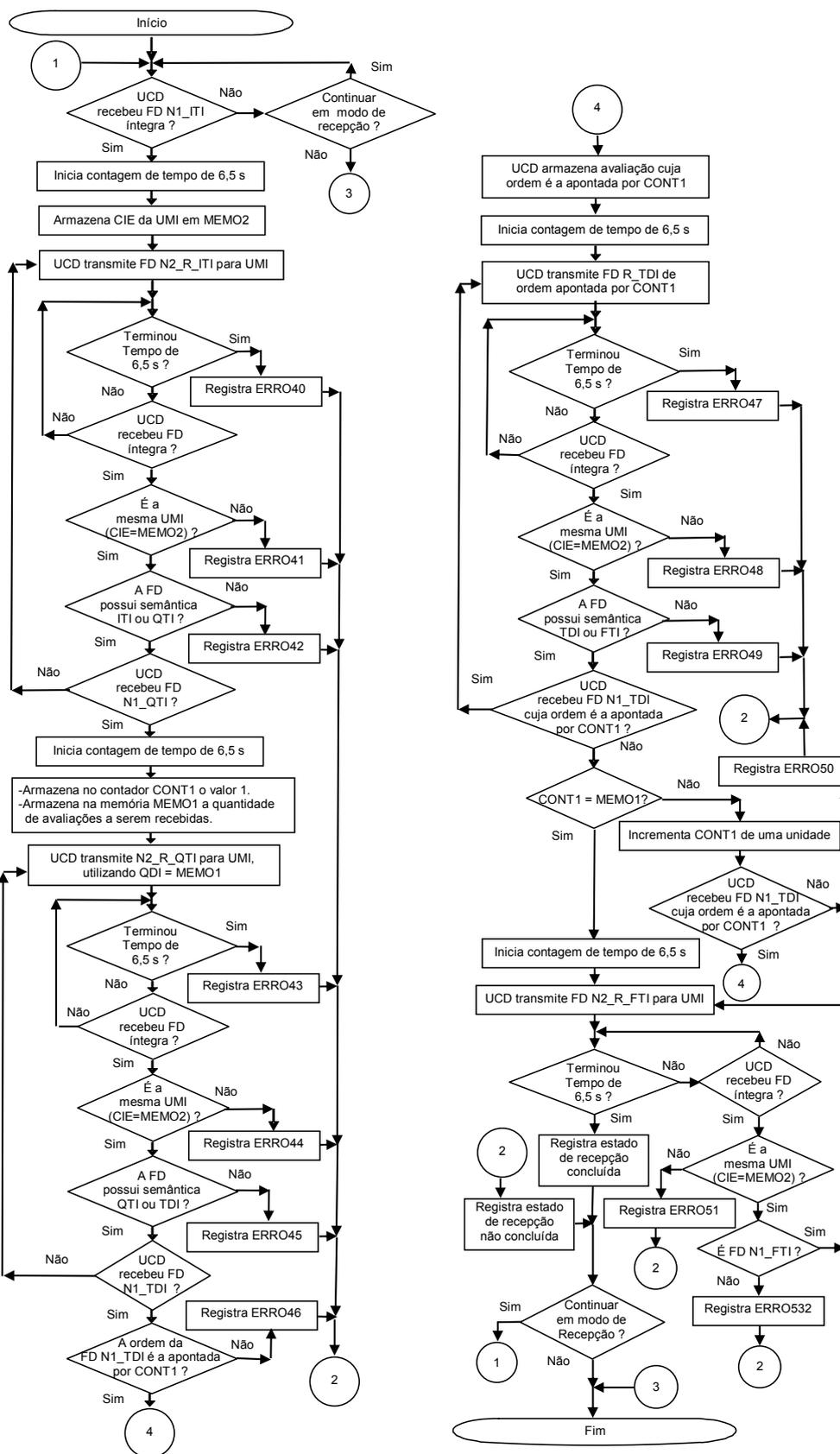


Figura 3.9 – Fluxograma analítico referente à recepção de dados de inspeções

3.5.5.3 Exemplo de seqüência de Filas de Dados em uma comunicação

O esquemático apresentado na Figura 3.10, ilustra exemplo de seqüência de Fila de Dados (FD) numa comunicação bem sucedida, na qual são transmitidos dados de duas inspeções.

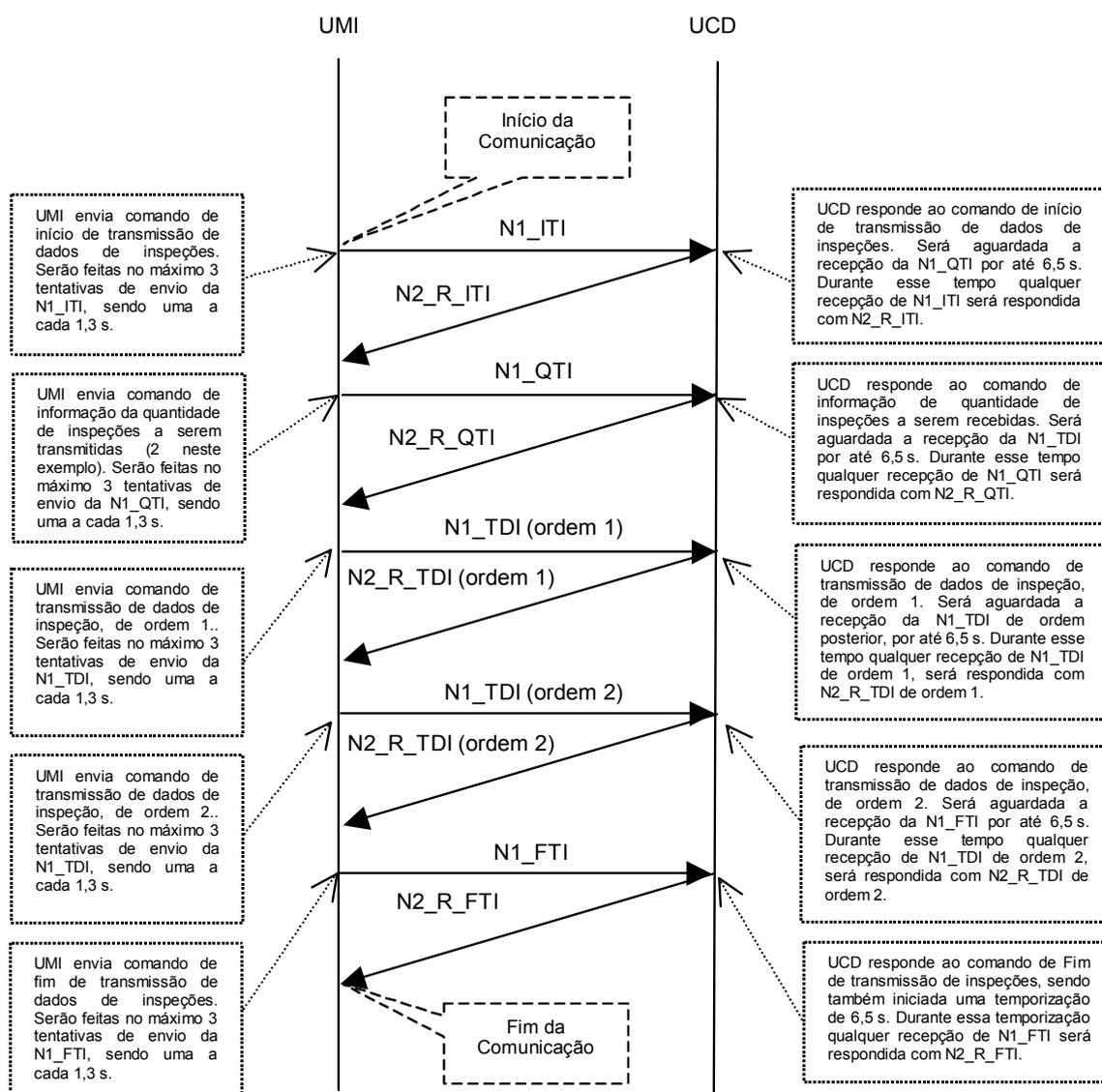


Figura 3.10 – Representação de seqüência de FD em exemplo de comunicação bem sucedida

3.6 PROCESSO DE INSPEÇÃO ADOTADO PARA O SAIFCEVA

Para o “Processo de Inspeção da Rede Elétrica de Veículo Automotor Adotado para o SAIFCEVA” (PIREVAS), será utilizado esquemático apresentado na Figura 3.11.

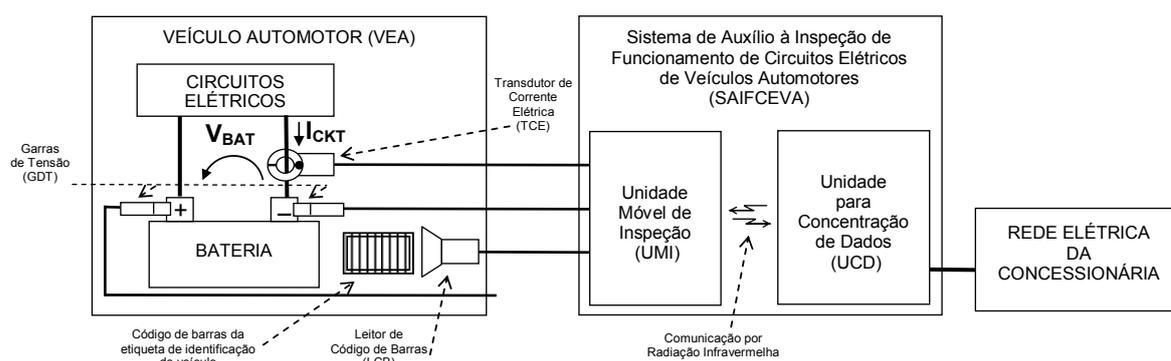


Figura 3.11 – Esquemático do SAIFCEVA para inspeção de veículo automotor

Os procedimentos referentes ao processo de inspeção PIREVAS, são representados pelo fluxograma analítico contido na Figura 3.12. Para essa figura deve-se considerar que a Interface Homem-Máquina (IHM) da unidade móvel de inspeção UMI, é formada pelo bloco do mostrador BMS e pelo teclado da unidade móvel TUM (ver Figura 3.2).

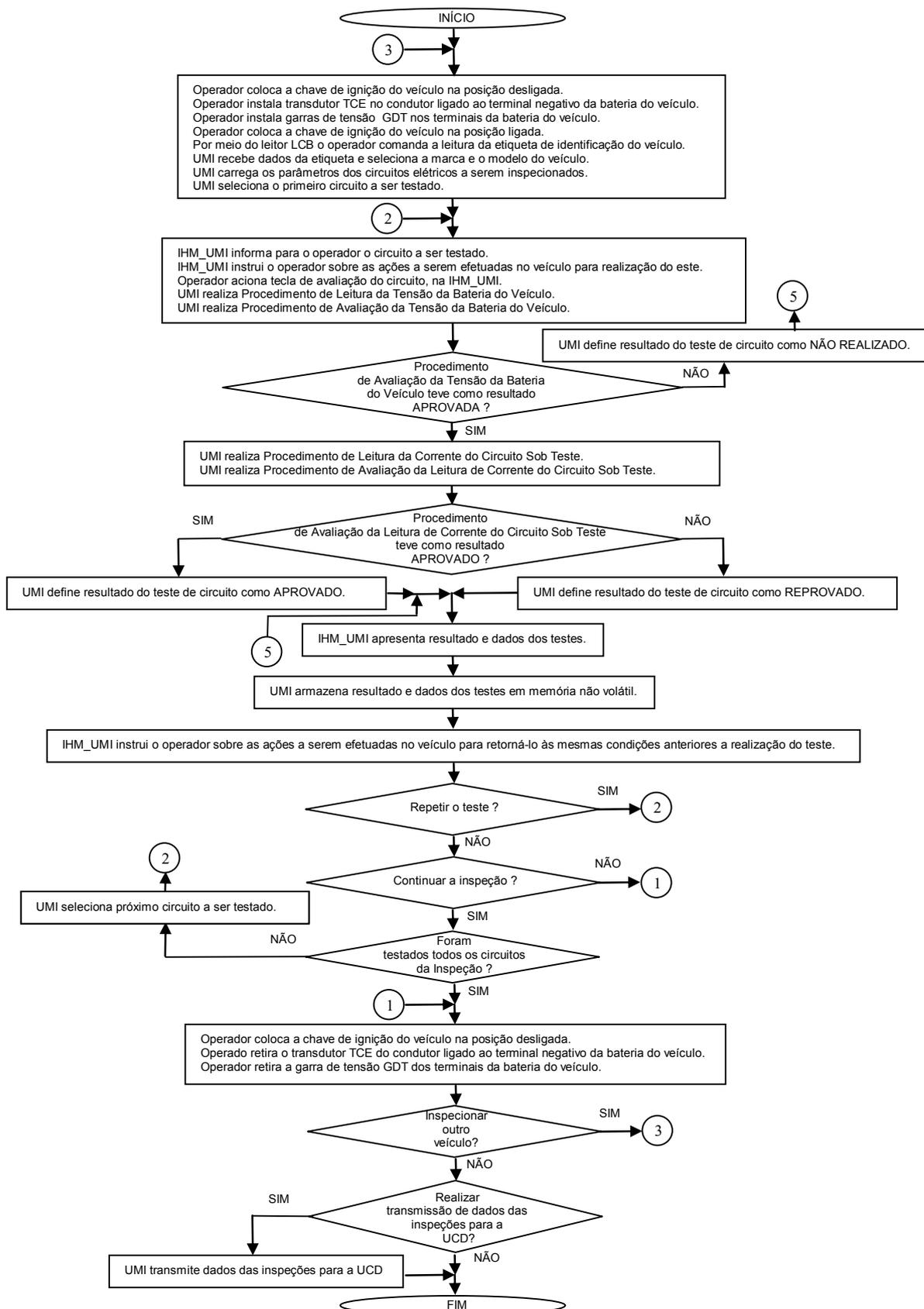


Figura 3.12 – Fluxograma analítico referente ao PIREVAS

Para o “Procedimento de Leitura da Tensão da Bateria do Veículo” e para o “Procedimento de Avaliação da Tensão da Bateria do Veículo”, citados no fluxograma da figura anterior, serão adotados, de forma análoga, os padrões citados nas subseções 2.1.7.1 e 2.1.7.2, respectivamente.

Para o “Procedimento de Leitura da Corrente do Circuito Sob Teste” e para o “Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito Sob Teste”, citados no fluxograma da figura anterior, serão adotados, de forma análoga, os padrões citados nas subseções 2.1.7.3 e 2.1.7.4, respectivamente.

4 PROTÓTIPOS E ENSAIOS PRÁTICOS

Nessa seção são abordados os protótipos e os ensaios práticos, cuja finalidade é permitir avaliações referentes à validação dos princípios de funcionamento de elementos do projeto conceitual do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA).

4.1 PROTÓTIPOS

Para a realização dos ensaios práticos, foram obtidos protótipos de elementos do SAIFCEVA, sendo a organização desses elementos exposta na arquitetura ilustrada na Figura 4.1.

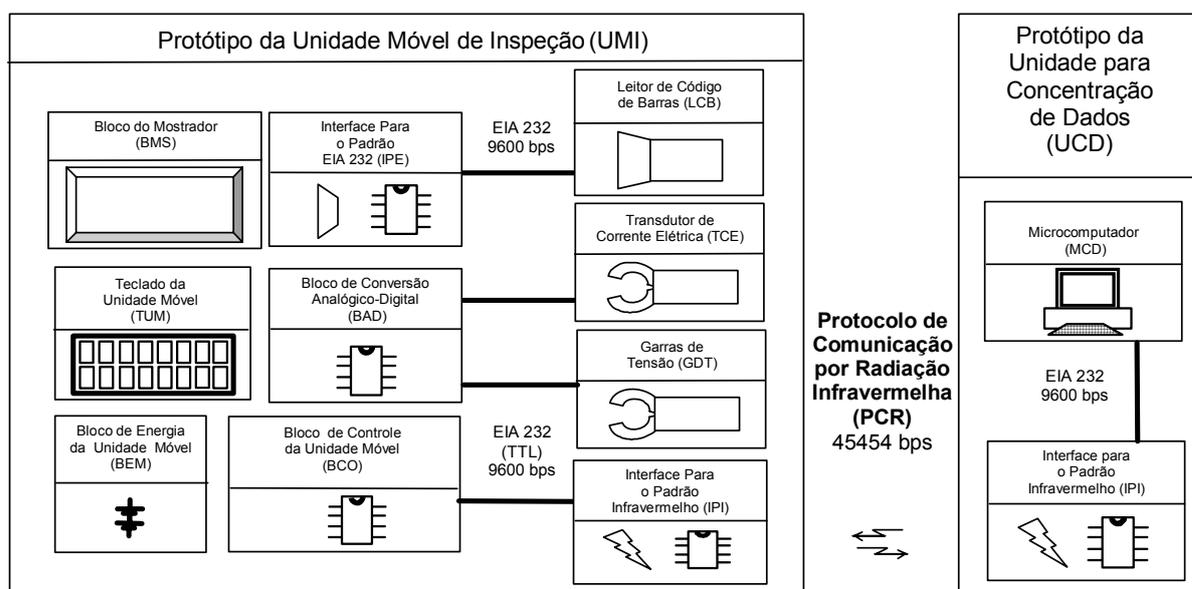


Figura 4.1 – Arquitetura dos protótipos de elementos do SAIFCEVA

Dos elementos apresentados na Figura 4.1, o microcomputador MCD, o leitor de código de barras LCB e o transdutor de corrente elétrica TCE, são equipamentos encontrados no mercado nacional; os demais foram desenvolvidos e construídos especialmente para utilização neste trabalho.

Na Figura 4.2, é apresentada imagem dos componentes de *hardware* que compõem os elementos mencionados.

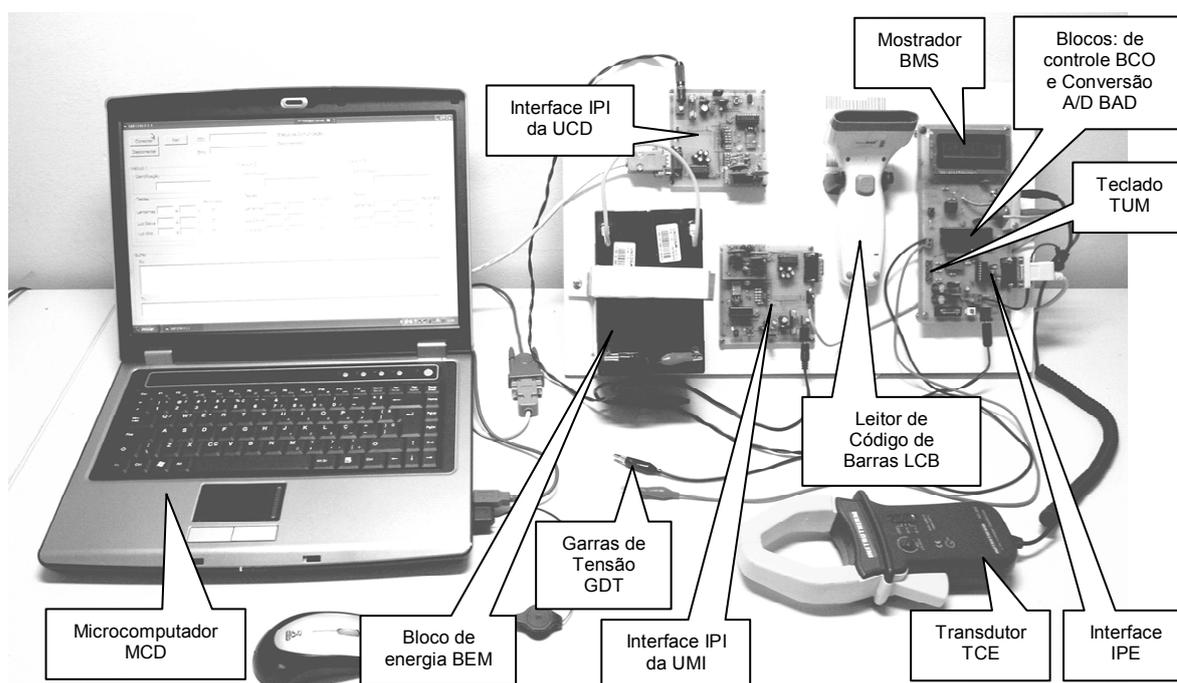


Figura 4.2 – Imagem do *hardware* relativo aos elementos do SAIFCEVA

Nas respectivas subseções a seguir, é realizada descrição sobre esses protótipos de elementos do SAIFCEVA, sendo o conteúdo dessa descrição relacionado às figuras 4.1 e 4.2.

4.1.1 Definição de características aplicadas ao protocolo PCR

Para utilização nos ensaios práticos referentes a este trabalho, definiram-se características aplicadas ao protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR, sendo essas apresentadas nos itens a seguir:

- Os comprimentos de onda da radiação infravermelha utilizados nas interfaces para o padrão infravermelho IPI deverão estar localizados em $\lambda = 875 \pm 25$ nm, sendo a velocidade de comunicação de 45454 bps.
- As interfaces IPI deverão estar em conjuntos de *hardware* separados dos demais elementos do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA). Cada um desses conjuntos deverá realizar a conversão de sinais EIA 232 para pulsos de radiação infravermelha (IR) e vice-versa, sendo que, relativo ao EIA 232: as velocidades de operação deverão ser de 9600 bps; os níveis de tensão para interligação ao bloco de controle da unidade móvel BCO, deverão ser compatíveis com o padrão TTL; os níveis de tensão para interligação ao microcomputador MCD, deverão ser compatíveis com o padrão EIA 232C (tensões entre +12 V e -12 V).
- Para a conversão EIA 232 - IrDA - EIA 232, e as demais operações referentes à execução dos procedimentos do protocolo PCR, poderá ser utilizado um tempo de separação entre os quadros que transmitem os octetos utilizados nas comunicações, no nível da unidade móvel de

inspeção UMI e da unidade para a concentração de dados UCD. Entretanto, esse tempo não poderá exceder 2 ms.

- Para o campo do código de identificação do equipamento, CIEq, da unidade móvel de inspeção UMI, deverá ser utilizado como código o valor $0A_{16}$, sendo seus octetos preenchidos com 30_{16} e 41_{16} . Para o campo CIEq da unidade para a concentração de dados UCD, deverá ser utilizado como código o valor 01_{16} , sendo seus octetos preenchidos com 30_{16} e 31_{16} .
- Para o campo do código de identificação do veículo, CIV, deverão ser utilizados 17 octetos.
- Para o campo do código da inspeção, CDI, deverá ser utilizado como código o valor $E1_{16}$, sendo seus octetos preenchidos com 45_{16} e 31_{16} . Esse código será utilizado para representar a inspeção dos circuitos de faróis (luz alta, luz baixa e lanternas), do veículo.
- Para o campo do código do teste, CDT, deverão ser utilizados os seguintes valores: 31_{16} , para representar o teste de Lanternas; 32_{16} , para representar o teste de Luz Baixa; 33_{16} , para representar o teste de Luz Alta.

4.1.2 Elementos referentes ao protótipo da Unidade Móvel de Inspeção (UMI)

4.1.2.1 Elementos da unidade móvel UMI elaborados para utilização exclusiva nos ensaios práticos

Em uma placa de circuito impresso, doravante designada por PCI_UMI_01, foram montados os seguintes elementos da unidade móvel UMI: bloco do mostrador BMS; teclado da unidade móvel TUM; interface para o padrão EIA 232, IPE; bloco de conversão analógico-digital BAD; bloco de controle da unidade móvel BCO. Embora a imagem dessa placa esteja contida na Figura 4.2, apresenta-se na Figura 4.3, outra, exclusiva, com o apontamento de mais detalhes.

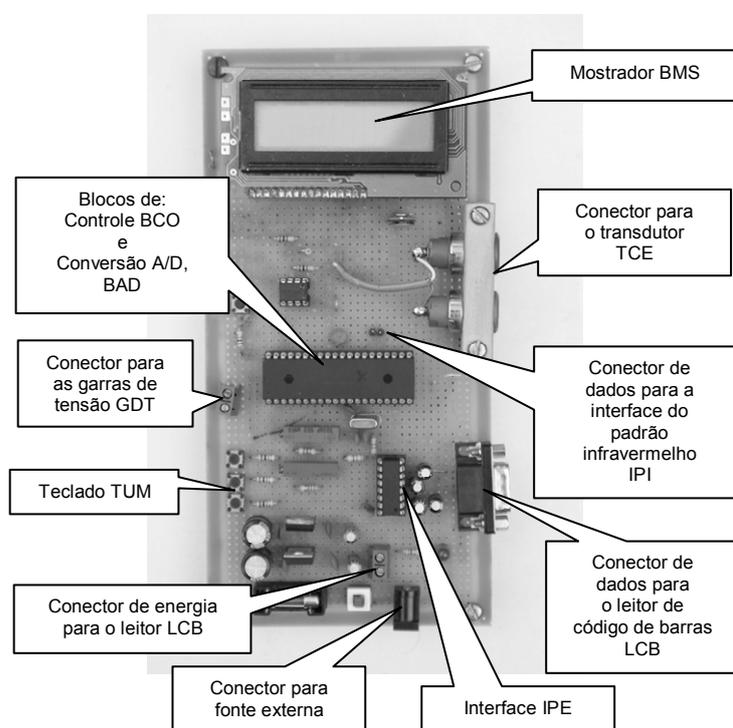


Figura 4.3 – Imagem da placa PCI_UMI_01

Para o bloco de controle BCO e o bloco de conversão analógico-digital BAD, foi utilizado um microcontrolador modelo PIC 16F877A, na versão de 40 terminais, da marca Microchip (MICROCHIP, 2007), cujas características são apresentadas na subseção 2.3. Por meio desse microcontrolador implementou-se um *software* para executar as funções requeridas para a unidade móvel de inspeção UMI, nos ensaios práticos referentes a este trabalho.

O *software* em questão consumiu 3502 palavras de 14 *bits*, sendo seu fluxograma analítico apresentado na Figura 4.4. Nessa figura há duas sub-rotinas denominadas “Leitura e Avaliação da Tensão da Bateria” e “Leitura e Avaliação da Corrente do Circuito”, as quais têm seus fluxogramas apresentados, respectivamente, nas Figuras 4.5 e 4.6.

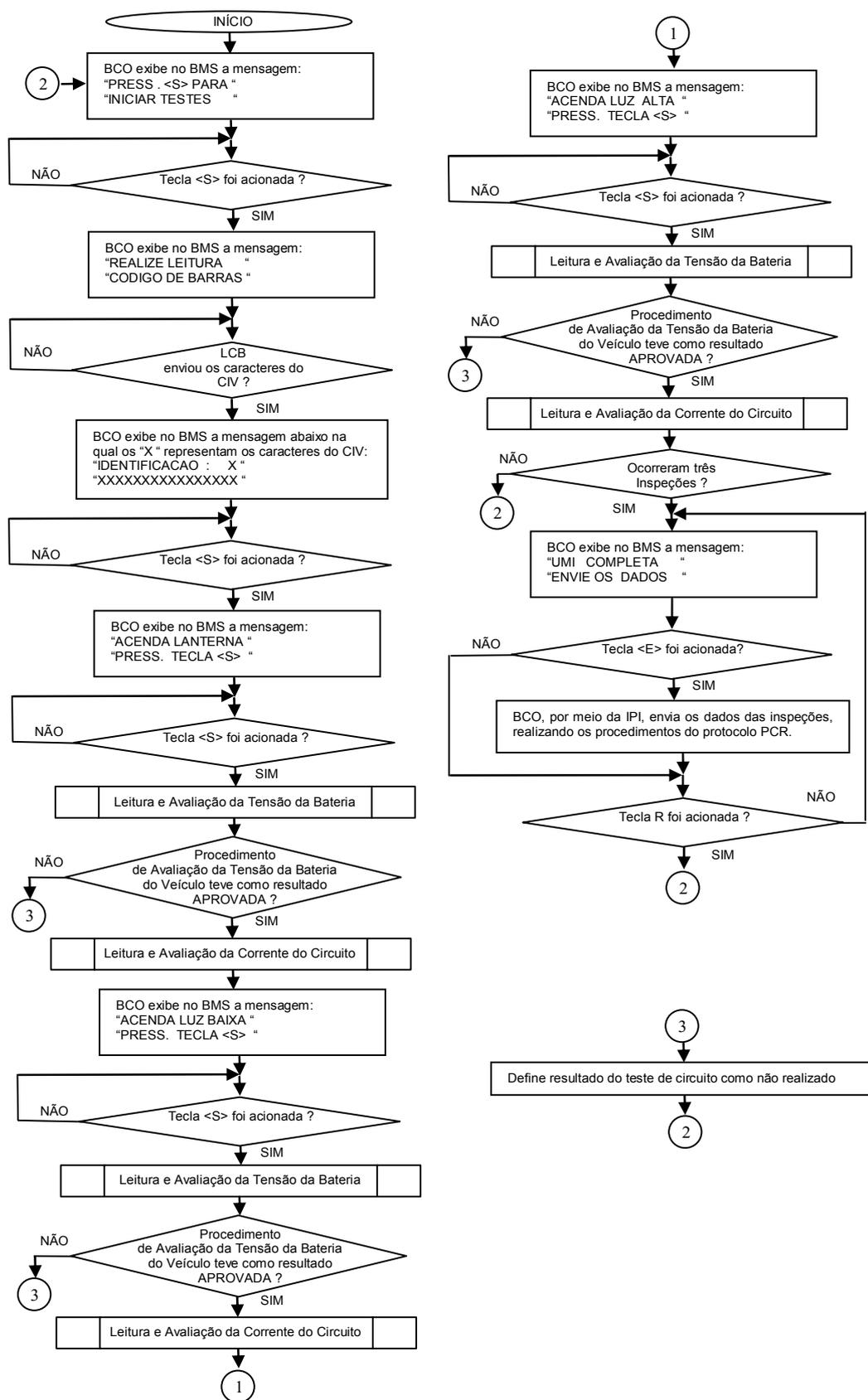


Figura 4.4 – Fluxograma analítico do software do protótipo da UMI

Na Figura 4.5 é apresentado o fluxograma analítico da sub-rotina denominada “Leitura e Avaliação da Tensão da Bateria”.

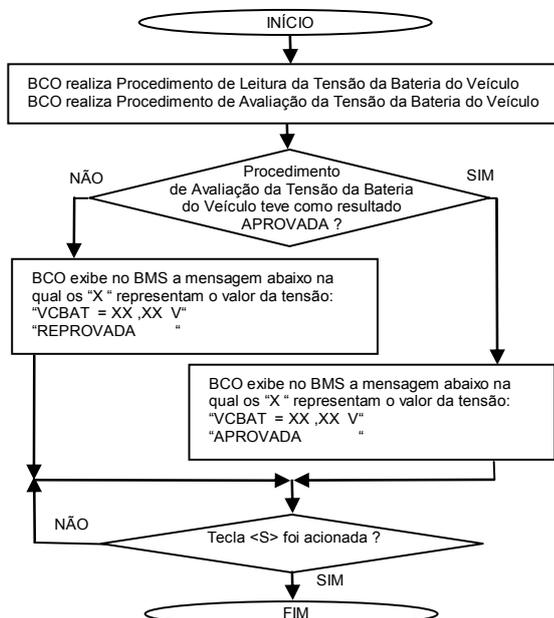


Figura 4.5 – Fluxograma analítico da sub-rotina “Leitura e Avaliação da Tensão da Bateria”

Na Figura 4.6 é apresentado o fluxograma analítico da sub-rotina denominada “Leitura e Avaliação da Corrente do Circuito”.

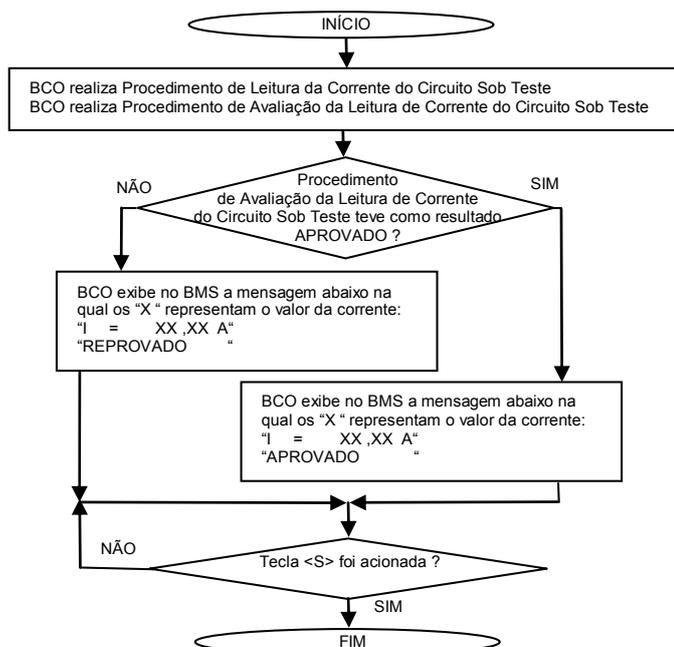


Figura 4.6 – Fluxograma analítico da sub-rotina “Leitura e Avaliação da Corrente do Circuito”

O esquema do circuito elétrico da PCI_UMI_01 (protótipo referente à unidade móvel de inspeção UMI) é apresentado na Figura 4.7, sendo na Tabela 4.1 apresentadas às características dos componentes utilizados nesse circuito.

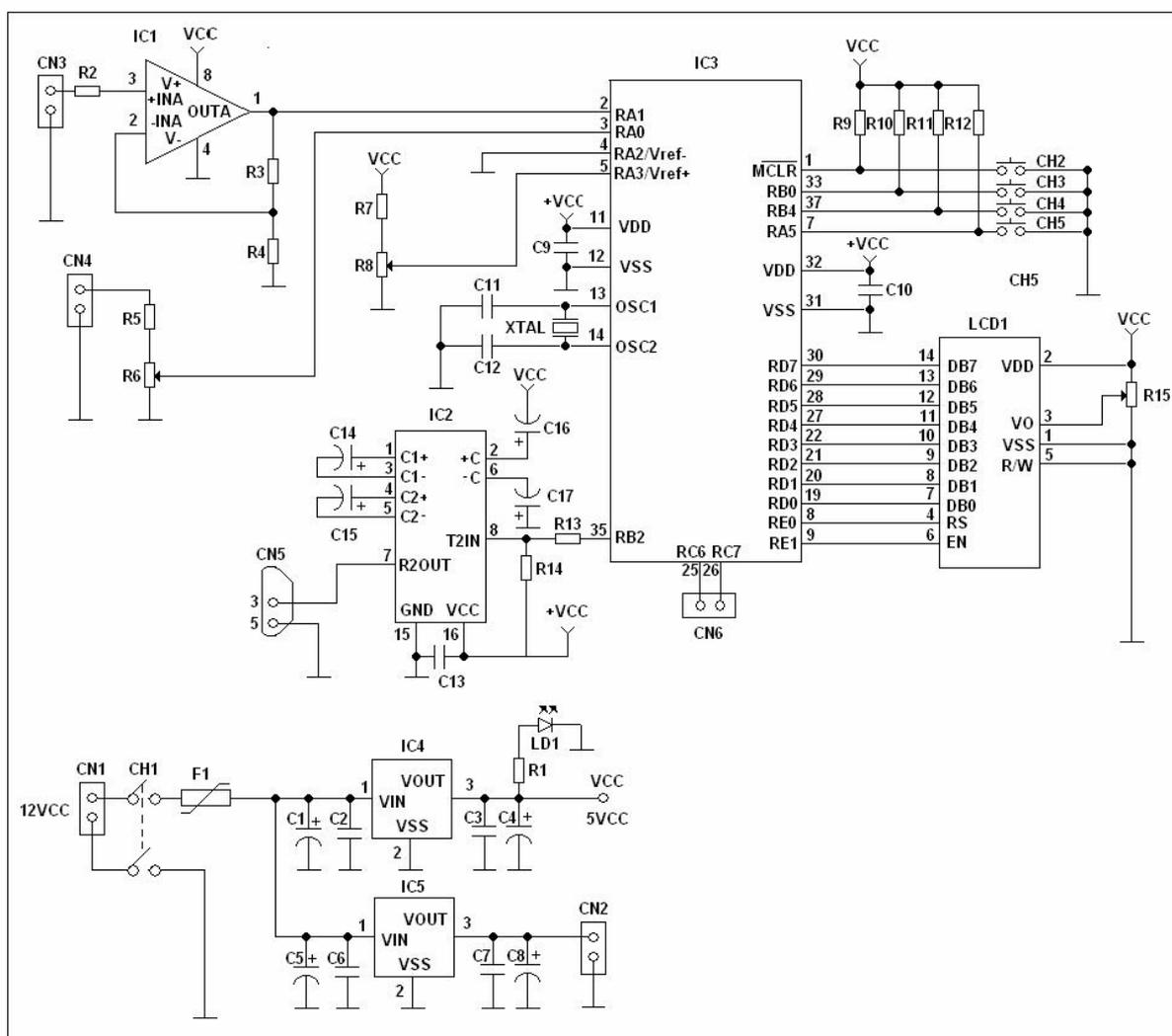


Figura 4.7 – Esquema do circuito elétrico da PCI_UMI_01

Relativamente às funções dos conectores desse circuito, informa-se que: CN1 é utilizado para conexão com a fonte externa utilizada para suprimento de energia elétrica do circuito da PCI_UMI_01; CN2 é utilizado para suprir a energia elétrica utilizada pelo leitor de código de barras LCB; CN3 é utilizado para conexão com o transdutor TCE; CN4 é utilizado para conexão com as garras de tensão GDT; CN5 é utilizado para conexão dos condutores de dados do leitor de código de barras LCB;

CN6 é utilizado para conexão dos condutores de dados da interface para o padrão infravermelho IPI.

Relativamente às funções das teclas (chaves) nesse circuito, informa-se que: CH2 é utilizada para “Reset”; CH3 é utilizada para a função da tecla “E”; CH4 é utilizada para a função da tecla “R”; CH5 é utilizada para a função da tecla “S”.

Na Tabela 4.1, são apresentadas as características dos componentes referentes ao circuito da PCI_UMI_01, contido na Figura 4.7.

Tabela 4.1 – Características dos componentes referentes à PCI_UMI_01

Características dos componentes do circuito da PCI_UMI_01		
Designação	Descrição	Observação
R1	Resistor 330 Ω , 1/8 W	
R2, R4	Resistor 1 K Ω , 1/8 W	
R3	Resistor 100 K Ω , 1/8 W	
R5, R9, R10, R11, R12	Resistor 10 K Ω , 1/8 W	
R6	Trimpot multivoltas 1K Ω	
R7, R14	Resistor 4,7K Ω , 1/8 W	
R8	Trimpot multivoltas 5K Ω	
R13	Resistor 470 Ω , 1/8 W	
R15	Trimpot 10 K Ω	
C1, C5	Capacitor eletrolítico 100 μ F, 35V	
C2, C3, C6, C7, C9, C10, C13	Capacitor cerâmico 0,1 μ F, 100V	
C4, C8	Capacitor eletrolítico 2,2 μ F, 16V	
C11, C12	Capacitor cerâmico 22pF, 100V	
C14, C15, C16, C17	Capacitor eletrolítico 1 μ F, 35V	
IC1	Amplificador Operacional OPA 1013	Fabricante: National
IC2	Módulo transceiver EIA 232 / TTL ICL232-CPE	Fabricante: Harris
IC3	Microcontrolador PIC 16F877A	Fabricante: Microchip
IC4, IC5	Regulador de tensão +5Vcc, LM 7805	Fabricante: National
LCD1	Módulo LCD 16 linhas / 2 colunas LCM 1602 AGN	Fabricante: Alfacom
LD1	Led Vermelho	
XTAL	Cristal de Quartzo, 4MHz	
CH1	Chave dois pólos latching Standard	
CH2, CH3, CH4, CH5	Microchave táctil, um contato NA	
CN1	Soquete para PCI, 2 polos, macho	
CN2	Blocos de terminais para PCI	
CN3	Dois Soquetes de painel	
CN4	Blocos de terminais para PCI	
CN5	Conector DB9 Macho	
CN6	Conector macho de pinos retos, para PCI	
F1	Fusível 1A	

Em outra placa de circuito impresso, doravante designada por PCI_IPI_UMI, foi montada a interface para o padrão infravermelho IPI, a ser utilizada pela unidade móvel de inspeção UMI. Essa placa tem por função realizar a conversão de sinais EIA 232 (com níveis de tensão TTL) para pulsos de luz infravermelha (no padrão descrito na subseção 3.5.2) e vice-versa. Como componentes principais dessa placa estão um microcontrolador e um transceptor infravermelho.

Para o microcontrolador foi utilizado o modelo PIC 16F628A, na versão de 18 terminais, da marca Microchip (MICROCHIP, 2007), cujas características são apresentadas na subseção 2.3. Por meio desse componente implementou-se um *software* para executar as citadas funções de conversão. O *software* em questão consumiu 628 palavras de 14 *bits*.

Para o transceptor infravermelho utilizou-se o modelo *Infrared Transceiver* HSDL-1100, da marca HEWLETT PACKARD® (HEWLETT PACKARD, 2007), que opera em comprimentos de onda da radiação infravermelha localizados em $\lambda = 875 \pm 25$ nm. Na Figura 4.8, é apresentada imagem da PCI_IPI_UMI.

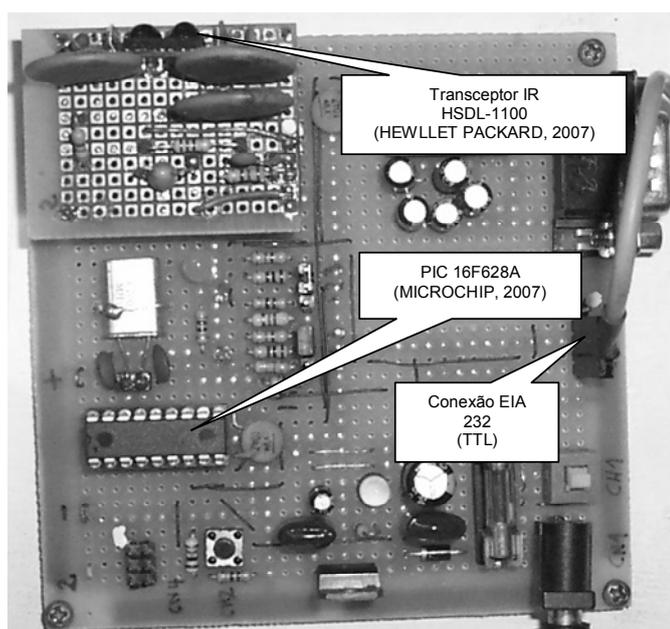


Figura 4.8 – Imagem da placa PCI_IPI_UMI

O esquema do circuito elétrico da PCI_IPI_UMI (protótipo referente à interface IPI da unidade móvel de inspeção UMI) é apresentado na Figura 4.9, sendo na Tabela 4.2 apresentadas as características dos componentes utilizados nesse circuito.

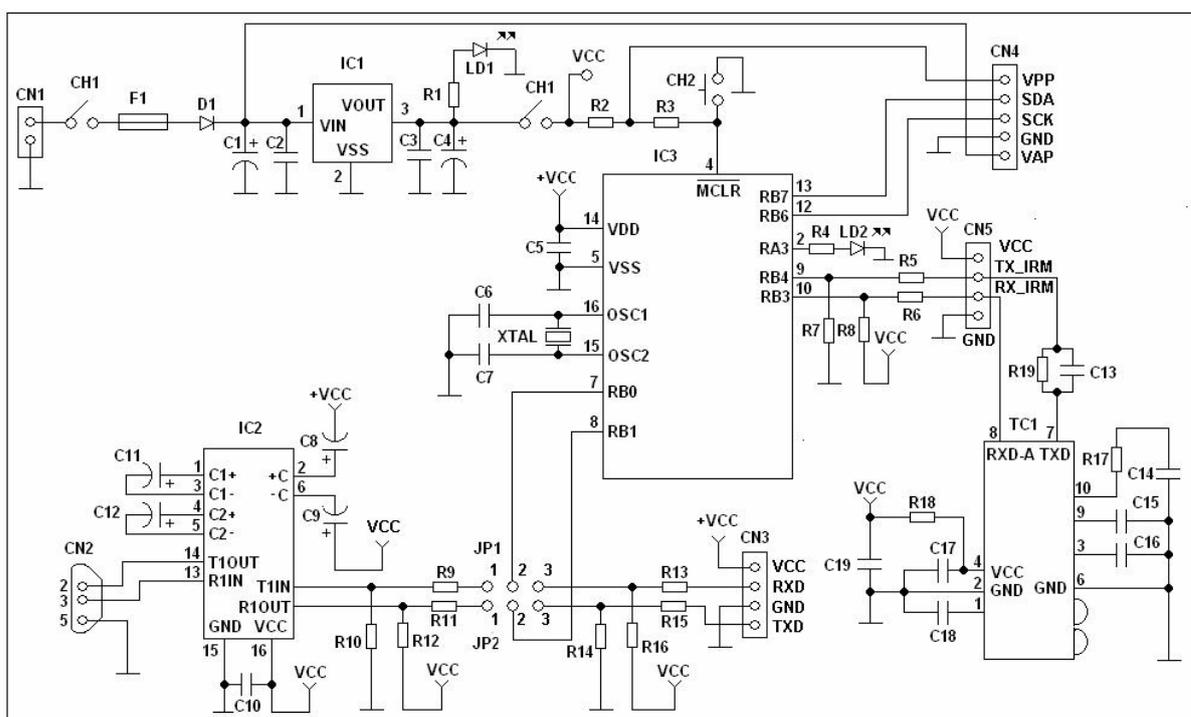


Figura 4.9 – Esquema do circuito elétrico da PCI_IPI_UMI

Relativamente às funções dos conectores desse circuito, informa-se que: CN1 é utilizado para conexão com a fonte externa utilizada para suprimento de energia elétrica do circuito da PCI_IPI_UMI; CN2 é utilizado para conexão dos condutores de dados no padrão EIA 232C (esse conector permite que essa interface IPI também possa ser utilizada pela unidade de concentração de dados UCD); CN3 é utilizado para conexão dos condutores de dados a serem interligados com a placa PCI_UMI_01, que utiliza o padrão EIA 232 com níveis de tensão TTL; CN4 é utilizado para gravação do *software* no microcontrolador (gravação *in-circuit*).

Na Tabela 4.2, são apresentadas as características dos componentes referentes ao circuito da PCI_IPI_UMI, contido na Figura 4.9.

Tabela 4.2 – Características dos componentes referentes à PCI_IPI_UMI

Características dos componentes do circuito da PCI_IPI_UMI		
Designação	Descrição	Observação
R1, R2, R4, R5, R6, R9, R11	Resistor 470 Ω , 1/8 W	
R3	Resistor 10 K Ω , 1/8 W	
R5, R6	Resistor 330 Ω , 1/8 W	
R7, R8, R10, R12, R14, R16	Resistor 47 K Ω , 1/8 W	
R13, R15	Resistor 1 K Ω , 1/8 W	
R17	Resistor 4,7 Ω , 1/8 W	
R18	Resistor 10 Ω , 1/8 W	
R19	Resistor 560 Ω , 1/8 W	
C1	Capacitor eletrolítico 100 μ F, 35V	
C2, C3, C5, C10	Capacitor cerâmico 0,1 μ F, , 100V	
C4	Capacitor eletrolítico 10 μ F, 35V	
C6, C7	Capacitor cerâmico 22pF, 100V	
C8, C9, C11, C12	Capacitor eletrolítico 1 μ F, 35V	
C13	Capacitor cerâmico 220pF, 100V	
C14, C17, C18	Capacitor cerâmico 0,47 μ F, 100V	
C15	Capacitor cerâmico 1000pF, 100V	
C16	Capacitor cerâmico 0,010 μ F, 100V	
C19	Capacitor de tântalo 6,8 μ F, 15V	
D1	Diodo 1N4007	
IC1	Regulador de tensão +5Vcc, LM7805	Fabricante: National
IC2	Módulo transceiver ICL232-CPE	Fabricante: Harris
IC3	Microcontrolador PIC 16F628A	Fabricante: Microchip
TC1	Transceptor Infravermelho HSDL 1100	Fabricante: HP
XTAL	Cristal de Quartzo, 4MHz	
CH1	Chave dois pólos latching standard	
CH2	Microchave tátil, um contato NA	
CN1	Soquete para PCI, 2 polos, macho	
CN2	Conector DB9 Macho	
CN3	Blocos de terminais para PCI	
CN4	Blocos de terminais para PCI	
LD1	Led vermelho	
LD2	Led amarelo	
F1	Fusível 1A	

Finalizando os elementos apresentados nesta subseção, está o bloco de energia da unidade móvel BEM. Para esse bloco utilizaram-se duas baterias de 6 V, ligadas em série, as quais são carregadas de energia elétrica com equipamento externo à unidade móvel de inspeção UMI.

4.1.2.2 Equipamentos da unidade móvel UMI encontrados no mercado nacional

Para o leitor de código de barras LCB, foi utilizado o modelo MagicBAR[®], da marca Barcode Informática (BARCODE, 2008), o qual é aplicável à leitura do padrão Código 39, sendo os respectivos códigos ASCII dos caracteres lidos, enviados por comunicação serial no padrão EIA 232.

Para o transdutor de corrente elétrica TCE, utilizou-se o modelo AC-320, da marca Instrutherm (INSTRUTHERM, 2008). Para as finalidades de medição de corrente elétrica, nos terminais de saída desse equipamento, a relação tensão/corrente é de 1 mV /1 A.

4.1.3 Elementos referentes ao protótipo da Unidade para Concentração de Dados (UCD)

4.1.3.1 Elementos da unidade de concentração UCD elaborados para utilização exclusiva nos ensaios práticos

Em uma placa de circuito impresso, doravante designada por PCI_IPI_UCD, foi montada a interface para o padrão infravermelho IPI, a ser utilizada pela unidade para a concentração de dados UCD. Essa placa tem por função realizar a conversão de sinais EIA 232C para pulsos de luz infravermelha (no padrão descrito na subseção 3.5.2), e vice-versa.

A placa PCI_IPI_UCD é igual à descrita na subseção 4.1.2.1, entretanto, nessa é utilizado o circuito integrado dedicado às conversões EIA 232C/EIA 232

(TTL) e vice-versa; para permitir o acoplamento do tipo de sinal EIA 232C (tensões entre +12V e -12V) com aqueles possíveis de serem utilizados pelo microcontrolador PIC 16F628A (tensões TTL). Esse componente é o transceptor TTL/EIA 232, modelo ICL232-CPE, da marca HARRIS (HARRIS, 1997). Na Figura 4.10 é apresentada imagem da PCI_IPI_UCD, na qual são destacados os seguintes componentes: microcontrolador PIC 16F628A, transceptor Infravermelho HSDL-1100; transceptor TTL/EIA 232, ICL232-CPE.

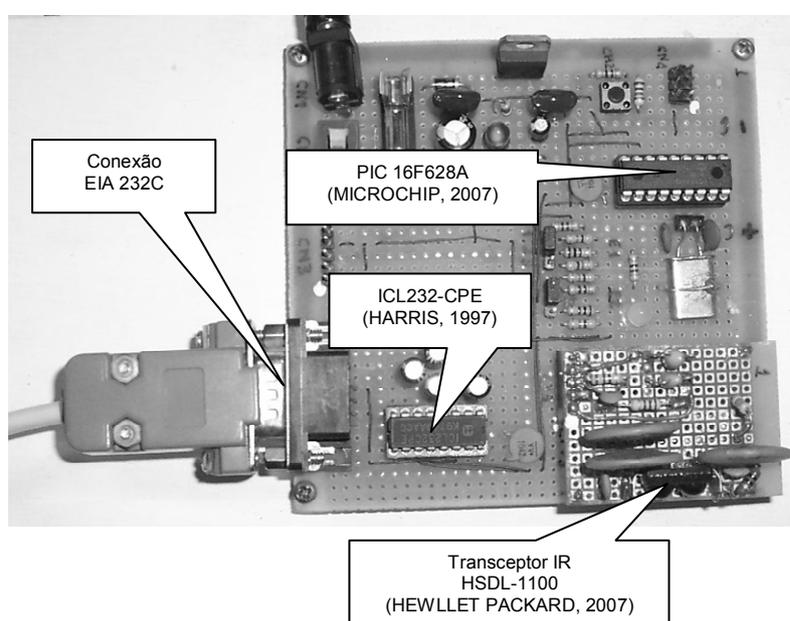


Figura 4.10 – Imagem da placa PCI_IPI_UCD

4.1.3.2 Microcomputador MCD

Para exercer as funções do microcomputador MCD, foi utilizado um Computador Pessoal com as seguintes características: marca Amazon PC (AMAZON PC, 2007); modelo AMZ-L81; processador Intel® Pentium Dual Core, com

freqüência de 1.66 GHz; memória RAM de 2 GB; disco rígido de 40 GB; sistema operacional Windows® XP Home Edition (MICROSOFT, 2008).

Para execução nesse microcomputador, desenvolveu-se um *software* na linguagem Visual Basic, para realizar as funções da unidade para a concentração de dados UCD. Esse *software* implementa os procedimentos de recepção de dados de inspeções, apresentados no fluxograma contido na Figura 3.9, entretanto, limitado ao número máximo de 3 inspeções, por vez. Na Figura 4.11, é apresentada imagem da Interface Homem-Máquina (IHM), proporcionada pelo *software* em questão.

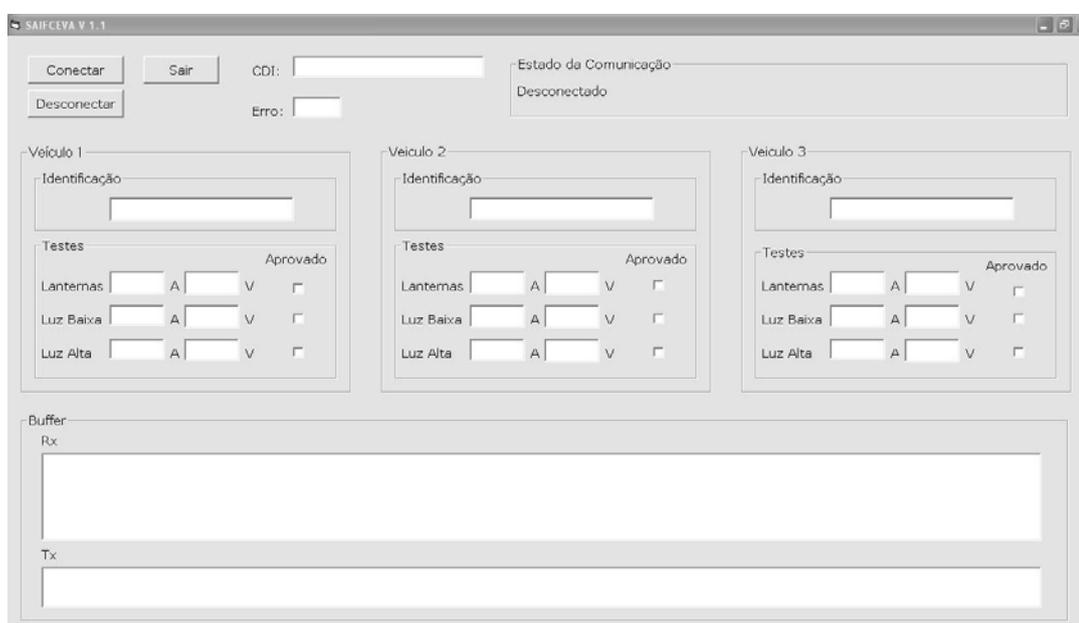


Figura 4.11 – Interface Homem-Máquina do protótipo da UCD

Nessa interface, o estado de aprovação do circuito é indicado pelas respectivas áreas quadradas referentes ao campo “Aprovado”, as quais são preenchidas por uma marca, na cor preta, com a seguinte forma: \surd . No caso de reprovação, essas áreas quadradas permanecem em branco, sem marca. No caso de teste não realizado, essas áreas quadradas são preenchidas com a marca em forma de \surd , porém em cor cinza, sendo que: os campos referentes à corrente permanecem em branco; os campos referentes à tensão expressam o valor lido.

4.2 ENSAIOS PRÁTICOS

4.2.1 Ensaios de comunicação por radiação infravermelha

Esses ensaios têm por finalidade principal proporcionar avaliação sobre os princípios de funcionamento de elementos do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA), com ênfase ao protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR. Para a sua realização utilizaram-se as definições apresentadas na subseção 4.1 (com abrangência às respectivas subseções), sendo de forma complementar informado que:

- Para o tempo T_p (tempo de duração do pulso IR) utilizou-se $11 \mu s$, que corresponde a pouco menos de 50% do tempo T_b ($\cong 22 \mu s$), para a velocidade de 45454 bps.
- Para o tempo entre quadros (nos quais são transportados os octetos), utilizou-se no máximo 2 ms.
- Para o “Procedimento de Leitura da Tensão da Bateria do Veículo”, citado no fluxograma da Figura 4.5 e definido na subseção 2.1.7.1, foram realizadas duas leituras ($N_{BAT} = 2$), separadas por um tempo de 250 ms ($T1_{BAT} = 250$ ms).
- Para o “Procedimento de Avaliação da Tensão da Bateria do Veículo”, citado no fluxograma da Figura 4.5 e definido na subseção 2.1.7.2, foi considerado 12,0 Volts para o valor central de tensão ($VC_{BAT} = 12$ Volts), sendo subtraído e somado a esse valor central 10%

da sua magnitude ($P\%_{BAT} = 10\%$). Assim sendo, os limites inferior e superior de tensão da bateria, para todos os testes, são respectivamente: $V_{BAT} = 10,8 \text{ V}$ e $V_{SBAT} = 13,8 \text{ V}$.

- Para o “Procedimento de Leitura da Corrente do Circuito Sob Teste”, citado no fluxograma da Figura 4.6 e definido na subseção 2.1.7.3, foram realizadas duas leituras ($N_{CKT} = 2$), separadas por um tempo de 250 ms ($T1_{CKT} = 250 \text{ ms}$).
- Para o “Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito Sob Teste”, citado no fluxograma da Figura 4.6 e definido na subseção 2.1.7.4, foram considerados dados de três veículos de marcas distintas produzidos no mercado nacional, para os testes de: Lanternas, Luz Baixa e Luz Alta. Assim sendo, os valores centrais de corrente (I_{CKT}) e os respectivos percentuais dessa magnitude ($P\%_{CKT}$) a serem utilizados para o citado procedimento de avaliação da leitura de corrente, são apresentados na Tabela 4.3, a seguir.
- Foram utilizados três códigos de identificação de veículos, relativos ao campo CIV, sendo esses os seguintes: para o Veículo1, o conteúdo do CIV deverá ser 9B000000180000001; para o Veículo 2, o conteúdo do CIV deverá ser 9B000000280000001; para o Veículo 3, o conteúdo do CIV deverá ser 9B000000380000001. Na Figura 4.12, a seguir, é apresentada imagem dos códigos de barras referentes às etiquetas de identificação de veículo, relativas aos citados códigos de identificação de veículos, sendo essas no padrão do Código 39.
- As placas PCI_IPI_UMI (interface IPI da UMI) e PCI_IPI_UCD (interface IPI da UCD), tiveram seus transceptores IR apontados

diretamente um para o outro, na direção da mesma linha de centro que passa por ambos os transceptores, de forma a permitir variar a distância entre uma e outra, mantendo-se a mesma direção.

- No que tange aos elementos do protótipo da unidade móvel UMI, que realizam a medição de tensão (da bateria do veículo) e corrente (do circuito do veículo), esses foram ajustados para atender às necessidades deste trabalho, sendo para tanto utilizado: um osciloscópio marca Kikusui, modelo COR5501U (KIKUSUI, 2008); um multímetro marca Minipa, modelo ET-1110 DMM (MINIPA, 2008); um alicate amperímetro, marca Minipa, modelo ET-3388 (MINIPA, 2008); um veículo cujos circuitos são adequados ao ajuste em questão.

Na Tabela 4.3, são apresentados os valores centrais de corrente (I_{CKT}) e os respectivos percentuais dessa magnitude ($P\%_{CKT}$), a serem utilizados no “Procedimento de Avaliação da Leitura de Corrente do Circuito Sob Teste”, citado no fluxograma da Figura 4.6 e definido na subseção 2.1.7.4, referentes aos três veículos a serem utilizados nos ensaios práticos abordados nesta subseção.

Tabela 4.3 – Definição de parâmetros referentes ao procedimento de avaliação de corrente

Veículo	Circuito sob inspeção	Valor central I_{CKT} (A)	Porcentagem $P\%_{CKT}$ (%)	Limite Inferior I_{LCKT} (A)	Limite Superior I_{SCKT} (A)
Veículo1	Lanternas	2,5	8,00	2,3	2,7
	Luz Baixa	11,7	10,26	10,5	12,9
	Luz Alta	20,9	10,05	18,8	23,0
Veículo2	Lanternas	2,5	8,00	2,3	2,7
	Luz Baixa	11,7	10,26	10,5	12,9
	Luz Alta	20,9	10,05	18,8	23,0
Veículo3	Lanternas	2,5	8,00	2,3	2,7
	Luz Baixa	11,7	10,26	10,5	12,9
	Luz Alta	12,5	9,60	11,3	13,7

Na Figura 4.12, é apresentada uma imagem dos códigos de barras, no padrão do Código 39, referentes às etiquetas de identificação de veículo associadas aos três veículos a serem utilizados nos ensaios práticos abordados nesta subseção.

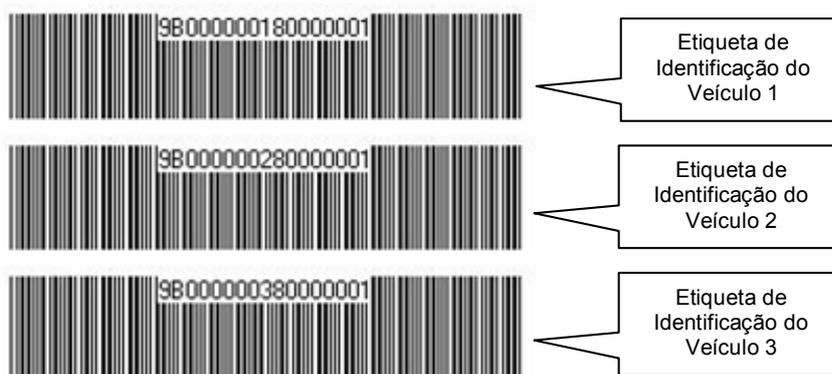


Figura 4.12 – Códigos de barras referentes aos CIV para ensaios práticos

Esses ensaios de comunicação por radiação infravermelha consistiram na realização de inspeções dos circuitos dos faróis de três veículos distintos (cujos dados dos circuitos estão na Tabela 4.3) e respectivas transmissões de dados (entre os protótipos da unidade móvel UMI e da unidade de concentração UCD), sendo variadas as condições de iluminação ambiente de forma que em cada condição de iluminação seja:

- Determinada e registrada a máxima distância de operação permitida pela comunicação por radiação infravermelha (IR), realizada pelos protótipos da UMI e da UCD. Essa distância deverá ser retilínea, mantendo-se a direção da linha de centro que passa por ambos os transceptores IR pertencentes aos protótipos das interfaces IPI (PCI_IPI_UMI e PCI_UMI_UCD), os quais deverão estar apontados diretamente um para o outro (visada direta).

- Observado e registrado o comportamento ocorrido nas comunicações com relação as seguintes situações: “Situação 1”, comunicação bem sucedida, porém sem a ocorrência de erros durante as transmissões/recepções das Filas de Dados (FD); “Situação 2”, comunicação bem sucedida, porém com a ocorrência de erros (corrigidos por meio do reenvio de FD, de acordo com os procedimentos definidos no protocolo PCR) durante as transmissões/recepções das FD; “Situação 3”, comunicação sem êxito, ou seja, comunicações que não são concluídas integralmente.

As inspeções em questão foram realizadas no mesmo ambiente, porém variando-se as condições de iluminação, sob a seguinte classificação: “Luz Incandescente”, iluminação com duas lâmpadas incandescentes de 100 W; “Luz Fluorescente”, iluminação com quatro lâmpadas fluorescentes de 20 W; “Luz Solar Indireta”, iluminação com luz solar indireta.

Foram obtidos, por meio desses ensaios, para cada classe de condição de iluminação (“Luz Incandescente”, “Luz Fluorescente” e “Luz Solar Indireta”), os valores limites de distância para a comunicação IR entre os protótipos das interfaces IPI (PCI_IPI_UMI e PCI_UMI_UCD), sendo o registro desses valores de limites apresentado na Tabela 4.4. Nessa tabela, também estão registradas as situações com relação ao comportamento das comunicações (“Situação 1”, “Situação 2” e “Situação 3”, descritas anteriormente), associadas aos citados valores de limites de distância para a comunicação IR.

Tabela 4.4 – Limites de distância para a comunicação IR entre protótipos das interfaces IPI

Classe das Condições de Iluminação Ambiente	Limite de Distância da Comunicação IR	
	Comunicações referentes à Situação 1	Comunicações referentes à Situação 2
Luz Incandescente	3,31 ± 0,04 m	3,45 ± 0,05 m
Luz Fluorescente	3,02 ± 0,05 m	3,16 ± 0,07 m
Luz Solar Indireta	2,98 ± 0,03 m	3,07 ± 0,04 m

Em cada classe de iluminação de ambiente, para distâncias maiores que as máximas informadas na coluna “Comunicações referentes à Situação 2”, todas as comunicações foram sem êxito, ou seja, ocorreu o comportamento referente à “Situação 3”.

Na Figura 4.13, é apresentada imagem da IHM do protótipo da unidade de concentração UCD, na qual podem ser observados os resultados de três inspeções e suas respectivas Filas de Dados (FD), para o caso do comportamento das comunicações referentes à “Situação 2”, na qual a comunicação é bem sucedida, porém com a ocorrência de erros (corrigidos por meio do reenvio de FD, de acordo com os procedimentos definidos no protocolo PCR), durante as transmissões/recepções de FD.

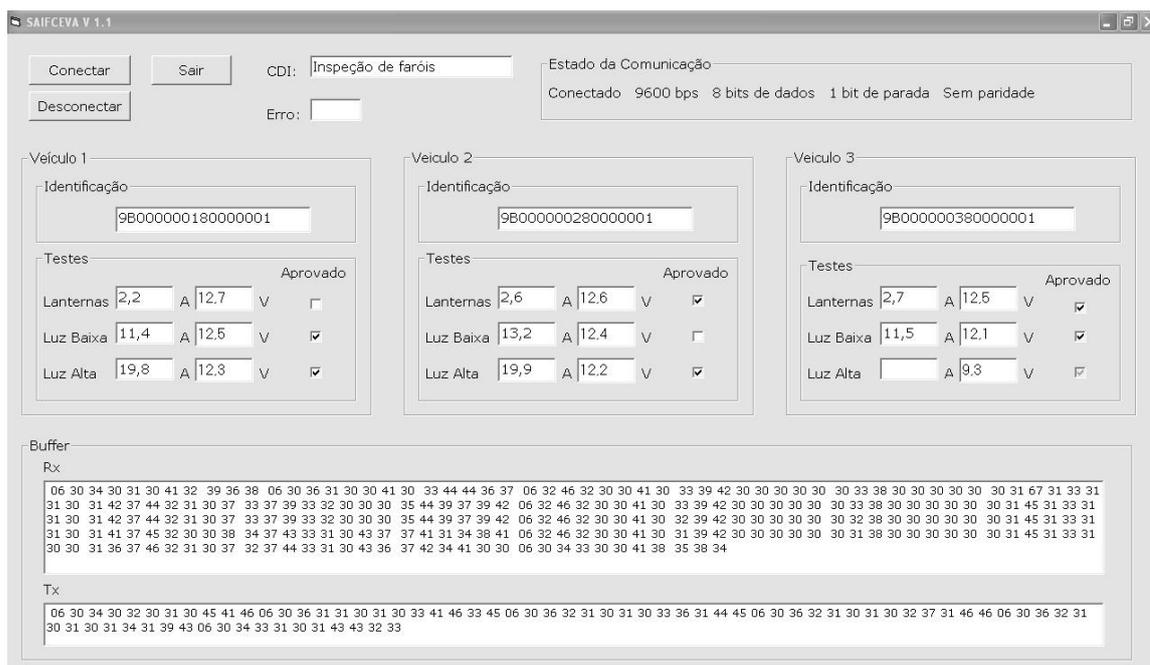


Figura 4.13 – Imagem da IHM do protótipo da UCD para comunicação bem sucedida

Na Figura 4.14, é apresentada uma imagem da IHM do protótipo da unidade para a concentração de dados UCD, na qual ocorreu o comportamento referente à comunicação sem êxito (“Situação 3”, comunicações que não são concluídas integralmente).

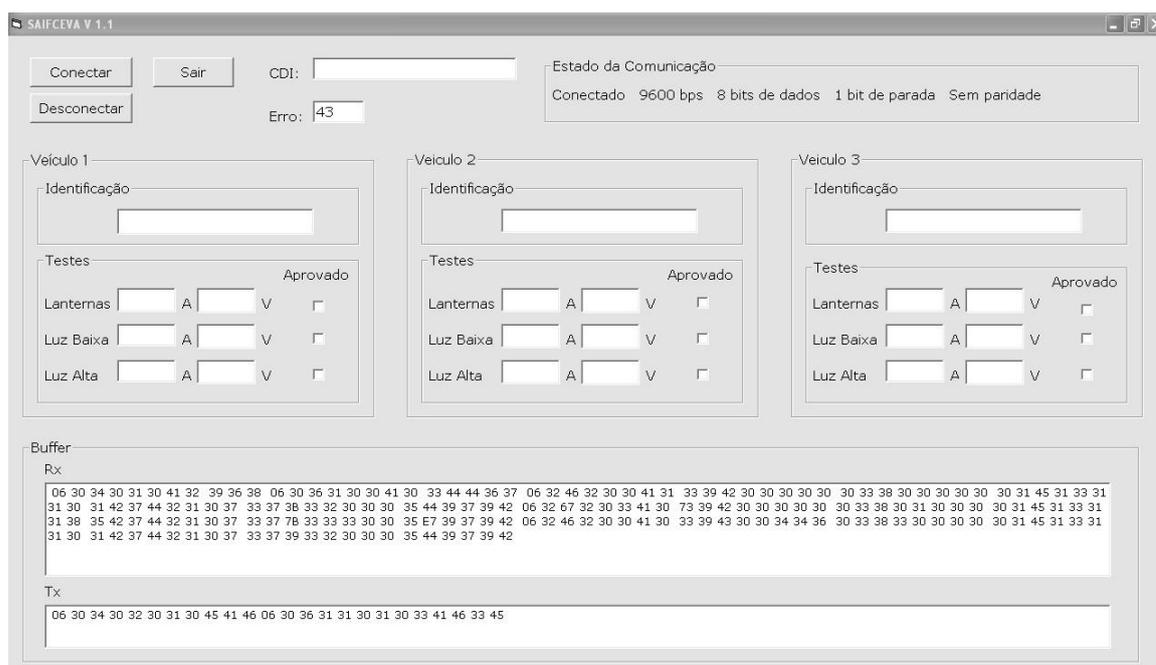


Figura 4.14 – Imagem da IHM do protótipo da UCD com comunicação sem êxito

Nesses ensaios constatou-se que os protótipos dos elementos do SAIFCEVA funcionavam corretamente, executando suas funções conforme previsto no projeto conceitual, tendo apresentado resultado satisfatório, não sendo observados problemas no sistema como um todo. Nesse contexto, o protótipo da unidade móvel de inspeção UMI permitiu realizar inspeções em circuitos elétricos, sendo efetuada a respectiva transmissão de dados para o protótipo da unidade de concentração de dados UCD, utilizando-se os procedimentos do protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR, que atendeu às finalidades para as quais foi concebido.

4.2.2 Ensaios de inspeção de circuitos elétricos de veículo automotor

Esses ensaios têm por finalidade principal proporcionar avaliação sobre os princípios de funcionamento dos elementos do Sistema de Auxílio à Inspeção de Funcionamento de Circuitos Elétricos de Veículo Automotor (SAIFCEVA), aplicados na inspeção dos circuitos elétricos referentes aos faróis (Lanternas, Luz baixa e Luz alta), de três veículos automotores de marcas distintas, produzidos no mercado nacional. Para a sua realização utilizaram-se as definições apresentadas na subseção 4.2.1, sendo também utilizados os mesmos veículos citados naquela subseção (Veículo 1, Veículo 2 e Veículo 3), na condição de iluminação de ambiente com “Luz Solar Indireta”.

Os ensaios consistiram em utilizar o protótipo da unidade móvel de inspeção UMI, para a realização de inspeções em circuitos elétricos das Lanternas, Luz Baixa e Luz Alta, dos três veículos, sendo os respectivos dados enviados para o protótipo

da unidade de concentração de dados UCD. Nesses ensaios foi verificado se os protótipos dos elementos do SAIFCEVA funcionaram corretamente, e, se o protocolo de comunicação por radiação infravermelha PCR, atendeu às suas finalidades.

4.2.2.1 Ensaios sem a simulação de não-conformidade nos circuitos inspecionados

Para esses ensaios, utilizou-se o Veículo 1, cujas condições dos circuitos elétricos referentes à inspeção de faróis (Lanternas, Luz Baixa e Luza Alta) permitiam: atender os respectivos intervalos de corrente apresentados na Tabela 4.3; atender o intervalo de tensão apresentado na subseção 3.2.1, ou seja, valores de tensão entre: 10,8 V ($V_{I_{BAT}}$) e 13,8 V ($V_{S_{BAT}}$), inclusive.

Sobre o citado veículo foram realizados os testes dos circuitos referentes aos faróis, utilizando-se o protótipo da unidade móvel UMI, para a realização da respectiva inspeção. Paralelamente à operação do protótipo da UMI, utilizou-se um alicate amperímetro, marca Minipa, modelo ET-3388 (MINIPA, 2008) e um multímetro, marca Minipa, modelo ET-1110 DMM (MINIPA, 2008), para observação e registro dos respectivos valores de corrente e tensão medidos por esses equipamentos, em cada circuito testado na inspeção.

Após a realização dessa inspeção, os respectivos dados foram transmitidos para o protótipo da unidade de concentração UCD, sendo esses apresentados na IHM dessa unidade. Utilizando-se as informações dispostas nessa IHM, compararam-se os valores de corrente e tensão medidos pela unidade móvel UMI com aqueles observados no alicate amperímetro e no multímetro, tendo por resultado os dados apresentados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Dados dos ensaios sem a simulação de não-conformidade

Circuito	Corrente medida pela UMI (A)	Corrente medida pelo Alicate Amperímetro (A)	Tensão medida pela UMI (V)	Tensão medida pelo Multímetro (V)
Lanternas	2,6	2,6	12,7	12,7
Luz baixa	11,3	11,2	12,5	12,5
Luz Alta	19,9	19,8	12,3	12,4

Na Figura 4.15, é apresentada a imagem referente à realização desses ensaios, na qual podem ser observados os elementos utilizados na inspeção.



Figura 4.15 – Ensaio sem a simulação de não-conformidade

Na Figura 4.16, é apresentada a imagem da IHM do protótipo da UCD, na qual podem ser observados os resultados das inspeções e as respectivas FD, utilizadas para o envio dos dados relativos à inspeção realizada nesses ensaios.

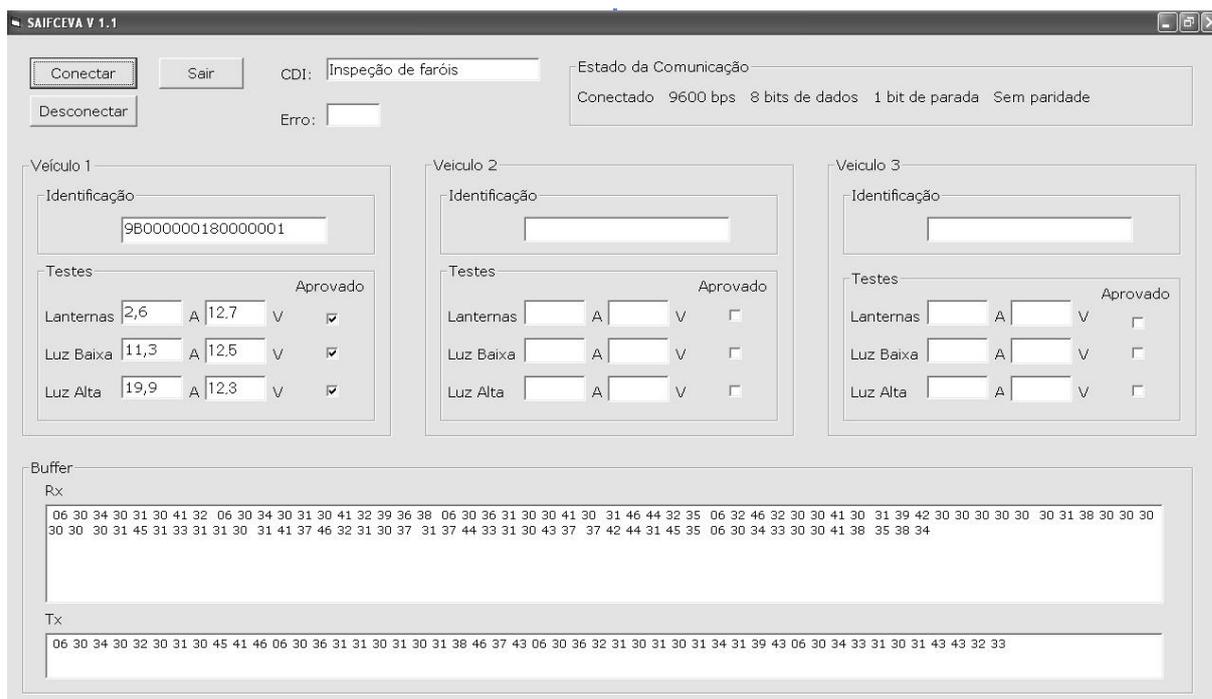


Figura 4.16 – Imagem da IHM referente aos ensaios sem a simulação de não-conformidade

Nesses ensaios constatou-se que os protótipos dos elementos do SAIFCEVA funcionavam corretamente, executando suas funções conforme previsto no projeto conceitual, tendo apresentado resultado satisfatório, não sendo observados problemas no sistema como um todo. A diferença entre os valores medidos pelo protótipo da UMI e aqueles realizados pelo alicate amperímetro e o multímetro, não invalidam a inspeção, haja vista que estão dentro dos intervalos de tensão e corrente previstos para os circuitos em questão. De forma complementar, informa-se que a definição dos intervalos de tensão e corrente a serem utilizados para as inspeções, deve considerar a precisão e a exatidão dos equipamentos envolvidos nessas medições, de maneira a permitir o correto funcionamento do sistema SAIFCEVA para atender às necessidades de verificação de conformidades dos circuitos, exigidas pelas empresas produtoras.

Nesse contexto desses ensaios, o protótipo da UMI permitiu realizar as inspeções dos circuitos elétricos referentes aos faróis, sendo efetuada a respectiva

transmissão de dados para o protótipo da UCD, utilizando-se os procedimentos do protocolo PCR, que atendeu às finalidades para as quais foi concebido.

4.2.2.2 Ensaios com a simulação de não-conformidade nos circuitos inspecionados

Para esses ensaios utilizaram-se os três veículos (Veículo 1, Veículo 2 e Veículo 3), cujas condições dos circuitos elétricos referentes à inspeção de faróis (Lanternas, Luz Baixa e Luza Alta) permitiam: atender aos respectivos intervalos de corrente apresentados na Tabela 4.3; atender ao intervalo de tensão apresentado na subseção 3.2.1, ou seja, valores de tensão entre: 10,8 V ($V_{I_{BAT}}$) e 13,8 V ($V_{S_{BAT}}$), inclusive. Entretanto, foram realizadas simulações de não-conformidades nos testes dos circuitos desses veículos, sendo essas as seguintes:

- No Veículo 1 foi removida uma lâmpada da lanterna traseira, para diminuir a corrente elétrica desse circuito (valor inferior ao respectivo mínimo definido na Tabela 4.3) e causar reprovação no teste de lanternas.
- No Veículo 2, para simular aumento na corrente elétrica referente ao teste da luz baixa e causar reprovação desse circuito (valor superior ao respectivo máximo definido na Tabela 4.3), acionou-se simultaneamente os circuitos da luz baixa e da luz de freios.
- No Veículo 3, os testes referentes às lanternas e a luz baixa foram realizados normalmente, sem quaisquer interferências nos respectivos circuitos. Entretanto, antes de realizar o teste de luz alta, as garras de tensão GDT foram desconectadas da bateria e conectadas a uma fonte

de tensão de 9,3 V, para causar reprovação devido à baixa tensão da bateria (valor inferior a limite inferior, V_{BAT} , que é 10,8 V), definindo o teste do circuito da luz alta como não realizado.

Após as realizações das inspeções de faróis nos três veículos, utilizando-se o protótipo da unidade móvel UMI, os respectivos dados foram enviados para o protótipo da unidade de concentração UCD. Na Figura 4.17, é apresentada uma imagem da IHM da unidade de concentração UCD, após o recebimento dos dados em questão. Nessa imagem observa-se que há compatibilidade com os testes realizados nas inspeções, sendo retratadas as situações ocorridas nos ensaios.



Figura 4.17 – Imagem da IHM referente aos ensaios com a simulação de não-conformidades

Nesses ensaios constatou-se que os protótipos dos elementos do SAIFCEVA funcionavam corretamente, executando suas funções conforme previsto no projeto conceitual, tendo apresentado resultado satisfatório, não sendo observados problemas no sistema como um todo. Nesse contexto, o protótipo da UMI permitiu

realizar as inspeções dos circuitos elétricos referentes aos faróis, detectando as não-conformidades ocorridas, sendo efetuada a respectiva transmissão de dados para o protótipo da UCD, utilizando-se os procedimentos do protocolo PCR, que atendeu as finalidades para as quais foi concebido.

5 CONCLUSÕES

A abordagem realizada neste trabalho tratou de elementos de um projeto conceitual de sistema de auxílio à inspeção de funcionamento de circuitos elétricos de veículos automotores, cujo modelo de aplicação propõe a utilização de unidades portáteis destinadas à realização das inspeções, sendo a radiação infravermelha utilizada para comunicação sem fios, na transferência automática de dados das inspeções.

Os resultados obtidos nos ensaios práticos efetuados com os protótipos dos elementos do sistema abordado foram satisfatórios, permitindo: realizar a inspeção de circuitos elétricos em veículos produzidos no mercado nacional, utilizando uma unidade portátil de inspeção; realizar a transmissão automática de dados das inspeções utilizando a comunicação por radiação infravermelha; observar a aprovação de circuitos que atenderam à conformidade prevista para o respectivo teste; observar a reprovação de circuitos que não atenderam à conformidade prevista para o respectivo teste.

Esses ensaios validaram os princípios de funcionamento dos elementos do sistema abordado, ratificando os conceitos propostos, principalmente no que se refere: à aplicação da comunicação por radiação infravermelha; ao modelo de aplicação do sistema abordado, que utiliza unidades móveis para a realização das inspeções em questão; ao conceito de integração de sistemas.

Os objetivos propostos foram atingidos, sendo no conteúdo do trabalho apresentados os resultados de pesquisas voltadas para o propósito de contribuir para a evolução da tecnologia empregada em sistema de auxílio à inspeção de funcionamento de circuitos elétricos de veículos automotores.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se a realização de pesquisa que contribua para o desenvolvimento de produtos a serem dispostos no mercado, para atender às necessidades de utilização do tipo de sistema abordado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6066 - Veículos Rodoviários – Número de identificação de Veículos (VIN)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

AGHAZARM, B.; JUNIOR, J. A. M. **Transmissão de Dados em Sistemas de Computação**. São Paulo: Érica, 1988.

ALVES, W. P. **Palm OS e Windows CE: desenvolvimento de aplicações**. São Paulo: Érica, 2002.

AMAZON PC, Amazon PC. **Homepage**. Disponível em:<<http://www.amazonpc.com.br>>. Acesso em: 15/07/2007.

ATOS. **Expert série Guia rápido de Configuração e Instalação**. São Paulo: Atos Automação Industrial Ltda., 2004.

B&B ELECTRONICS, Mfg. Co. Inc. **RS-422 and RS-485 Application Note**. Ottawa: 1997.

BARCODE, Barcode Informática LTDA. **Homepage - magicBAR Scanner CCD para código de barras**. Disponível em:<[http:// www.barcodenet.com.br](http://www.barcodenet.com.br)>. Acesso em: 03/04/2008.

BIZARRIA, J.W.P. **Leitura Automatizada de Medidores de Consumo de Energia Elétrica Eletromecânicos**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DA SILVA, V. L. P. **Aplicações práticas do código de barras**. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1989.

DE SOUSA, L. B. **Redes de Computadores: Dados, Voz e Imagem**. 2. ed. São Paulo: Editora Érica Ltda., 1999.

DE SOUZA, D. J.; LAVINIA, N. L. **Conectando o PIC - Recursos Avançados**. São Paulo: Editora Érica, 2003.

DE SOUZA, M. B. **Proposta de Arquitetura para Avaliar Rede Elétrica de Veículo Automotor**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté.

ELIPSE. **ELIPSE - Home Page**. Disponível em: <[http:// www.elipse.com.br/](http://www.elipse.com.br/)>. Acesso em: 03/11/2007.

FREEMAN, R. L. **Telecommunications Transmission Handbook**. 4th. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

HARRIS, HARRIS Semiconductors. **ICL232 - Data Sheet**. U.S.A.: HARRIS Corporation, 1997.

HEWLETT PACKARD, HEWLETT PACKARD®. **Homepage**. Disponível em <<http://www.hp.com>>. Acesso em 02/02/2007.

HILSCHER, **Hilscher- Homepage**. Disponível em: <<http://www.hilscher.com>>. Acesso em: 08/03/2007.

INSTRUTHERM, Instrutherm. **Homepage**. Disponível em: <[http:// www.Instrutherm.com](http://www.Instrutherm.com) >. Acesso em: 20/04/2008.

IrDA, **Infrared Data Association**. Disponível em: <<http://www.irda.org>>. Acesso em 05/02/2007.

KIKUSUI, Kikusui. **Homepage**. Disponível em: <<http://www.kikusui.co.jp>>. Acesso em: 20/02/2008.

LABTOOLS, Mosaico Didatic Division. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.labtools.com.br>>. Acesso em: 18/04/2007.

MICROCHIP, MICROCHIP TECHNOLOGY INC. **Homepage**. Disponível em <<http://www.microchip.com>>. Acesso em 08/03/2007.

MICROSOFT, **Microsoft® - Homepage**. Disponível em: < <http://www.microsoft.com/brasil/windows>>. Acesso em: 10/03/2008.

MINIPA. CA-600 **Garra de Corrente AC/DC Manual de Instruções**. São Paulo: Minipa Indústria e Comércio Ltda., 1998.

MINIPA, Minipa. **Homepage**. Disponível em: <[http:// www.minipa.com.br](http://www.minipa.com.br) >. Acesso em: 17/04/2008.

NATIONAL, Semiconductor Corporation. **Interface Databook**. U. S. A., 1986.

SIQUEIRA, G. P. **Sistemas de Controle e Automação - Disciplina E902 Eletrônica Industrial II**. Santa Rita do Sapucaí: Instituto Nacional de Telecomunicações INATEL, 2003.

TITTEL, E. **Teoria e Problemas de Rede de Computadores**. Coleção Schaum. Porto Alegre: Bookmam, 2003.

THOMAZINI, D; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores Industriais - Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Editora Érica, 2005.

TORRES, G. **Redes de Computadores Curso Completo**. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil Editora, 2001.

VISHAY, **Vishay Semiconductors**. Disponível em <<http://www.vishay.com>>. Acesso em 08/04/2007.

WILLIAMS, D. H. **PDA Robotics Using Your Personal Digital Assistant to Control Your Robot**. New York: McGraw-Hill, 2003.

ZANCO, W. S. **Microcontroladores: PIC 16F628A/16F648A - Uma Abordagem Prática e Objetiva**. São Paulo: Editora Érica, 2005.