

CENTRO PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
FATEC SANTO ANDRÉ

Tecnologia em Eletrônica Automotiva

EDUARDO LUCIANO DE ALMEIDA  
FELIPE FREITAS DE FARIA

SCANNER OBD-II EM PLATAFORMA  
*LabVIEW*®

Santo André – São Paulo

2013

CENTRO PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
FATEC SANTO ANDRÉ

Tecnologia em Eletrônica Automotiva

EDUARDO LUCIANO DE ALMEIDA

FELIPE FREITAS DE FARIA

SCANNER OBD-II EM PLATAFORMA  
*LabVIEW*®

*Monografia apresentada ao Curso de  
Tecnologia em Eletrônica Automotiva  
da FATEC Santo André, como requisito  
parcial para conclusão do curso em  
Tecnologia em Eletrônica Automotiva.*

*Orientador: Prof. Orlando Salvo Júnior*

*Co-Orientador: Prof. Msc. Edson Kitani*

Santo André – São Paulo

2013

ALMEIDA, Eduardo Luciano de

FARIA, Felipe Freitas de

SCANNER OBDII EM PLATAFORMA *LabVIEW*®

Nº de folhas: 137

Graduação de Tecnologia em Eletrônica Automotiva (3º grau) –  
FATEC Santo André, 2013.

Palavras chaves: Scanner, OBD, Protocolos, *LabVIEW*®.

I. Título: SCANNER OBD-2 EM PLATAFORMA *LabVIEW*®

### LISTA DE PRESENÇA

SANTO ANDRÉ, 15 DE JUNHO DE 2013.

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO  
DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA "Scanner OBD II em  
Plataforma Lab VIEW" DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. ORLANDO DE SALVO JUNIOR



MEMBROS:

PROF. MSC EDSON CAORU KITANI



ENGº SR. PAULO HENRIQUE RODRIGUES CORREA

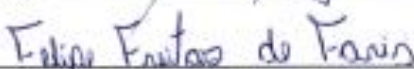


ALUNO:

EDUARDO LUCIANO DE ALMEIDA



FELIPE FREITAS DE FARIA



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais:

Roberto Carlos Figueira de Faria e Edna Maria Freitas de Faria  
que são a base e o alicerce do meu desenvolvimento.

*Felipe Freitas*

Dedico este trabalho a minha família, minha esposa, meus filhos  
e aos meus amigos que acreditaram na conquista  
pessoal ao concretizar este trabalho.

*Eduardo Luciano*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer:

A todos os funcionários dessa instituição de ensino, que iniciaram em 2007 com seriedade e dedicação os trabalhos da FATEC Santo André e hoje continuam contribuindo para manter a qualidade no ensino e um espaço bem estruturado.

Ao corpo docente pelo comprometimento e empenho em transmitir vosso conhecimento, em especial aos Professores: Alexsander Tressino, Carlos A. Morioka, Reginaldo C. Farias, Marco Fróes, Armando Laganá, Dirceu Fernandes, Wagner Massarope, Cleber William, por auxiliarem também em nosso crescimento profissional e pessoal.

Aos nossos orientadores Orlando Salvo Junior e Edson Kitani, que acreditaram nesse projeto e contribuíram muito para a realização do mesmo.

Aos ex-colegas de classe e hoje amigos por compartilharem de todos os momentos bons e ruins durante esse árduo e longo processo de graduação.

Enfim, a todos que mesmo indiretamente contribuíram para o sucesso do mesmo... Nossos sinceros agradecimentos!

*Porque, assim como os céus são mais alto do  
que a terra, assim são os meus caminhos mais  
altos do que os vossos caminhos, e os meus pensamentos  
mais altos do que os vossos pensamentos.”*

*Isaías: 55 - 9.*

*“Você não sabe  
O quanto eu caminhei  
Pra chegar até aqui...”.*

*(A ESTRADA – Cidade Negra).*

## RESUMO

O *scanner* automotivo em comunicação com a unidade de gerenciamento do veículo envolve conceitos que não são explorados e nem compreendidos por todos os reparadores automotivos. Os sistemas de diagnóstico embarcado foram projetados para permitir a *interface* homem máquina, visando o monitoramento dos sistemas que controlam as emissões para manter o nível de poluentes dos veículos automotores dentro de padrões estabelecidos pela legislação. Almejando auxiliar e capacitar os profissionais e estudantes do ramo automotivo, de modo a obter um melhor entendimento dos conceitos primordiais da diagnose veicular e formar mão de obra mais qualificada para atuar no mercado de trabalho, serão apresentados os principais conceitos da diagnose, como as normas OBD (*On-Board Diagnostics*) que tiveram início em 1988 com a CARB (*California Air Resources Board*) na Califórnia – EUA e em 1996 sofreram melhorias. Tais normas hoje fazem parte das legislações relacionadas a emissões de poluentes que estão inseridas no *software* de funcionamento das centrais eletrônicas do motor. Também houve a padronização de alguns protocolos de comunicação: ISO9141-2; J1850; ISO14230; ISO15765, visando estabelecer a comunicação do equipamento de diagnóstico com a ECU. Por fim, foi realizado o desenvolvimento de um *scanner* automotivo OBD (ELM327) capaz de trocar informações com unidades de gerenciamento OBD através de uma *interface* gráfica em plataforma *LabVIEW*® e um computador PC (*personal computer*), *notebook* ou *tablet*.

**Palavras chaves:** *scanner* - emissões – OBD - protocolos de comunicação - *LabVIEW*®.



## ABSTRACT

The automotive scanner in communication with the management of the vehicle involves concepts that are not explored nor understood by all automotive repairers. The Onboard Diagnostic Systems are designed to allow the machine interface with humans, monitoring the systems that control emissions to maintain the level of pollutants from motor vehicles within the standards established by the legislation. Craving assist, empower professionals and students of the automotive industry in order to gain a better understanding of the main concepts of vehicular diagnosis and more skilled manpower to work in the labor market, it will present the key concepts of diagnosis, such as OBD (On Board Diagnostics) rules that had begun in 1988 with the CARB (California Air Resources Board) California - USA in 1996 and have been improved. These standards are now part of the laws relating to emissions of pollutants that are embedded in the software running the central electronic motor. There was also some standardization of communication protocols: ISO9141-2, J1850, ISO14230, ISO15765, to establish communication between diagnostic equipment with the ECU. In conclusion, we carried out the development of an automotive OBD scanner (ELM327) able to exchange information with OBD management units through a graphical interface on *LabVIEW®* platform and a computer.

**Keywords:** *tool diagnostic - emissions - communication protocols – management - LabVIEW®.*

.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Histórico do sistema OBD. Adaptado de (PEREIRA,2012) .....	21
Figura 2: Simbologia Lâmpada MIL (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).....	23
Figura 3: Controle de Emissões OBDI (Adaptado de MANAVELLA, 2009).....	24
Figura 4: Controle de emissões OBDII. (Adaptado de MANAVELLA, 2009) ....	28
Figura 5: Sistema de injeção de ar secundário (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009). ....	31
Figura 6: Localização da tomada de diagnóstico, interior do veículo. (Extraído de Manual de utilização do PC SCAN 2010).....	34
Figura 7: Localização da tomada de diagnóstico, exterior do veículo. (Extraído de Manual de utilização do PC SCAN 2010).....	35
Figura 8: Conector OBD2. (Extraído de ISO 15031-3:2006). ....	35
Figura 9: Formato do código DTC através de 2 bytes. (Extraído de ISO 15031-5:2006). ....	38
Figura 10: DTC com 3 bytes (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).....	38
Figura 11: Comunicação – Scanner Off Board. (Extraído de BASTOS, 2012). ....	39
Figura 12: Leitura de avarias. Códigos DTC conforme ISO 15031-5: 2006. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).....	41
Figura 13: Ativar comando para teste com atuadores do motor. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica). ....	42
Figura 14: PIDs de Informações de funcionamento do motor, disponíveis nos serviços da diagnose. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica). ....	43
Figura 15: Informações de identificação da unidade de controle IAW-4GV. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).....	48
Figura 16: Arquitetura de protocolos / camadas de aplicação. (Extraído de BELO, 2003).....	50
Figura 17: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo J1850PWM. (Extraído de BASTOS, 2012). ....	53

Figura 18: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo J1850VPW. (Extraído de BASTOS, 2012). .....	53
Figura 19: Barramento de diag. ISO 9141-2. (Extraído de CERQUEIRA, 2009). .....	56
Figura 20: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo ISO14230. (Extraído de BASTOS, 2012). .....	56
Figura 21: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo ISO15765. (Extraído de BASTOS, 2012). .....	58
Figura 22: Diagrama de Blocos – ELM327. (Extraído de Datasheet ELM 327). .....	59
Figura 23: LabVIEW– Aquisição, análise e apresentação de dados. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012). .....	62
Figura 24: Diagrama de Blocos – LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012). .....	63
Figura 25: Painel Frontal - LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012). .....	63
Figura 26: Aplicações do LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012). .....	64
Figura 27: Imagem do Scanner ELM 327 V1.5ª, utilizado neste projeto.(Adaptado de <a href="http://www.eobd2.com">http://www.eobd2.com</a> ).....	66
Figura 28:Resposta comando 0100 .....	67
Figura 29: Descrição da resposta ao PID 00. (Fonte: Os autores).....	68
Figura 30: Respostas ao comando 0101.....	69
Figura 31: Tratamento dos dados – Quantidade de DTCs. (Fonte: Os autores) .....	72
Figura 32: Resposta ao Comando 0104.....	72
Figura 33: Tratamento dos dados – Carga do Motor. (Fonte: Os autores) .....	73
Figura 34: Respostas ao comando 0105.....	74
Figura 35: Tratamento dos dados – Temperatura do Motor. (Fonte: Os autores) .....	75
Figura 36: Resposta ao comando 0106 .....	76

Figura 37: Tratamento dos dados – Ajuste de mistura a curto prazo (%) do sensor de Oxigênio B1S1.....	77
Figura 38: Resposta ao comando 0107 .....	78
Figura 39: Tratamento dos dados – Ajuste de Mistura a longo prazo (%) do sensor de Oxigênio B1S2.....	79
Figura 40: Resposta ao comando 010b .....	79
Figura 41: Tratamento dos dados – Sensor MAP. (Fonte: Os autores) .....	81
Figura 42: Resposta comando 010c.....	81
Figura 43: Tratamento dos dados – Rotação do Motor. (Fonte: Os autores) ...	83
Figura 44: Resposta comando 010d .....	83
Figura 45: Tratamento dos dados – Velocidade. (Fonte: Os autores) .....	85
Figura 46: Resposta comando 010e .....	85
Figura 47: Tratamento do avanço de Ignição. (Fonte: Os autores) .....	87
Figura 48: Resposta comando 010f .....	87
Figura 49: Tratamento dos dados – Temperatura do Ar. (Fonte: Os autores)...	89
Figura 50: Resposta comando 0111 .....	89
Figura 51: Tratamento dos dados – TPS. (Fonte: Os autores).....	90
Figura 52: Resposta comando 0114.....	91
Figura 53: Tratamento dos dados – Tensão do sensor de Oxigênio B1S1 (Fonte: Os autores) .....	93
Figura 54: Resposta comando 0115.....	93
Figura 55: Tratamento dos dados – Tensão do sensor de Oxigênio B1S2 (Fonte: Os autores). .....	95
Figura 56: Resposta comando 011c.....	95
Figura 57: Resposta comando 03 .....	97
Figura 58: Tratamento dos dados - Serviço \$03a.....	99
Figura 59: Tratamento dos dados - Serviço \$03b.....	99
Figura 60: Resposta comando 04 .....	99
Figura 61: Resposta comando 0902 .....	100
Figura 62: Tratamento dos dados - Serviço \$0902a.....	103
Figura 63: Tratamento dos dados - Serviço \$0902b.....	104
Figura 64: Resposta comando 0904 .....	104

Figura 65: Tratamento dos dados - Serviço \$0904a.....	107
Figura 66: Tratamento dos dados - Serviço \$0904b.....	107
Figura 67: Resposta comando ATZ .....	108
Figura 68: Resposta comando ATRV .....	108
Figura 69: Resposta comando ATDP .....	109
Figura 70: Resposta comando ATDPN.....	109
Figura 71: ScanTec – Tela Inicial . (Fonte: Os autores).....	112
Figura 72: ScanTec – Tela de Funções . (Fonte: Os autores) .....	113
Figura 73: ScanTec – Tela de leitura de Parâmetros . (Fonte: Os autores).....	114
Figura 74: ScanTec – Tela de ler DTC . (Fonte: Os autores).....	115
Figura 75: ScanTec – Tela de apagar o DTC. (Fonte: Os autores).....	115
Figura 76: ScanTec – Funções adicionais. (Fonte: Os autores).....	116
Figura 77: ScanTec – PIDs disponíveis. (Fonte: Os autores).....	117

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Siglas OBD e descrição dos países que são aplicadas. (Adaptado de MITSUBISHI, 2010).....	33
Tabela 2: Primeiro caractere do código de falha. (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009). ....	36
Tabela 3: Primeiro valor numérico do código de falhas (segundo caractere). (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).....	37
Tabela 4: Terceiro dígito do código de falhas. (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009). ....	37
Tabela 5: Tipos de protocolo J1850. (Adaptado de NETO, 2009). ....	52
Tabela 6: Protocolos suportados – ELM327. (Extraído de Datasheet ELM 327). ....	60
Tabela 7: Características ELM327. (Adaptado de Datasheet ELM 327). ....	61
Tabela 8: Legislações OBD. (Adaptado de ISO15031-5). ....	97

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas

**AFR** *Air Fuel Ratio* – Relação Ar/Combustível

**CAN** *Controller Area Network*

**CARB** *California Air Resources Board*

**CO** Monóxido de Carbono

**CONAMA** Conselho Nacional do Meio Ambiente

**CRC** *Cyclic redundancy check* – Verificação de redundância cíclica

**CS** *Checksum*

**CSMA/CR** *Carrier Sense Multiple Access with Collision Resolution* - Acesso múltiplo com sensoramento da portadora com arbitração com resolução de colisão

**DTC** *Diagnostic Trouble Code* - Código de Falha de Diagnóstico

**ECM** *Engine Control Module* - Módulo de controle do Motor

**ECU** *Electronic Control Unit* - Unidade de Controle Eletrônica

**EGR** *Exhaust Gas Recirculation* - Recirculação dos gases de escape.

**EOBD** *Europe On Board Diagnostics* – Diagnóstico a bordo Europeu

**EOD** *End Of Data* – final do segmento de dados

**IBAMA** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

**ISO** *International Organization for Standardization* - Organização Internacional de Padrões

**JOBD** *Japan On Board Diagnostics* – Diagnóstico a Bordo Japonês.

**kbps** *Kilobytes* por segundo

**KOBD** *Korea On Board Diagnostics*

**KWP 2000** *Keyword Protocol 2000*.

**LabVIEW** *Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench*

**LIM** Lâmpada Indicadora de Mau Funcionamento

**MIL** *Malfunction Indicator Lamp*

**mm** milímetros

**OBD** *On Board Diagnostics* - Diagnóstico de bordo

**OBDBr-1** *On Board Diagnostics* Brasil - Fase 1

**OBDBr-2** *On Board Diagnostics* Brasil - Fase 2

**OBDMID** **OBD** *Monitor Identifiers* - Identificadores de Monitor de OBD

**PID** *Parameter Identification* - Parâmetro de Identificação

**PROCONVE** Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotivos

**PWM** *Pulse Width Modulation* - Modulação de Largura de Pulso

**SAE** *Society of Automotive Engineers* - Sociedade dos Engenheiros Automotivos

**SOF** *Start Of Frame* – início do segmento da mensagem

**TID** *Test IDs* - Identificadores dos Testes

**UART** *Universal asynchronous receiver/transmitter* – Transmissor/Receptor Universal Assíncrono

**USB** *Universal Serial Bus* - Barramento Serial Universal

**VI** *Visual Instrument*

**VIN** *Vehicle Identification Number* - Número de Identificação do Veículo

**VPW** *Variable Pulse Width* - Largura de Pulso Variável

**Wup** Wake up.

**ASCII** *American Standard Code for Information Interchange*



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO:.....	19
1 Histórico .....	21
2 SISTEMAS OBD ( <i>On Board Diagnose</i> ) .....	22
2.1 Diagnóstico a Bordo, Primeira Geração (OBD I).....	23
2.1.1 Requerimentos OBD I.....	23
2.1.2 Limites de emissões da legislação CARB .....	24
2.2 Diagnóstico a Bordo, Segunda Geração (OBD II).....	26
2.2.1 Software do sistema OBDII para controle de Monitores de Emissões 28	
2.2.2 Aplicação do Diagnóstico a Bordo em outras legislações.....	32
2.3 O Conector OBD II.....	33
2.3.1 Localização do conector de diagnóstico .....	33
2.3.2 Pinagem .....	35
2.4 Códigos de Falhas DTC ( <i>Diagnostic Trouble Code</i> ).....	36
2.4.1 Geração de códigos de falhas DTC .....	38
2.4.2 Falha por plausibilidade.....	39
2.5 Equipamento de diagnostico OBD-2 <i>Off Board</i> .....	39
2.6 Serviços de Diagnóstico .....	42
2.6.1 Serviço \$01 – Requisita as informações de <i>Powertrain</i> - Solicita os parâmetros de leitura do motor .....	44
2.6.2 Serviço \$02 – Exibe dados do <i>Freeze Frame</i> .....	44
2.6.3 Serviço \$03 – Lista os DTCs confirmados que impactam emissões (falhas armazenadas) .....	45
2.6.4 Serviço \$04 – Limpa informações de diagnóstico, apaga os códigos de falhas .....	45
2.6.5 Serviço \$05 – Requisita resultados do teste de sensor de oxigênio.....	47
2.6.6 Serviço \$06 – Requisita resultados dos testes de bordo de sistemas monitorados que impactam nas emissões .....	47
2.6.7 Serviço \$07 – Requisita os DTCs detectados no ciclo de condução completo.....	47
2.6.8 Serviço \$08 – Requisita controle do sistema de bordo .....	47
2.6.9 Serviço \$09 – Requisita informações do veículo .....	48

2.6.10	<b>Serviço \$0A – Requisita DTCs que impactam emissões com status permanente</b>	48
3	<b>PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO</b>	49
3.1	Classe A	50
3.1.1	<b>Local Interconnect Network</b>	51
3.2	Classe B	51
3.2.1	<b>SAE J1850</b>	51
3.2.2	<b>ISO 9141</b>	54
3.2.3	<b>ISO 9141-2</b>	54
3.2.4	<b>ISO14230 (KWP2000)</b>	56
3.3	Classe C	57
3.3.1	<b>ISO15765-4</b>	57
4	<b>CIRCUITO ELM 327</b>	59
4.1	Comunicação	60
5	<b>INTERFACE HOMEM-MÁQUINA VIA LabVIEW®</b>	62
5.1	Características	62
6	<b>METODOLOGIA</b>	65
6.1	<b>HARDWARE UTILIZADO</b>	65
6.2	<b>DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE</b>	66
6.2.1	<b>Serviço \$01</b>	67
6.3	<b>SERVIÇO \$03 - Leitura dos códigos DTC</b>	97
6.4	<b>SERVIÇO \$04 – Apagar falhas</b>	99
6.5	<b>SERVIÇO \$09 – Informações adicionais</b>	100
6.5.1	<b>Comando &gt;0902 - Código VIN</b>	100
6.5.2	<b>Comando &gt;0904 – Número de calibração da ECU</b>	104
6.6	<b>Comandos AT OBD para o ELM 327</b>	108
6.6.1	<b>Atz – Inicia a comunicação com o ELM327</b>	108
6.6.2	<b>Atrv – Ler tensão da Bateria</b>	108
6.6.3	<b>Atdp – Informa o protocolo utilizado na comunicação.</b>	109
6.6.4	<b>Atdpn - Informa o número do protocolo utilizado na comunicação.</b>	109
7	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	110
7.1	Tela de navegação ScanTec	111
7.1.1	<b>Tela inicial</b>	111
7.1.2	<b>Menu de Funções</b>	113

7.1.3	<b>Leitura de Parâmetros</b> .....	113
7.1.4	<b>Leitura de DTCs</b> .....	114
7.1.5	<b>Apagar DTCs</b> .....	115
7.1.6	<b>Funções Adicionais</b> .....	116
7.1.7	<b>PIDs Disponíveis</b> .....	116
CONCLUSÃO .....		118
Propostas Futuras: .....		119
REFERÊNCIAS .....		120
ANEXOS.....		123
ANEXO I - Tabela ASCII Completa .....		123
ANEXO II – PID 01 00.....		127
ANEXO III – Fluxograma do programa .....		130
ANEXO IV – Solicitação de uso de material da Academia VW .....		136

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de diagnóstico embarcado foram projetados para permitir uma fácil *interface* homem máquina, objetivando o monitoramento dos sistemas que controlam as emissões para manter o nível de poluentes dos veículos automotores dentro de padrões estabelecidos pela legislação. Conforme Belo, (BELO, Valdeci Pereira. Sistema para Diagnóstico Automático de Falhas em Veículos Automotores OBD-2. 2003) os sistemas de primeira geração OBDI (*On Board Diagnose*) possuíam algumas deficiências. A principal delas relacionava-se ao fato de serem capazes de detectar falhas somente quando o componente se deteriorava (curto circuito ou circuito aberto) ao ponto de ficar inoperante, permitindo que o veículo operasse durante muito tempo em condições que geravam maior emissão de poluentes. Outra deficiência era a dificuldade de acesso às informações providas por estes sistemas para o diagnóstico de falhas, uma vez que cada fabricante disponibilizava um conjunto de serviços diagnósticos diferente, cada qual possuindo protocolos de acesso não padronizados. Geralmente o acesso a estes serviços era feito apenas por ferramentas comercializadas pelos próprios fabricantes do sistema diagnóstico embarcado.

Visando solucionar o problema acima e melhorar o controle de emissões, foi desenvolvida a segunda geração de diagnóstico (OBDII) que leva em conta a plausibilidade, ou seja, se o valor informado dos sinais de gerenciamento estão dentro do esperado mediante as condições de funcionamento do motor. O sistema OBDII também monitora a eficiência do catalisador e torna possível o acesso a essas informações de forma padronizada. Com isso vemos a importância de termos uma ferramenta de diagnóstico capaz de auxiliar a *interface* homem máquina na correção de um possível defeito no sistema.

Para estabelecer essa troca de informações, serão apresentados os principais Protocolos de comunicação (ISO9141; J1850 e ISO15765), que são meios de transmissão e recepção serial de dados utilizados para

intercomunicar módulos eletrônicos, sensores e atuadores ao equipamento de diagnóstico.

Por fim, o trabalho feito por CERQUEIRA, Ademar Dultra et al. - Sistema de diagnóstico para veículos que utilizam os protocolos ISO9141 e ISO14230 através de uma plataforma em *LabVIEW®*, na FATEC Santo André, 2009, será utilizado como referência para o desenvolvimento de um *software* em plataforma gráfica *LabVIEW®* de um *scanner* automotivo OBD ELM 327, que pode ser utilizado em computadores pessoais, assim, numa eventual falha de hardware, pode-se transferir o software de diagnose para outro computador. Resultando em um equipamento de diagnóstico OBD-II acadêmico servindo como base para estudos e suporte nas aulas de Diagnose, Gerenciamento de motores, Ferramentas Computacionais, Motores, entre outras.

## **OBJETIVOS E MOTIVAÇÃO:**

Como motivação, temos a continuidade ao TCC de formandos do ano 2009 que iniciaram o projeto de *scanner* automotivo acadêmico, porem limitado à visualização de nove (9) códigos de DTC's (*diagnostic trouble code*) armazenados sem sua respectiva descrição, comunicação somente com os protocolos (ISO 9141 e KWP2000) e parâmetros de leitura apenas de rotação e tensão de bateria.

Temos como objetivo desenvolver um equipamento de diagnóstico acadêmico OBD-II em plataforma PC, capaz de trocar e tratar informações com unidades de gerenciamento eletrônicas do motor que atendem especificações da norma ISO15031: 2006 como estratégia de diagnose, utilizando o *Hardware* ELM 327 e um *software* em plataforma *LabVIEW®*.

Dentre as informações disponíveis, o usuário consegue verificar em “tempo real” a rotação do motor, velocidade do veículo, sinal do sensor de pressão absoluta (MAP), avanço de ignição, temperatura do motor, temperatura do ar de admissão, porcentagem de abertura da válvula borboleta, carga do motor, sinal em tensão dos sensores de oxigênio (sonda lambda B1S1 e B1S2), tensão da bateria e informações adicionais como o código de

identificação do veículo (VIN), número de calibração da ECU, protocolo de comunicação utilizado na diagnose e qual a legislação OBD que o veículo atende.

Além da análise dos dados de funcionamento do motor e informações adicionais do veículo, é possível consultar e apagar a memória de falhas (DTC) armazenadas na ECU, com uma descrição textual do código, auxiliando a solução do problema.

Sendo que essa comunicação é realizada através de uma interface gráfica em plataforma *LabVIEW* de fácil utilização, visualização e compreensão do usuário. Tendo assim um diferencial em relação aos *scanners* automotivos encontrados no mercado e outros Trabalhos de Conclusão de Curso com temas relacionados.

# 1 HISTÓRICO

Desde a criação da CARB (Comitê de Administração dos Recursos do Ar da Califórnia), em meados dos anos 60, há legislações que visam a diminuição da poluição provocada pelas emissões automotivas, dado o alto índice dos compostos químicos resultantes do motor de combustão interna na qual estava afetando significativamente a sociedade em termos ambientais com a degradação do meio ambiente e afetando a saúde da população. A figura 1 mostra o cenário do estado da Califórnia em meados da década de 1980 (PEREIRA, 2012).



Figura 1: Histórico do sistema OBD. Adaptado de (PEREIRA,2012)

As legislações ambientais impõe limites máximos às emissões provocadas por veículos automotivos e para atender a tais normas, os fabricantes fazem uso de diversos mecanismos e dispositivos, os que por sua vez, devem ser supervisionados e diagnosticados quanto ao correto funcionamento.

A partir de 1988 o CARB estabeleceu que todos os veículos vendidos no estado da Califórnia incorporassem em sua unidade de comando, um sistema de diagnóstico capaz de detectar defeitos nos sistemas de controle de emissões. Esta norma (sem padronização), denominada OBDI, especificava que um aviso luminoso deveria acender na presença de falhas relacionadas com as emissões. Após dois anos, esta medida foi implementada em todo o território Norte-Americano (MANAVELLA, 2009).

## 2 SISTEMAS OBD (*ON BOARD DIAGNOSE*)

Atualmente as funções básicas do veículo dependem da eletrônica e estes sistemas devem atender altas exigências de confiabilidade, ao mesmo tempo em que o sistema de gerenciamento eletrônico do motor deve manter os níveis de emissões de acordo com os limites estabelecidos na legislação (BOSCH, 2005).

Com isso, a solução é acrescentar no *software* de funcionamento do veículo a estratégia de autodiagnóstico. Esta se baseia na eletrônica já instalada no veículo para monitorar as principais partes do sistema continuamente além dos sinais de entradas e saídas e as comunicações com a ECU (*Electronic Control Unit* - Unidade de Controle Eletrônica).

Conforme Belo, o conjunto das funções dedicadas ao diagnóstico de falhas forma o sistema diagnóstico embarcado (OBD) do veículo e representa cerca de 50% de todo o *software* presente nos sistemas de controle eletrônico dos veículos atuais. A importância dos sistemas de diagnóstico embarcados aumentou significativamente devido as leis ambientais que regulamentaram a quantidade de poluentes emitidos (BELO, 2003).

Dentre estas regulamentações ambientais, podemos destacar a estabelecida pela *Califórnia Air Resources Board* (CARB), em 1996, a qual definiu limites rígidos para a quantidade de poluentes emitida pelos veículos automotores. Logo após estabeleceu novos processos de monitoramento e diagnóstico de falhas que levaram ao surgimento da segunda geração de sistemas de diagnósticos embarcados, denominada OBD-2. Posteriormente, estas leis foram estendidas para os demais Estados Norte Americanos e incorporadas pelos países da comunidade europeia e outros países (exemplo: México, Coréia, Japão, Brasil e etc.).



Sendo que o objetivo principal destes sistemas não é identificar o componente defeituoso para que ele possa ser reparado. O seu objetivo é monitorar os sistemas do veículo, detectar falhas e notificar o motorista da necessidade de execução de reparos. Dessa forma, nos casos de falhas mais complexas, as informações podem ser insuficientes para o diagnóstico das falhas, afirma Belo (BELO, 2003).

## **2.1 Diagnóstico a Bordo, Primeira Geração (OBD I)**

O sistema e componentes do motor devem ser monitorados continuamente para assegurar a conformidade em relação aos limites de emissões estabelecidos pela legislação (BOSCH, 2005).

Para garantir essa verificação, em 1988 o Sistema OBD I, o primeiro estágio da legislação CARB (Agencia de Recursos do Ar da Califórnia) entrou em vigor.

### **2.1.1 Requerimentos OBD I**

#### **2.1.1.1 Monitoramento dos componentes**

Monitoramento dos componentes relacionados ao gás de escapamento e armazenagem de falhas na ECU (*Electronic Control Unit*).

#### **2.1.1.2 Lâmpada indicadora de mal funcionamento (LIM)**

Lâmpada indicadora de mal funcionamento (LIM), também conhecida por sua terminologia em inglês (MIL – *Maufunction Indication Lamp*) deve ser única e usada exclusivamente para alertar o condutor sobre o sistema OBD, representado falhas que incidam no aumento de emissões de poluentes ou funcionamento do motor em recuperação. Sua utilização era opcional. As definições de cor e simbologia devem seguir a norma ISO 2575.



Figura 2: Simbologia Lâmpada MIL (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009)

### 2.1.1.3 Protocolos de Comunicação

Protocolos de Comunicação (restritos e não padronizados), para o *scanner* realizar a leitura de qual componente apresentou falha.

### 2.1.2 Limites de emissões da legislação CARB

A legislação CARB especifica limites de emissões para os gases:

- Monóxido de carbono (CO);
- Óxidos de Nitrogênio (Nox);
- Gases orgânicos não metanos;
- Formaldeídos
- Particulados.

Abaixo segue a figura 3 que ilustra os componentes responsáveis pelo controle de emissões da primeira geração do diagnóstico a bordo (OBDI):

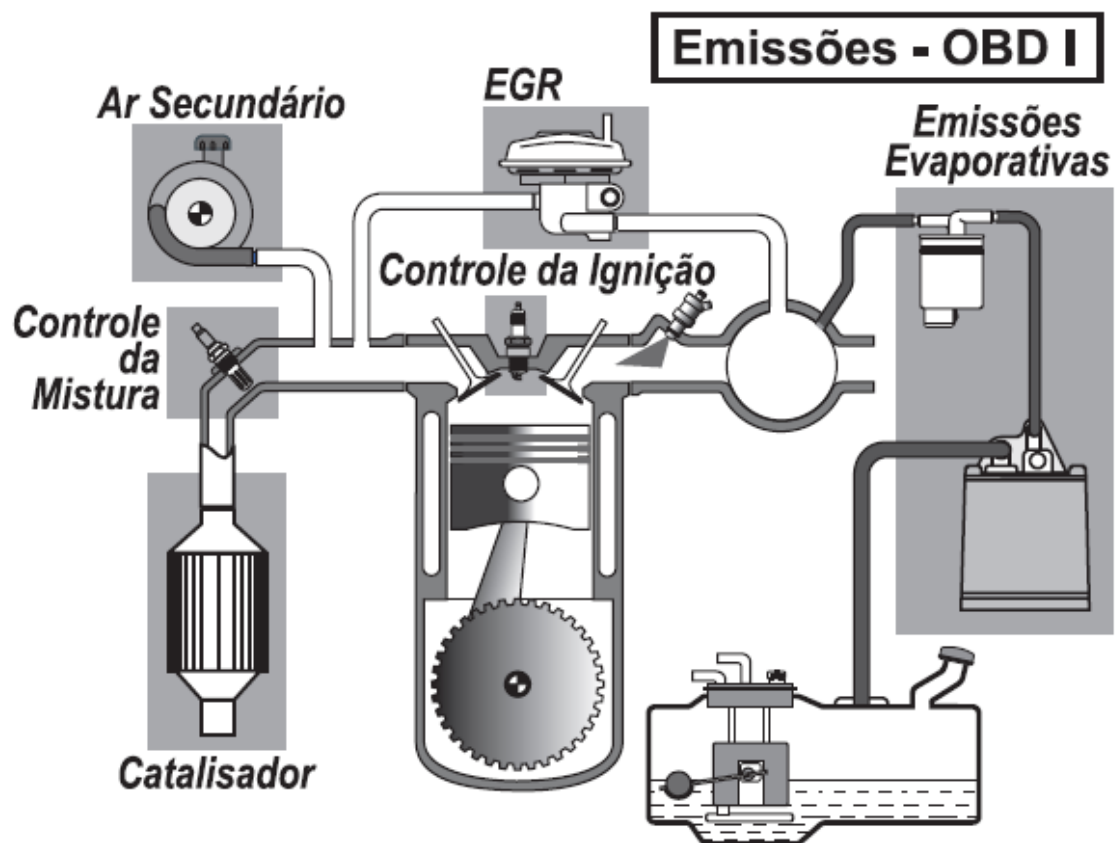


Figura 3: Controle de Emissões OBDI (Adaptado de MANAVELLA, 2009)

➤ **Principais componentes do OBDI:**

**2.1.2.1 Sensor de oxigênio pré-catalisador para controle de mistura;**

Através da comparação com oxigênio do ar ambiente é capaz de medir a concentração de oxigênio nos gases de escape na saída do motor proporcionando um ajuste refinado da relação ar/combustível.

**2.1.2.2 Conversor catalítico (Catalisador);**

Através de reações químicas promovidas por metais nobre de sua composição o conversor catalítico tem a capacidade de reduzir a emissão de três resíduos mais poluentes nos gases de escape simultaneamente: óxido de nitrogênio (NOx), Hidrocarbonetos (HC) e monóxido de carbono (CO). Transforma cerca de 95% dos gases em CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e água.

**2.1.2.3 Emissões evaporativas;**

Afim de evitar a emissão de vapores de combustível (HC) produzidos no interior do tanque de combustível para a atmosfera, os mesmos são condensados por um filtro de carvão ativo e reaproveitados na linha de admissão de combustível.

**2.1.2.4 Recirculação dos gases de exaustão EGR (Exhaust Gas Recirculation);**

Durante o sistema de malha fechada para o controle de relação ar combustível pelo gerenciamento o motor atinge altas temperaturas favorecendo a emissões de óxido de nitrogênio( NOx).

O sistema de recirculação dos gases de escape envia ao coletor de admissão uma pequena parte dos gases de escape, por se tratar de um gás inerte na maior parte nitrogênio, não influencia na relação estequiométrica porém ocupa espaço no interior do cilindro. Desta forma reduz a massa a ser queimada na câmara de combustão consequentemente uma temperatura menor é dissipada diminuindo a emissão de óxido de nitrogênio (NOx).

**2.1.2.5 Bomba de injeção de ar secundário;**

Na partida á frio do motor tem a função de injetar ar atmosférico no escape do motor afim de realizar a queima de hidrocarbonetos (HC) não

queimados pela câmara de combustão desta forma existe um aumento da temperatura na região próxima ao conversor catalítico auxiliando o mesmo a chegar na faixa de temperatura de trabalho.

#### **2.1.2.6 Controle de ignição;**

Afim de solucionar problemas com detonação, pode atrasar o ponto de ignição.

## **2.2 Diagnóstico a Bordo, Segunda Geração (OBD II)**

Em 1996 foi implementado o segundo estágio da legislação de diagnóstico da CARB. Além das verificações contidas no sistema OBD I, agora a plausibilidade do sistema é monitorada ou seja, se o valor informado dos sinais de gerenciamento estão dentro do esperado mediante as condições de funcionamento do motor. O sistema OBDII também monitora a eficiência do catalisador e torna possível o acesso a essas informações de forma padronizada. Com isso temos um maior controle em relação às reduções nos índices de emissões e uma padronização nos protocolos de comunicação, conector de diagnóstico e códigos de falha (DTC).

A lista abaixo mostra o estado atual das exigências da CARB relacionadas ao controle de emissões:

- Conversor catalítico (catalisador). É um funil para a entrada do fluxo dos gases de escape, constitui de materiais nobres, onde por reações químicas fazem as conversões de gases poluentes (CO, HC e NOX) em gases inertes para a atmosfera (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e Nitrogênio)

- Falhas na combustão (*misfire*) - significa falta de combustão no cilindro do motor devido a: deficiências no sistema de ignição, mistura ar-combustível inadequada, pressão, temperatura baixas etc., sendo indicada por uma porcentagem de falhas de combustão num total de combustões consecutivas, que resulte em níveis de emissões acima dos limites pré-definidos, ou que provoque envelhecimento precoce ou superaquecimento do conversor catalítico com dano irreversível.

-Injeção de ar secundário – É um meio efetivo de reduzir as emissões de HC e CO, depois da partida do motor e de aquecer rapidamente o catalisador. Isso assegura que as conversões de emissões comecem mais cedo (BOSCH, 2005).

-Sistema de combustível – responsável pela alimentação do combustível na quantidade exata em função do regime de funcionamento do motor.

-Sensor de oxigênio (sonda lambda) – No sistema OBDII foi acrescentado o segundo sensor de oxigênio após o catalisador com o objetivo de verificar a eficiência de conversão do catalisador.

-Recirculação dos gases de escapamento - Válvula EGR (explicada no sistema OBDI).

-Ventilação do cárter – Uma pequena parcela dos gases resultados pelo processo de combustão fluem para dentro do cárter. Com isso, o fluxo de gás é direcionado através de um sistema de ventilação para a admissão do ar da combustão (BOSCH, 2005).

-Sistema de arrefecimento – mantém o motor nas condições de temperatura ideal de funcionamento.

-Sincronização da válvula variável – O cruzamento de válvulas pode reaproveitar os gases de escapa na admissão podendo substituir o uso da válvula EGR.

-Filtros de partículas (Diesel) – reduzem fuligens resultantes da combustão.

Abaixo segue a figura 4 que ilustra os componentes responsáveis pelo controle de emissões da segunda geração do diagnóstico a bordo (OBDII):

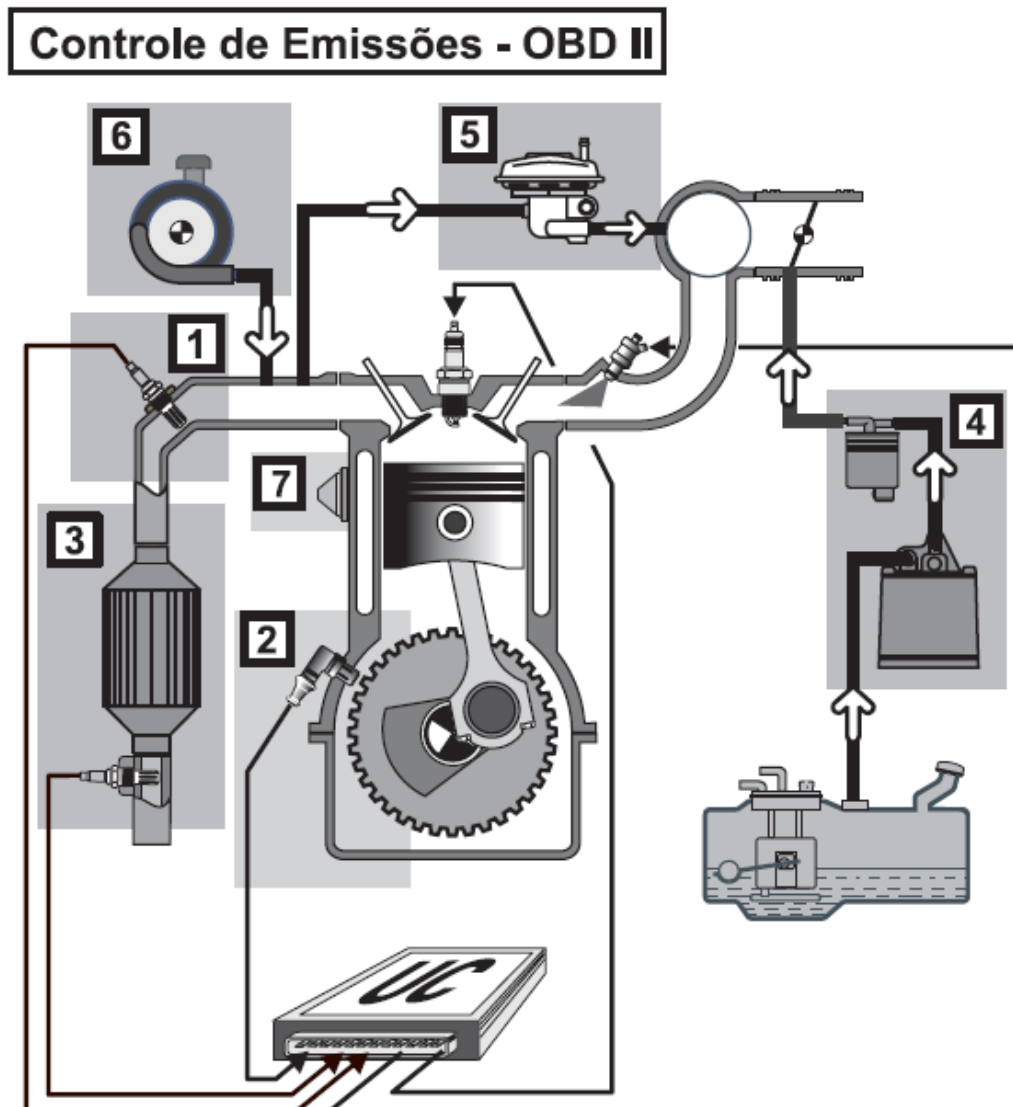


Figura 4: Controle de emissões OBDII. (Adaptado de MANAVELLA, 2009)

#### Itens acrescentados no sistema OBDII:

- Sensor de Rotação;
- Sensor de oxigênio pós-catalisador;
- Sensor de detonação;

### **2.2.1 Software do sistema OBDII para controle de Monitores de Emissões**

Segundo Belo, o *software* do sistema OBDII usa uma estratégia operacional, denominada monitores, para testar a operação de sistemas, componentes ou funções específicas do veículo e representa cerca de 50% do

*software* de funcionamento da Unidade de Gerenciamento Eletrônica (BELO, 2003).

Estes monitores formam a coluna vertebral do sistema OBD-2, estabelecendo um controle muito rígido sobre os parâmetros operacionais dos componentes do sistema, principalmente daqueles relacionados com a emissão de poluentes:

- Controle de mistura;
- Catalisador;
- Falha de Ignição (*misfire*);
- Recirculação dos gases de escape (EGR);
- Emissões evaporativas;
- Transmissão automática;

Os monitores são implementados por rotinas de *software* que executam tarefas estratégicas, aplicando até três tipos de testes para determinar as condições do dispositivo controlado:

#### **2.2.1.1 Testes passivos**

Correspondem aos testes diagnósticos feitos de forma contínua durante o funcionamento normal do veículo. Dentre eles estão:

- Sistema de injeção de ar secundário;
- Sistema de recirculação dos gases de escape (EGR);

#### **2.2.1.2 Testes ativos**

Quando o monitor identifica um componente fora dos seus parâmetros, um teste dinâmico é realizado naquele componente. Esse teste não afeta a dirigibilidade do veículo e, para cada teste, executa-se uma ação específica para a qual um resultado é esperado.

#### 2.2.1.2.1 Teste de sistema de injeção de ar secundário

O teste do sistema de injeção de ar secundário destaca-se por envolver diversos componentes ao mesmo tempo. Durante o funcionamento normal do veículo, ou seja, o sistema de injeção de combustível trabalhando em malha fechada o *software* de diagnose inicia as etapas do teste:

- Primeiramente é enviado um sinal para a bomba de injeção de ar secundário fazendo com que a mesma funcione por curto período de tempo.

- O sensor de oxigênio (lambda) deve detectar um excesso de massa de oxigênio nos gases de escape, fazendo que a ECU interprete como uma mistura pobre, ou seja, a relação entre ar combustível não esta estequiométrica.

- Desta o sistema de gerenciamento deve agir aumentando o tempo de injeção de combustível visando atingir a relação estequiométrica para maior eficiência do motor. Consequentemente nos gases de saída no escape haverá uma maior concentração de hidrocarbonetos, ou seja, excesso de combustível a qual também deve ser detectada pelo sensor de oxigênio e interpretada pela ECU como mistura rica (JUNIOR, 2009).

Assim fecha-se o ciclo do teste de injeção de ar secundário tendo em vista que os componentes bomba e válvula do sistema de injeção de ar secundário, sensor de oxigênio, injetores de combustível e estratégia do software de gerenciamento do motor puderam ser avaliados.

Para melhor compreensão do sistema de injeção de ar secundário segue a ilustração de um motor com sistema de injeção de ar secundário.



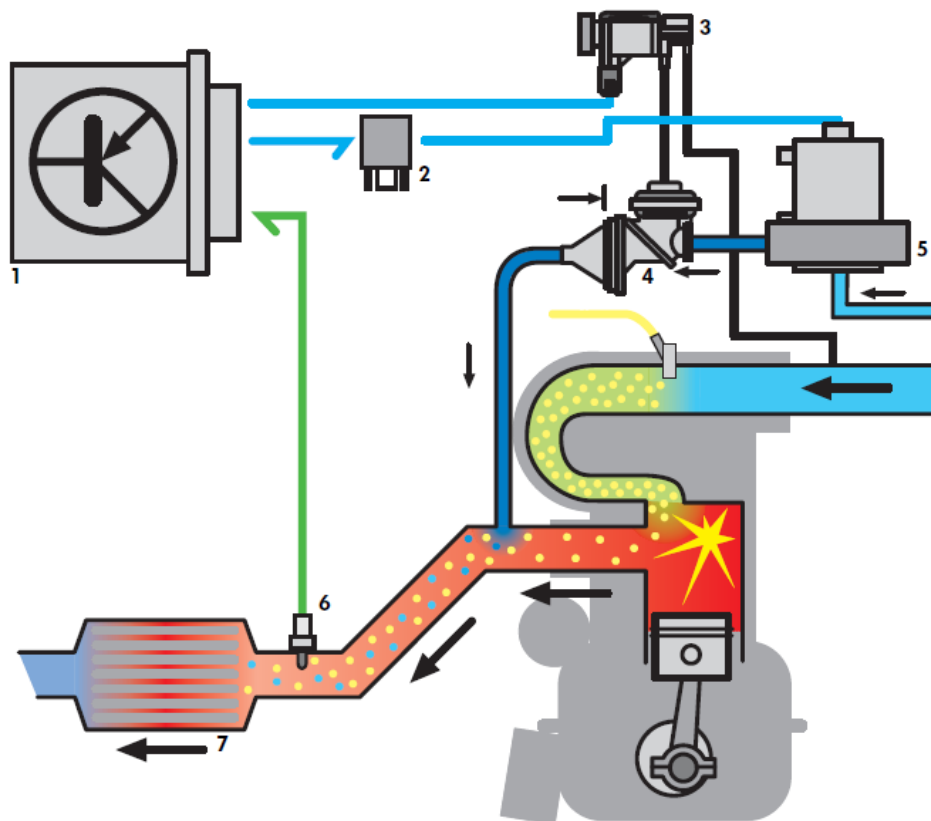


Figura 5: Sistema de injeção de ar secundário (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).

Legenda:

- 1- ECU;
- 2- Relé da bomba de ar secundário;
- 3- Válvula de entrada de ar secundário;
- 4- Válvula combinada;
- 5- Motor da bomba de ar secundário;
- 6- Primeiro sensor de oxigênio;
- 7- Conversor catalítico;

### 2.2.1.3 Testes intrusivos

Se após um teste passivo ou ativo ser executado, o resultado esperado não ocorrer, executa-se um teste intrusivo que constitui a fase final do procedimento diagnóstico, afirma Belo. Esta fase definitivamente afeta a dirigibilidade e os padrões de emissão do veículo e o motorista notará que algo

anormal esta acontecendo. Porém, essa ação momentaneamente prejudicial para o sistema é necessária para a determinação conclusiva das condições do veículo, antes de acender a lâmpada indicadora de mau funcionamento. Se o resultado do teste é diferente do esperado, um código de defeito, representando a falha detectada é armazenado. Por fim a lâmpada indicadora de mau funcionamento avarias (LIM) é iluminada (BELO, 2003).

### **2.2.2 Aplicação do Diagnóstico a Bordo em outras legislações.**

A introdução do OBD II torna o uso de um sistema de diagnóstico obrigatório para todos os novos carros de passeio e caminhões leves com peso total permissível de até 3,85 t e de até 12 lugares, registrados, para detectar falhas que afetem as características de gás de escapamento do veículo (BOSCH, 2005).

Para a legislação federal americana (FTP), as emissões de gás de escapamento não devem exceder 1.5 vezes o limite de emissões em vigor, para a categoria de gás de escapamento do veículo. Caso contrário, a lâmpada MIL deve acender para indicar a falha.

#### **2.2.2.1 EOBD**

O EOBD (Diagnóstico a Bordo Europeu) foi introduzido para motores a gasolina quando a norma de controle de emissões UE 3 entrou em vigor. Consequentemente, todos os carros de passeio e caminhões leves (Peso Bruto Total < 3,5 toneladas) novos, devem ser equipados com o sistema de diagnóstico para detectar falhas no veículo.

O EOBD é aplicado em veículos de passeio à gasolina desde o ano 2001, veículos de passeio à diesel desde 2003 e utilitários a diesel desde 2005 (BOSCH, 2005).

Os limites absolutos de emissões abaixo são especificados como patamares de falhas para componentes poluentes:

CO: 3,2 g/km;

HC: 0.4 g/km;

Nox: 0.6 g/km (gasolina) ou 2 g/km (diesel);

Particulados: 0,18 g/km (diesel); (BOSCH, 2005).

#### 2.2.2.2 JOBD

**JAPONÊS** – Inclui monitoramento do sistema de combustível, recirculação de gás de escape e sistema de injeção de combustível.

Abaixo segue a Tabela1 que informa a sigla do sistema de diagnóstico e o país que é aplicada:

<b>Sigla</b>	<b>País / Descrição</b>	<b>Ano de Aplicação</b>
<b>OBDI</b>	<b>USA (Califórnia)</b>	<b>1988</b>
<b>OBDII</b>	<b>USA</b>	<b>1996</b>
<b>EOBD</b>	<b>Europa</b>	<b>2001</b>
<b>JOBD</b>	<b>Japão</b>	<b>2002</b>
<b>OBDBr-1</b>	<b>Brasil</b>	<b>2007 - 2009</b>
<b>OBDBr-2</b>	<b>Brasil</b>	<b>2010</b>

Tabela 1: Siglas OBD e descrição dos países que são aplicadas. (Adaptado de MITSUBISHI, 2010)

### 2.3 O Conector OBD II

O conector do sistema OBD II deve atender as seguintes especificações, segundo a norma ISO 15031-3: 2004:

#### 2.3.1 Localização do conector de diagnóstico

Em veículos de passageiros e veículos comerciais leves, a localização do conector deve atender às seguintes especificações:

- Próximo ao assento do passageiro ou motorista;
- Próximo ao painel de instrumentos;
- Distância de 300 mm além da ECU;

- Fácil acesso ao assento do motorista;
- Entre a coluna de direção e a ECU;

Abaixo temos a figura 6 com possíveis localizações da tomada de diagnóstico representadas por letras, que atendem as especificações da norma ISO 15031-3:2004 e a figura 7 quando não havia especificação da localização da tomada de diagnóstico.

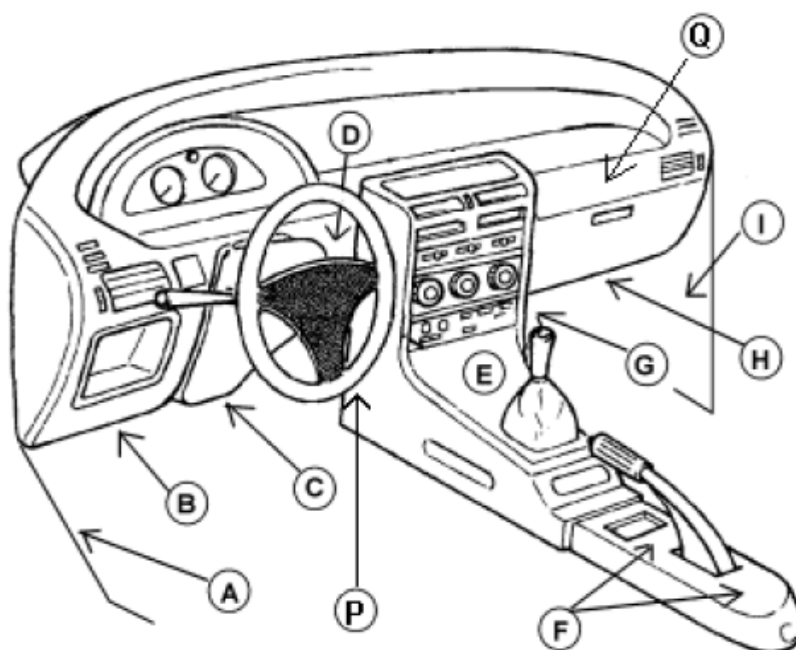


Figura 6: Localização da tomada de diagnóstico, interior do veículo. (Extraído de Manual de utilização do PC SCAN 2010).

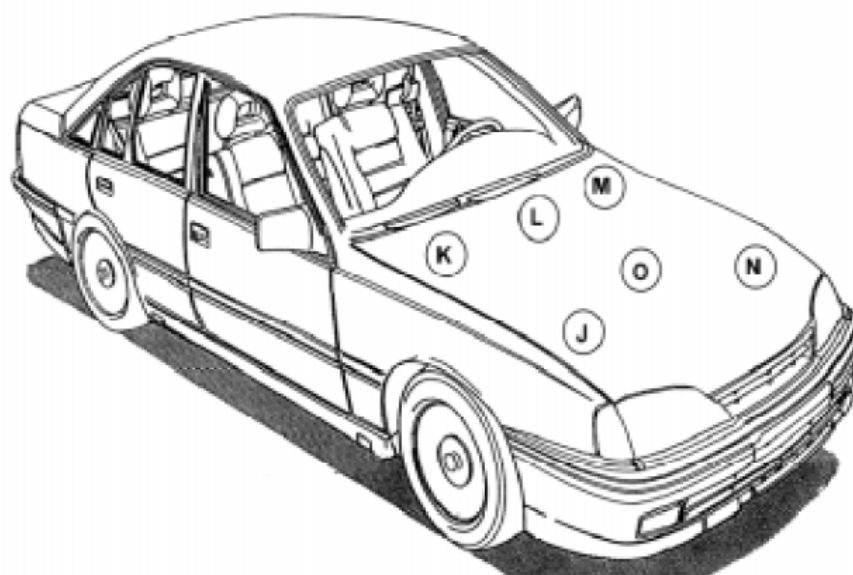


Figura 7: Localização da tomada de diagnóstico, exterior do veículo. (Extraído de Manual de utilização do PC SCAN 2010).

### 2.3.2 Pinagem

O conector OBD II possui 16 pinos, sendo que os pinos utilizados estão descritos abaixo, conforme o protocolo de comunicação:

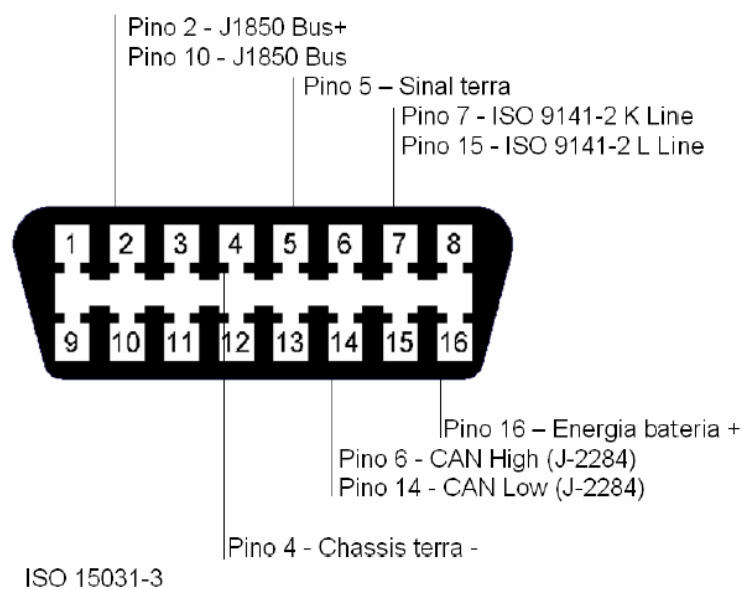


Figura 8: Conector OBD2. (Extraído de ISO 15031-3:2006).

## 2.4 Códigos de Falhas DTC (*Diagnostic Trouble Code*)

A estratégia usada por um sistema OBDII para detectar e diagnosticar falhas consiste na execução de testes no circuito de todos os sensores e monitores (verificação de curto-circuito, circuito aberto e plausibilidade do sinal) além do processamento da ECU (codificação, memória e etc). Se uma falha é detectada por qualquer destes testes um código de defeito de diagnóstico correspondente é armazenado e caso a falha possa acarretar no aumento de emissões de poluentes a luz indicadora de avarias MIL é iluminada. Entretanto, o componente ou sistema indicado no código de defeito não necessariamente é a causa da falha, ou seja, o objetivo do código de defeito é apenas isolar a falha a uma área funcional específica do veículo.

O código de falhas DTC (*Diagnostic Trouble Code*) é formado por dois bytes (16 bits).

Os códigos de falha devem seguir o padrão:

O primeiro caractere (uma letra) refere-se a o sistema que a falha pertence:

Letra	Valor binário	Significado
P	00	Motor ( <i>Powertrain</i> )
C	01	Chassi ( <i>Chassis</i> )
B	10	Corpo ( <i>Body</i> )
U	11	Rede ( <i>Network</i> )

Tabela 2: Primeiro caractere do código de falha. (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).

O primeiro dígito após o caractere (um número de 0 a 3) indica a entidade responsável pela criação do código. Através deste dígito é possível verificar se o código em questão é comum a todos os fabricantes (padrão ISO/SAE) ou se é um código específico do fabricante. Os possíveis valores deste código para motor (*powertrain*) são mostrados na Tabela3:

VALOR	Entidade Responsável
0	ISO/SAE
1	Fabricante.
2	ISO/SAE
3	ISO/SAE, reservado e Fabricante

Tabela 3: Primeiro valor numérico do código de falhas (segundo caractere). (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).

O terceiro caractere (segundo valor numérico) refere-se a um subgrupo de funções do veículo. Na Tabela 4 são exibidos os valores do terceiro dígito.

Valor	Descrição
0	Sistema eletrônico completo.
1	Controle Ar / Combustível.
2	Controle Ar / Combustível; Circuito de injeção.
3	Sistema de ignição.
4	Controle Auxiliar de Emissões
5	Controle de velocidade do veículo e de rotação em marcha lenta.
6	Circuitos de entrada e saída da central eletrônica.
7	Transmissão.
8	Transmissão.

Tabela 4: Terceiro dígito do código de falhas. (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009).

Por fim, o quarto e quinto dígito referem-se à falha específica no seu referido subgrupo.

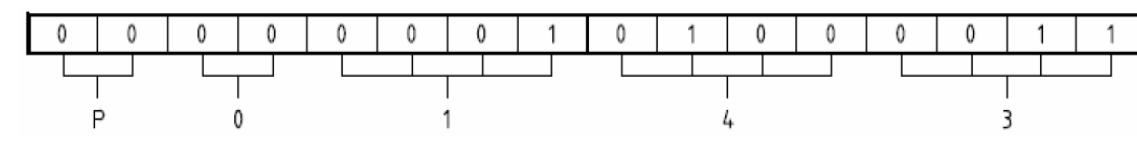


Figura 9: Formato do código DTC através de 2 bytes. (Extraído de ISO 15031-5:2006).

No exemplo acima a descrição para o DTC P0143 é: Sensor de oxigênio 3 – bloco 1 – baixa tensão.

Conforme apresentado nas tabelas acima o primeiro caractere “P” refere-se ao motor, o segundo “0” pois é definido pela ISO/SAE, o terceiro “1” por se tratar de uma falha no sistema de medição de ar e combustível e o dois últimos caracteres é a definição da falha segundo a ISO/SAE.

Na faixa de falhas de DTC’s dedicadas aos fabricantes, podem existir códigos DTC’s formados por 3 bytes (24 bits), trazendo desta forma um maior detalhamento sobre as respectivas falha afim de auxiliar os concessionários no momento do reparo.

Na figura 10, temos a ilustração desse DTC:

Byte 1			Byte 2		Byte 3	
B	1	3	5	7	1	5
10	01	0011	0101	0111	0001	0101

Figura 10: DTC com 3 bytes (Adaptado de Notas de aula do professor Orlando Salvo Junior, 2009)

O terceiro byte informa um detalhe definido em tabela proprietária do fabricante. No exemplo da figura 10 o *nibble* mais significativo está carregado com valor um (1) o que representa a categoria de falha elétrica e o *nibble* menos significativo carregado com valor cinco (5) representa curto ao positivo.

### 2.4.1 Geração de códigos de falhas DTC

Para que o sistema de diagnose interprete a necessidade da geração de um código de falhas a informação deve pertinente por até dez (10) ciclos de motor e de acordo a classe de falha ascender a lâmpada MIL.

Para que o sistema de diagnose interprete a falha foi sanada, é necessário que a mesma não esteja presente por no mínimo quarenta (40)



ciclos de motor e apagar o código de falha DTC. Para apagar a lâmpada MIL são necessários apenas três (3) ciclos de motor.

Tendo em vista que um (1) ciclo de motor equivale à ligar o motor, aquecer o motor, percorrer uma distancia pré-determinada e a verificação de todos os monitores.

### 2.4.2 Falha por plausibilidade

Em função de outros parâmetros de funcionamento do motor, verifica se a condição das informações apresentadas demonstram proporcionalidade entre os parâmetros, em outras palavras verifica a racionalidade do sinal medido (exemplo: se o motor está funcionando por mais de trinta minutos e o valor de temperatura do motor estiver em torno de 50 graus, temos uma informação não plausível).

## 2.5 Equipamento de diagnostico OBD-2 Off Board

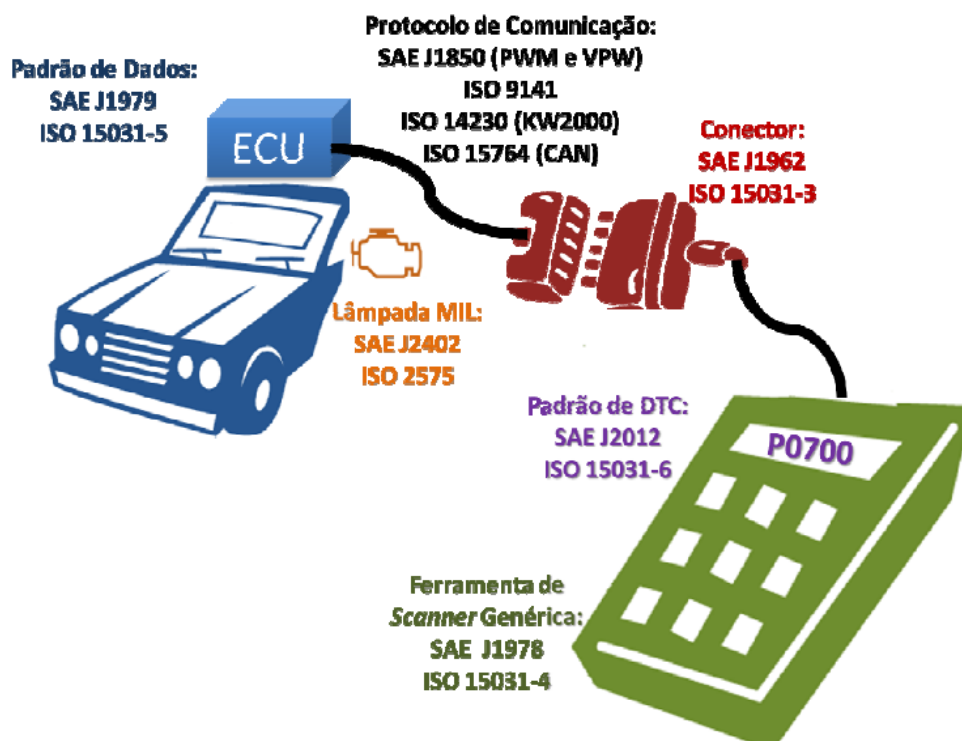


Figura 11: Comunicação – Scanner Off Board. (Extraído de BASTOS, 2012).

A norma ISO15031-4, inclui uma série de requisitos que devem ser suportados pelos equipamentos que interagem com a ECU de um veículo, acessando os seus serviços OBD ou também o diagnóstico do sistema de gerenciamento eletrônico.

O acesso aos serviços diagnósticos providos pelo sistema OBD-2 implícitos na unidade de gerenciamento são os requisitos da ferramenta OBD, apresentados a seguir:

- Busca automática do protocolo de comunicação;

- Leitura de DTC (sendo que o próprio *scanner* é o responsável por armazenar a descrição textual das falhas e demais informações);

- Apagar a memória de DTC e seus respectivos *Freeze Frames*;

- Leitura de dados dos serviços e PIDs disponíveis no protocolo e identificação do veículo;

- Leitura de *Freeze Frames*\*

\**Freeze Frame* é o conjunto de informações que determinam as condições de funcionamento do motor no momento em que há uma falha de emissões e a lâmpada MIL é iluminada. Essas informações devem ser gravadas na memória da unidade de controle junto com a falha.

Informações tais como: rotação do motor, temperatura do motor, avanço de ignição, carga do motor e etc..

Abaixo segue as principais Funções da Diagnose, que o equipamento de diagnóstico (não apenas OBD) deve possuir, visando o reparo no sistema de gerenciamento eletrônico:

- Iniciar a comunicação com a unidade eletrônica;
- Detectar e gerar a taxa de transmissão de dados;

- Ler os *bytes* chaves usados para identificar o protocolo de transmissão utilizado;
- Ler e apagar a memória de avarias, conforme figura 12 abaixo:

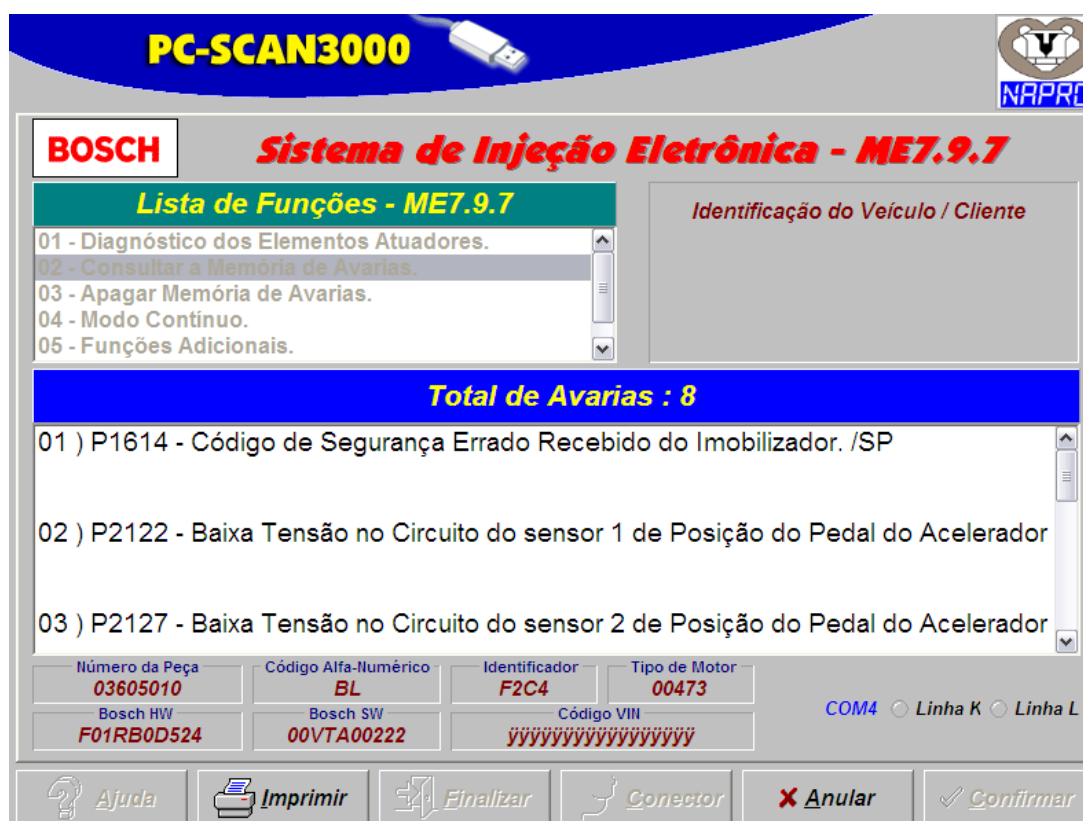


Figura 12: Leitura de avarias. Códigos DTC conforme ISO 15031-5: 2006. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).

- Realizar Ajuste Básico. Na substituição de algum componente, é realizado um ajuste para a nova peça ter seus limites de trabalho reconhecidos pelo sistema, mantendo seu funcionamento estável (exemplo: na troca de um “corpo” eletrônico de aceleração, é necessário realizar um ajuste básico para o sistema de aceleração calcular os novos limites mínimo e máximo do “corpo”).
- Informar leituras de parâmetros do motor. Essa função analisa os dados de processamento da ECU (exemplo: rotação do motor, tempo de injeção, avanço da ignição, tensão da bateria e etc.)

- Enviar comandos de programações, adaptações e *resets* para a unidade de gerenciamento. (exemplo: programar o AFR do sistema de injeção para veículo Flex, resetar a luz de revisão do painel de instrumentos, e etc.).
- Fazer a Codificação da unidade de controle, onde é inserido no sistema de gerenciamento a arquitetura eletrônica da rede.
- Realizar testes no circuito dos elementos de atuadores (exemplo: acionar rele do A/C). Conforme figura abaixo:



Figura 13: Ativar comando para teste com atuadores do motor. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).

## 2.6 Serviços de Diagnóstico

A norma ISO 15031-5 define como será feita a requisição de dados entre o veículo (*on-board*) e o equipamento de *scanner* genérico externo ao veículo (*off-board*), além dos serviços de diagnóstico e diversos parâmetros. (BASTOS, 2012)

Pereira afirma que os serviços de diagnóstico são modos de operação entre um equipamento de diagnóstico e uma unidade de controle. Estes

serviços separam quais tipos de informação o operador do equipamento de diagnóstico quer executar. (PEREIRA, 2012).

Dentro de cada serviço existem ainda outros identificadores, chamados de identificadores de parâmetros (PIDs) (BASTOS, 2012). O PID é um identificador que indica uma informação específica de um sistema do veículo, sendo alguns obrigatórios pela norma e outros opcionais, além de ser permitida a implementação de outros PIDs proprietários que não constam na norma.

Por exemplo, se o equipamento de diagnóstico necessita requisitar o valor de rotação do motor, ele precisará requisitar o serviço \$01, que requisita os parâmetros de leitura, e também precisará requisitar o PID 0x0C, que é o identificador do parâmetro rotação do motor. A figura abaixo, demonstra algumas informações disponíveis nos serviços de diagnóstico:

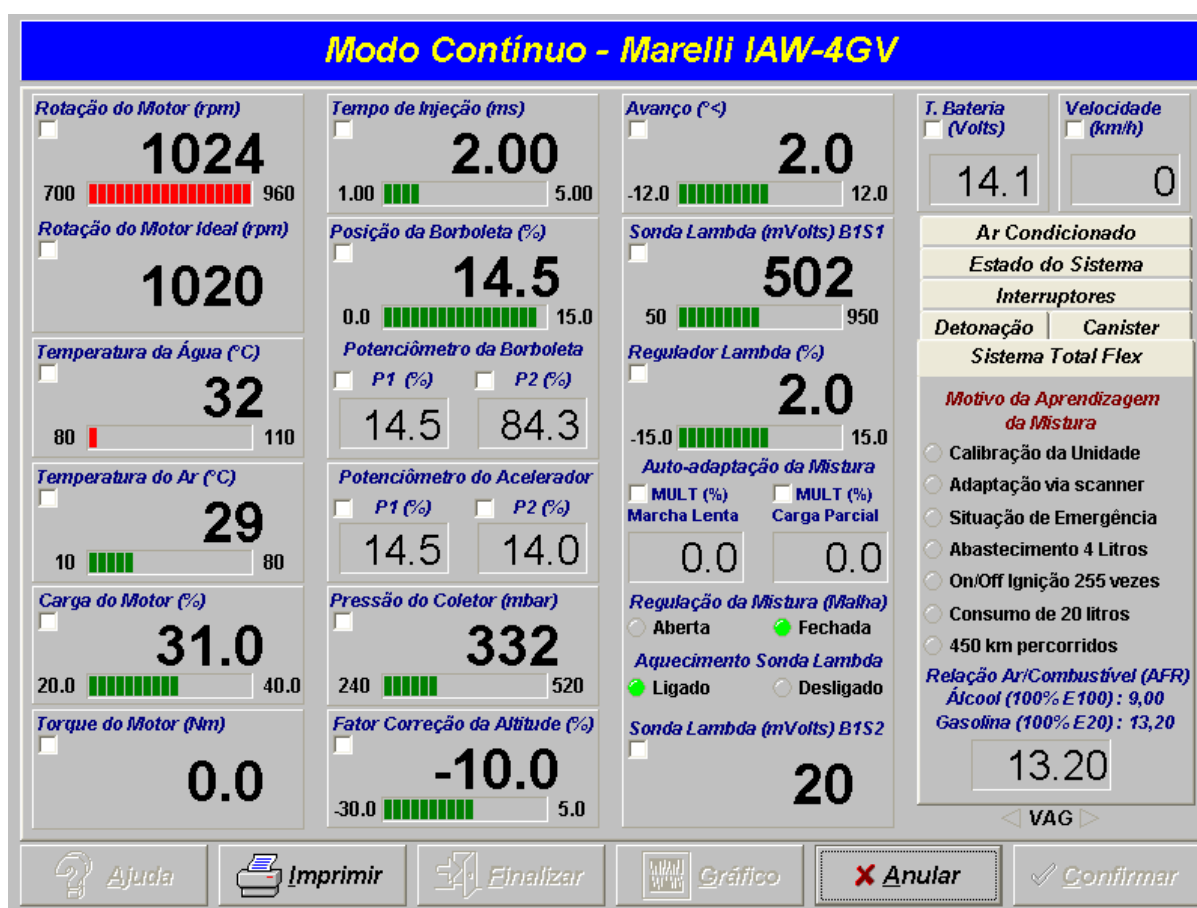


Figura 14: PIDs de Informações de funcionamento do motor, disponíveis nos serviços da diagnose. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).

Existem, atualmente, 10 serviços disponíveis, porém nem todos os sistemas suportam todos os serviços e cada veículo ou módulo de motor/transmissão automática deverá ser configurado para atender aos serviços suportados de acordo com o requerimento de sua legislação.

### **2.6.1 Serviço \$01 – Requisita as informações de *Powertrain* - Solicita os parâmetros de leitura do motor**

O serviço \$01 permite o acesso às informações vigentes de dados relacionados ao *powertrain*, dentre eles sinais de entradas/saídas analógicas e digitais e também informações do sistema.

Nem todos PIDs são suportados para todos os sistemas, por isso o PID \$00 indica quais são os PIDs suportados por cada ECU.

Alguns exemplos de informações do serviço \$01 são:

PID \$05 – temperatura do fluido de arrefecimento (°C),

PID \$0D – velocidade do veículo (km/h),

PID \$11 – posição da borboleta

PID \$1C – padrão de legislação vigente no veículo (OBD-II, OBDBr-2 ou EOBD).

Sendo que a lista completa de PIDs poderá ser consultada no apêndice B da especificação ISO15031-5.

### **2.6.2 Serviço \$02 – Exibe dados do *Freeze Frame***

Este serviço armazena as informações do veículo no momento que aconteceu uma falha, por isso o nome de *Freeze Frame* (Quadro Instantâneo de Parâmetro), pois os dados ficam armazenados, não sendo alterados após a ocorrência de outro evento. O PID \$02 do serviço \$02 indica o DTC que causou o *Freeze Frame*, sendo que cada DTC pode armazenar informações diferentes para poder ajudar o técnico no momento do diagnóstico e reparo do componente, porém a regulamentação exige um mínimo de PID para o serviço \$02. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### **2.6.3 Serviço \$03 – Lista os DTCs confirmados que impactam emissões (falhas armazenadas)**

O serviço \$03 permite o *scanner* listar todos os DTCs de 5 dígitos que estão presentes no momento ou que já iluminaram a MIL recentemente. São listados somente os códigos de falha que impactam a emissão de poluentes. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### **2.6.4 Serviço \$04 – Limpa informações de diagnóstico, apaga os códigos de falhas**

Assim como descreve a ISO15031 o serviço \$04 exerce a função de permitir que equipamentos externos possam enviar um comando para a ECU a fim de apagar as informações de diagnóstico relacionadas com emissões. Dentre estas informações estão:

- Apagar LIM e número de código de falhas de diagnostico ;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$01).
- Apagar o I/M (Inspeção/Manutenção) bits do código de prontidão;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$01 e \$41).
- Código de falhas de diagnóstico confirmadas;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$03).
- Código de falhas de diagnóstico pendentes;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$07).
- Código de falhas de diagnóstico para dados de *freeze frame*;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$02, PID \$02).
- Dados de *freeze frame*;  
(informação que pode ser lida através do serviço \$02).
- Dados do teste do sensor de oxigênio;

(informação que pode ser lida através do serviço \$05)

- *Status* do teste do sistema de monitores;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$01).

- Resultado do teste de monitores *On-board*;

(informação que pode ser lida através do serviço \$06).

- Distancia percorrida enquanto LIM (Lâmpada Indicadora de Mau funcionamento) acesa;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$21).

- Número de partidas desde que os códigos de falhas de diagnóstico foram apagados;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$30).

- Distancia percorrida desde que os códigos de falhas de diagnóstico foram apagados;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$31).

- Tempo de motor em funcionamento enquanto LIM (Lâmpada Indicadora de Mau funcionamento) acesa;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$4D).

- Tempo desde que os códigos de falhas de diagnóstico foram apagados;

(informação que pode ser lida através do serviço \$01, PID \$4E).

Todas as *ECU's* devem responder ao comando com a ignição ligada e o motor desligado, caso esta condição não seja atendida, algumas *ECU's* por razões de segurança e/ou técnicas podem ignorar a solicitação do comando, as unidades de controle que utilizem *interface* SAE J1850 e ISO 9141-2, ou enviar uma mensagem de resposta negativa ao comando, no caso de unidades



de controle que utilizem *interface* ISO 14230-4 conforme descrito na própria ISO 14230-4. (ISO 15031-5, 2006).

### **2.6.5 Serviço \$05 – Requisita resultados do teste de sensor de oxigênio**

O serviço \$05 não é suportado pela CAN e sua funcionalidade está implementada no serviço \$06. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### **2.6.6 Serviço \$06 – Requisita resultados dos testes de bordo de sistemas monitorados que impactam nas emissões**

Este serviço permite o acesso a resultados dos testes de monitoramento de componentes e sistemas específicos que são continuamente monitorados (ex.: *misfire* ou falha de combustão) e sistemas não contínuos de monitoramento (ex.: catalisador). O resultado deverá exibir o último valor vigente do teste e também os limites máximo e mínimo. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### **2.6.7 Serviço \$07 – Requisita os DTCs detectados no ciclo de condução completo**

O serviço \$07 permite o *scanner* verificar os DTCs pendentes de acender a MIL no ciclo de condução vigente e anterior, sendo requerido para todos os DTCs e é independente do serviço \$03, porém com mesmo formato

O seu principal objetivo é ajudar o técnico durante o serviço de reparo do componente, que após sua substituição e posterior limpeza das informações de diagnóstico, poderá verificar os resultados e determinar se o problema foi solucionado. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### **2.6.8 Serviço \$08 – Requisita controle do sistema de bordo**

Este serviço permite que o *scanner* controle as operações do sistema de bordo, faça testes e opere componentes.

### 2.6.9 Serviço \$09 – Requisita informações do veículo

O serviço \$09 permite que o *scanner* requisite informações relacionadas ao veículo como Identificação de Calibração (CAL ID) e *software* utilizado na ECU.(SAE, 2007). A figura abaixo demonstra informações do \$09:

Número da Peça <b>032906034F</b>	Identificação <b>MARELLI 4GV MPSF 5006</b>
Código Atual <b>00044</b>	Informação Adicional 1 <b>9BWAB05Z2C4114140</b>
Código da Oficina (WSC) <b>00000</b>	Informação Adicional 2 <b>VWZ7Z0L0757375</b>

Figura 15: Informações de identificação da unidade de controle IAW-4GV. (Extraído de Scanner PC SCAN 3000 USB – Napro Eletrônica).

### 2.6.10 Serviço \$0A – Requisita DTCs que impactam emissões com status permanente

Este serviço permite que o *scanner* requisite todos os DTCs com o status permanente, que são códigos confirmados e retidos na memória não volátil até que o monitor apropriado determine que não exista mais a falha presente e não comandará a MIL para ser acesa. Assim sendo, este não poderá ser apagado pelo serviço \$04.

O serviço \$0A começou a ser implementado em veículos modelo 2010 para prevenir que burlassem a inspeção de emissões apagando os códigos de falha com o *scanner* ou simplesmente desconectando a bateria antes da ocorrência da inspeção.

A evidência de um código armazenado no serviço \$0A sem a MIL estar iluminada, significa que o sistema de bordo não conseguiu verificar se o reparo do problema ocorreu efetivamente. Conforme ISO15031-5 (ISO, 2006).

### 3 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

O surgimento da segunda geração de diagnóstico a bordo OBD-2 aliado com o aumento da aplicação da eletrônica embarcada, fez com que os veículos estejam cada vez mais equipados com unidades de controle eletrônico onde, para realizar as suas funções, necessitam de um intenso intercâmbio de dados e informações. Com isso torna-se necessário a utilização de Protocolos de Comunicação, nos quais, são meios de transmissão e recepção serial de dados utilizados para intercomunicar os módulos eletrônicos e/ou sensores e atuadores inteligentes entre si e com o equipamento de diagnóstico.

Existem vários tipos de protocolos de comunicação, cada qual com suas características técnicas específicas (como tempo de resposta, banda, redundância, detecção de erros, arquitetura da rede, *software* de programação e etc.), e é normal encontrar mais de um barramento implantado em um veículo (GUIMARÃES, 2007).

Em 1994, a Sociedade de Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos (SAE - *Society for Automotive Engineers*) definiu uma classificação para protocolos de comunicação automotivos baseada na velocidade de transmissão de dados e funções que são distribuídas pela rede. Os protocolos foram separados em classes A, B, C e D, sendo alguns pertencentes ao Diagnóstico:

-J1850 Classe 2

-J1850 SCP

-J1850 PCI

-ISO9141

-ISO14230 (KWP2000)

-ISO1979

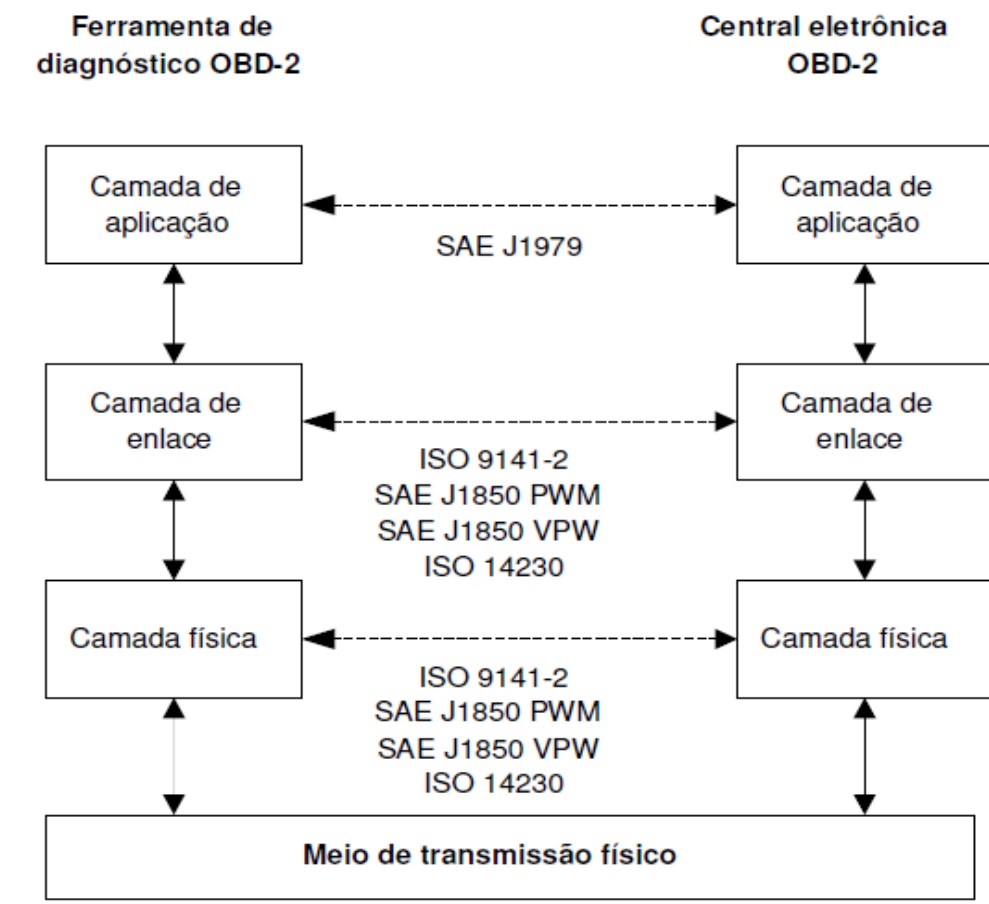


Figura 16: Arquitetura de protocolos / camadas de aplicação. (Extraído de BELO, 2003).

### 3.1 Classe A

Estão nesta classe os protocolos que utilizam taxa de transmissão de até 10Kbps. Segundo Guimarães, estes protocolos geralmente estão relacionados às funções de conforto de um veículo (GUIMARÃES, 2007).

Alguns dos protocolos pertencentes à Classe A são:

-SINEBUS	-ACP
-1°C	-BEAN
-SAE J1708	-LIN
-CCD	

### 3.1.1 Local Interconnect Network

LIN (*Local Interconnect Network*) é uma evolução do ISO 9141, uma rede de baixa velocidade e custo. Esta rede é normalmente usada para interligar dispositivos simples sem muitas variáveis de controle como assentos, espelhos e janelas (NETO, 2009).

## 3.2 Classe B

Estão nesta classe os protocolos que utilizam taxa de transmissão de 10Kbps a 125Kbps, são dedicados à conexão de ECUs, de forma a diminuir a necessidade de sensores através da troca de informações.

Segundo Guimarães, estes protocolos geralmente estão relacionados ao controle dos sistemas de entretenimento de um veículo e também usados para diagnóstico a bordo OBD (GUIMARÃES, 2007).

Alguns dos protocolos pertencentes à Classe B são:

-CAN 2.0 ISO11898 e ISO11519-2	-J1850 SCP
-CAN 2.0 SAE J1939	-J1850PCI
-J1859 Classe 2	

### 3.2.1 SAE J1850

Uma rede J1850 não possui um nodo central e não há o conceito de direção de sinal ou fluxo. Em uma rede J1850, todos os nodos são semelhantes, pois qualquer um pode transmitir e todos recebem as mensagens. De forma semelhante, símbolos e mensagens são independentes de quem está transmitindo ou recebendo. (NETO, 2009).

O barramento J1850 é usado de duas formas: A 41.6 Kbps via modulação por largura de pulso (PWM) em cabo duplo, ou a 10.4 Kbps via modulação de pulso variável (VPW) em cabo simples. Apesar de não serem compatíveis na camada física, os dois tipos possuem semelhanças na camada de ligação de dados. O protocolo utiliza a estratégia de transmissão CSMA/NDA. A tabela abaixo mostra as características dos dois tipos:

Rede	Taxa de Transmissão	Parte física
J1850 VPW	10.4 Kbits/s	Fio simples com terra.
J1850 PWM	41.6 Kbits/s	Dois fios, sinal balanceado.

Tabela 5: Tipos de protocolo J1850. (Adaptado de NETO, 2009).

No método de transmissão do J1850, que é o CSMA/NDA (“*Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration*”), a disputa pelo barramento é não destrutiva. Múltiplos nodos podem começar a transmissão simultaneamente. O barramento J1850 pode estar em dois estados: ativo e passivo. Nenhum destes estados unicamente é usado para passar informações. Mas o estado do barramento é importante para o entendimento da definição dos vários símbolos. O estado ativo é o dominante.

A rede define que o zero lógico é dominante. Logo, mensagens que tem prioridade são definidas com identificadores menores. Consequentemente, quando vários nodos estão transmitindo ao mesmo tempo, somente o nodo que transmitir um zero final vencerá a disputa e continuará sua transmissão. Os outros nodos verificam que perderam prioridade e interrompem seu envio.

Todas as comunicações no barramento J1850 são através de quadros, ou *frames*. Cada *frame* é construído de forma semelhante: O *frame* começa com o símbolo SOF (*start of frame*), seguido do *bit* mais significativo do primeiro *byte* da mensagem. O último *byte* transmitido deste segmento é um CRC (*cyclic redundancy check*). Por fim, o símbolo EOD (*end of frame*) indica o fim do segmento de dados (NETO, 2009).

### 3.2.1.1 SAE J1850 PWM:

A rede PWM consiste em um par de fios, o BUS+ e o BUS-. No modo passivo, a voltagem é -5 V (medição de BUS+ em relação a BUS-). Quando ativo, a voltagem é +5 V com relação ao terra, o barramento passivo tem BUS+ a 0 V e BUS- a 5 V, com as voltagens invertidas no barramento ativo. (NETO, 2009).

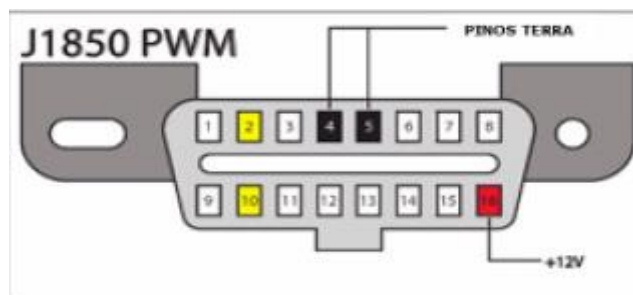


Figura 17: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo J1850PWM. (Extraído de BASTOS, 2012).

*Pulse Width Modulation* – 41.6 Kbit/s (padrão FORD)

*Pino 2: BUS + / Pino 10: BUS - / Tensão +5V*

Comprimento do *Frame* é restrito a 12 *bytes* (incluindo o CRC)

Emprega um esquema chamado CSMA/NDA “*Carrier Sense Multiple Access with Non-Destructive Arbitration*”

Obs.: Este padrão está em desuso nos veículos atuais e está sendo substituído pelo padrão *CAN BUS* (ISO15765-4).

### 3.2.1.2 SAE J1850 VPW

A rede VPW consiste de um único fio, denominado BUS+. Quando o barramento está no modo passivo, BUS+ está próximo de 0 V. Quando está ativo, a linha fica a +7 V.

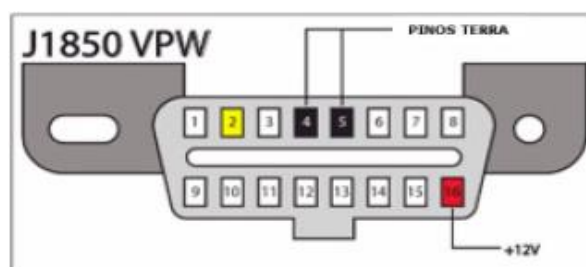


Figura 18: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo J1850VPW. (Extraído de BASTOS, 2012).

*Variable Pulse Width* – 10.4 a 41.6 Kbit/s (padrão GM)

*Pino 2: BUS +*

*Tensão +7V*

Comprimento do *Frame* é restrito a 12 *bytes* (incluindo o CRC).

### 3.2.2 ISO 9141

Um barramento ISO 9141 consiste de dois fios, designados linhas K e L (*K-line* e *L-line*). A tensão define o estado de cada linha, podendo estar em alta (1 lógico) ou baixa voltagem (0 lógico) (NETO, 2009).

Diferente do J1850, as linhas K e L não têm estados ativo ou passivo. Quando um nodo está ligado, ambas as linhas são ligadas à alimentação da bateria. Ambas as linhas ficam ociosas no estado 1. Para um nodo transmitir um 0, ele desvia a linha desejada para o terra e a mantém assim durante um tempo de *bit*.

A linha K é bidirecional e compartilhada por todos os nodos assim como o equipamento de teste externo. Todos os nodos ouvem esta linha e transmitem nela. A arquitetura da linha K é semelhante a um circuito lógico OU. Isto faz com que o um lógico seja o *bit* dominante.

A linha L é unidirecional, e somente o equipamento externo pode transmitir nela. Módulos que suportam diagnóstico externo têm que ouvir esta linha (NETO, 2009).

### 3.2.3 ISO 9141-2

Protocolo serial assíncrono. É baseada no UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), que é encontrado em outros padrões de comunicação como o RS-232., tendo os níveis de sinais diferentes, e a comunicação acontece em uma única linha em estrutura “*half-duplex*”. Geralmente é o meio físico entre dois dispositivos de comunicação um como *master* e outro como *slave* (MITSUBISHI, 2010).

*Pino 7*: Linha K / *Pino 15*: Linha L (opcional)

Tensão de alimentação = tensão da bateria

Comprimento do *Frame* é restrito a 12 *bytes* (incluindo o CRC)

As principais características da rede ISO 9141-2 são:

- Meio físico: Fio duplo (sinal não balanceado);



-Taxa de transmissão: 10.4 kb/s;

-Tempo de *bit*: 96.15 s;

Antes de um equipamento externo poder se comunicar com o computador a bordo, de acordo com a ISO 9141-2, a comunicação deve ser iniciada.

A sequência de iniciação permite que as duas partes, o equipamento externo e o computador de bordo, se reconheçam um ao outro e o meio com que eles se comunicarão.

Em essência, assim acontece o básico da iniciação:

1. O equipamento externo envia o código 51 a 5 *bauds* em ambas as linhas K e L. Depois, a linha L é desabilitada e fica ociosa.

2. Os componentes do veículo acordam se não estiverem ativos, mas somente o computador responsável pelo diagnóstico responde com o código 85 à taxa de 10.4 kb/s. Este é o *byte* de sincronização.

3. Todas as comunicações agora são feitas a 10.4 kb/s.

4. O computador de bordo envia duas palavras chaves, #1 e #2, ambos os valores de um *byte*.

5. O equipamento externo responde enviando uma inversão *bit a bit* da palavra #2.

6. O veículo responde enviando a inversa do comando de inicialização enviada pelo equipamento no primeiro passo.

7. A partir de então, a comunicação está estabelecida e operacional.

Uma vez que a ligação esteja feita, ela deve ser mantida. Se não houver tráfego no barramento por 5 segundos, cada computador assume que as comunicações estão encerradas. A inicialização deve ser repetida para reestabelecimento das comunicações.

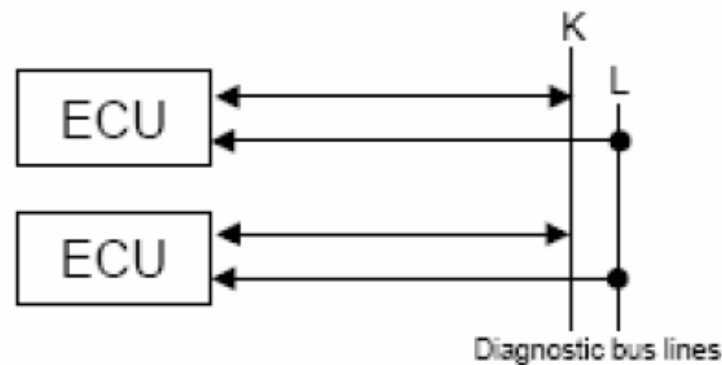


Figura 19: Barramento de diag. ISO 9141-2. (Extraído de CERQUEIRA, 2009).

### 3.2.4 ISO14230 (KWP2000)

Em meados dos anos 90, várias empresas do ramo automotivo se juntaram para criar um protocolo de comunicação padronizado, que posteriormente foi batizado de “*Keyword Protocol 2000*”.

Hoje o protocolo “KW2000” é amplamente utilizado no desenvolvimento de módulos eletrônicos e ferramentas de diagnóstico para o setor automobilístico (CERQUEIRA, 2009).

Este protocolo, assim como a ISO 9141 possui como estrutura duas linhas seriais para transmissão de dados: a linha K, que é utilizada para comunicação e inicialização, e a linha L, que é opcional e utilizada apenas para inicialização.

Similar ao protocolo ISO9141-2 ao meio físico, porém com *baud rate* variável permite a transferência de uma maior quantidade de dados por *frame*. Protocolo amplamente utilizado no Brasil, para veículos que não suportam, ou suportam parcialmente o *CAN BUS*.

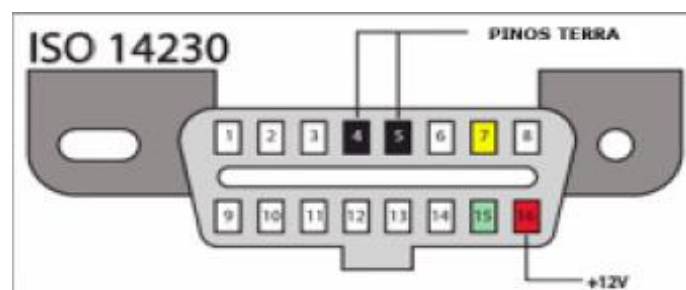


Figura 20: Pinos utilizados no conector OBDII pelo protocolo ISO14230. (Extraído de BASTOS, 2012).

*Pino 7: Linha K*

*Pino 15: Linha L (opcional)*

Camada física idêntica a ISO9141-2

Velocidade de 1.2 Kbaud/s a 10.4 Kbaud/s

Comprimento do *Frame* pode conter até 255 *bytes*.

### 3.3 Classe C

Estão nesta classe os protocolos que utilizam taxa de transmissão de 125Kbps a 1Mbps. Estes protocolos geralmente estão relacionados ao controle dos sistemas de segurança de um veículo. (GUIMARÃES, 2007).

Alguns dos protocolos pertencentes à Classe C são:

-CAN 2.0 ISO11898 e ISO11519-2

-CAN 2.0 SAE J1939 e ISO15765-4

#### 3.3.1 ISO15765-4

Protocolo de diagnóstico via Rede CAN. Suporta até 1Mbit/s de *baud rate*, onde não existe arquitetura *master / slave*, e sim uma rede entre vários dispositivos, onde as informações são populares nas redes continuamente através dos “*Ids*”. Pode-se também utilizar o *frame* CAN padrão (ID de 11 *bits*) ou o *frame* CAN estendido (ID de 29 *bits*). O DLC das mensagens deve ser sempre oito *bytes*, mesmo que não sejam utilizados todos os oito *bytes* da mensagem (ISO, 2006).

No caso da utilização do ID de 11 *bits*, para que a comunicação seja efetuada, o equipamento de diagnóstico deve usar o ID 0x7DF em todas as suas mensagens. A ECU do veículo deve usar um ID na faixa de 0x7E8 a 0x7EF (ISO, 2006).

A forma mais simples dessa comunicação é através de *frames* únicos (*single frames*), que consiste na transmissão de dados em apenas um *frame* CAN de no máximo 8 *bytes* de dados.

A implementação do conceito CAN BUS como interface de diagnóstico é uma tendência da indústria automotiva e é requisito mandatório em EOBD e



## 4 CIRCUITO ELM 327

### Block Diagram

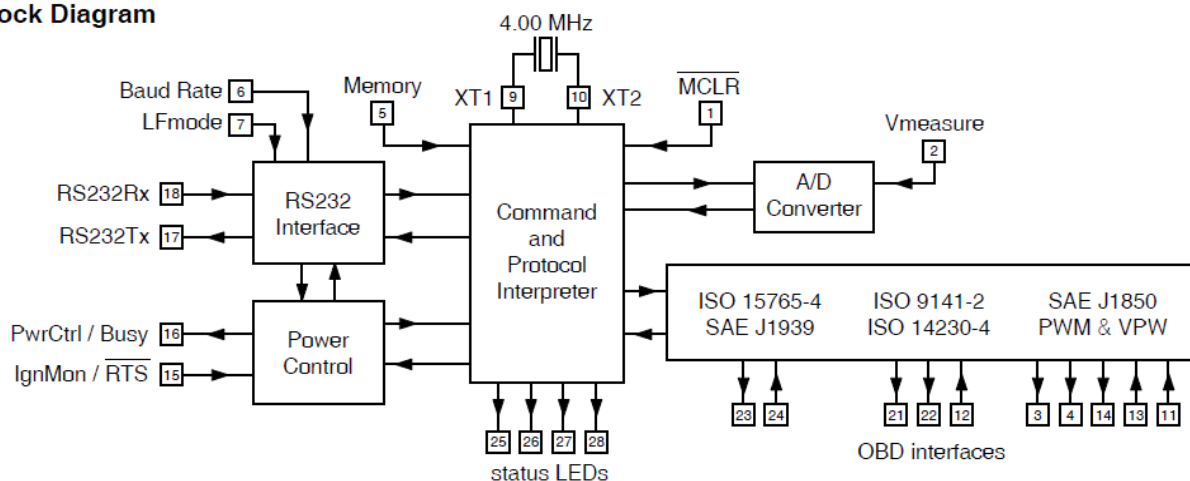


Figura 22: Diagrama de Blocos – ELM327. (Extraído de Datasheet ELM 327).

O ELM 327 é um *Scanner* automotivo OBD utilizado em conjunto com a base de um computador pessoal, o que torna fácil a busca de informações. Ele realiza a comunicação com todos os protocolos necessários e identifica automaticamente o protocolo de comunicação que o veículo utiliza, seu *hardware* e *software* são completos para fazer a comunicação com o veículo através de um conector OBDII (SILVA, 2010). A figura 22 mostra o diagrama de blocos desse circuito integrado.

O ELM327 é baseado em outros circuitos integrados, como o ELM320, o ELM322 e o ELM323 e foram adicionados a ele sete protocolos CAN. O resultado é um circuito integrado que pode automaticamente perceber e converter a maioria dos protocolos que estão em uso atualmente, conforme tabela 6. Também há outras melhorias como, por exemplo, uma opção de RS232 de alta velocidade, monitoramento da tensão de bateria e características personalizáveis através de parâmetros programáveis (CERQUEIRA, 2009).

Protocol	Description
0	Automatic
1	SAE J1850 PWM (41.6 kbaud)
2	SAE J1850 VPW (10.4 kbaud)
3	ISO 9141-2 (5 baud init)
4	ISO 14230-4 KWP (5 baud init)
5	ISO 14230-4 KWP (fast init)
6	ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 kbaud)
7	ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 500 kbaud)
8	ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 250 kbaud)
9	ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 250 kbaud)
A	SAE J1939 CAN (29 bit ID, 250* kbaud)
B	User1 CAN (11* bit ID, 125* kbaud)
C	User2 CAN (11* bit ID, 50* kbaud)

\*user adjustable

Tabela 6: Protocolos suportados – ELM327. (Extraído de Datasheet ELM 327).

O ELM327 requer poucos componentes externos para torná-lo um CI (circuito integrado) funcional e é produzido tendo como núcleo um microcontrolador da família PIC18F2x8x da *Microchip* - família de circuitos lógicos CMOS. (*Datasheet* ELM 327).

## 4.1 Comunicação

Um dos métodos mais simples de se comunicar com o ELM327, através de um computador, é utilizando-se algum programa "terminal" disponível (*Hyper Terminal, ZTerm, etc.*) para digitar caracteres diretamente do teclado do computador utilizado.

Para utilizar um programa terminal é necessário configurar o *software* utilizado para se comunicar corretamente com o ELM327. Todas as respostas dadas pelo ELM327 são terminadas com um caractere simples de retorno.

No início da comunicação, o ELM327 envia uma mensagem informando a versão do CI, o que permite que seja verificado se as configurações do *software* utilizado estão de acordo com as do CI.

Sempre que o ELM327 está em estado de espera, pronto para receber dados pela porta RS232, é enviado o caractere ">". As mensagens enviadas pelo computador também podem ser destinadas para uso interno do ELM327 ou para reformatar e passar pelo barramento OBD.

Uma vez que a mensagem completa tenha sido recebida, o ELM327 pode determinar rapidamente para onde os dados devem ser enviados, isso através da análise completa dos dados recebidos. Comandos para uso interno do ELM327 sempre devem começar com os caracteres "AT", enquanto que comandos para o barramento OBD devem conter apenas os códigos ASCII para dígitos hexadecimais (de 0 a 9 e de A a F).

As mensagens que não são compreendidas pelo ELM327 sempre serão sinalizadas por um ponto de interrogação. Mas isso não significa que a mensagem foi ou não compreendida pelo veículo, pois o ELM327 não verifica se a mensagem enviada para o veículo está errada. Ele não distingue letras maiúsculas de minúsculas e, também ignora caracteres de espaço e todos os caracteres de controle (*tab*, *enter*, *etc.*).

Outra característica do ELM327 é a habilidade de repetir qualquer comando quando algum caractere de retorno é recebido. Se for enviado um comando, não será mais necessário reenviar o comando inteiro, mas apenas o caractere de retorno. Porém a memória armazena apenas o último comando enviado. As principais características do ELM327 são apresentadas na tabela 7.

Característica	ELM327
Frequência do cristal	4,00 MHz
Quantidade de pinos	28
Velocidade da RS232	9600 ou 38400
Comandos AT	Totalmente configurável via comandos AT
Nº de protocolos suportados	12
Monitoria de tensão da bateria	Sim

Tabela 7: Características ELM327. (Adaptado de Datasheet ELM 327).

## 5 INTERFACE HOMEM-MÁQUINA VIA LABVIEW®

O *LabVIEW® – Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench* é o ambiente de programação desenvolvido pela *National Instruments* que utiliza a linguagem gráfica (linguagem G) para o desenvolvimento de aplicativos. Sua forma de programação é altamente produtiva e propicia a construção de sistemas voltados para aquisição, análise e apresentação de dados, conforme o fluxo ilustrado na Figura 23. Isto facilita o processo de aprendizado permitindo que pessoas, mesmo com pouco treinamento, sejam capazes de realizar tarefas que em outras linguagens demandariam maior esforço e tempo.

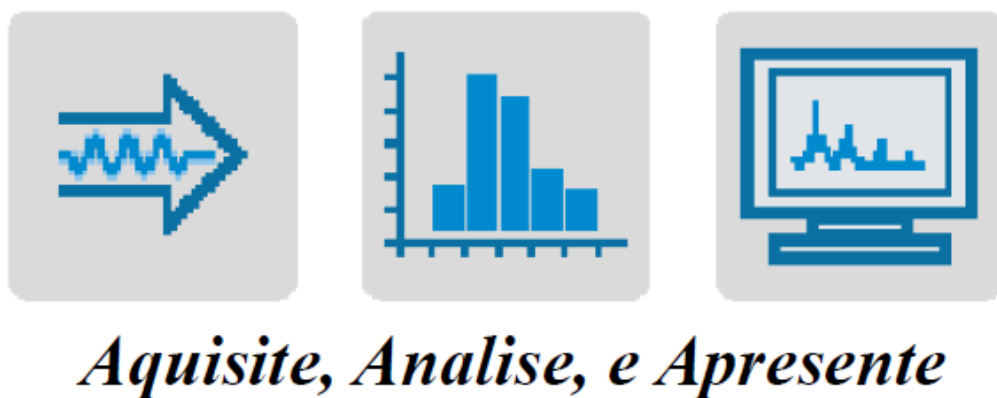


Figura 23: LabVIEW– Aquisição, análise e apresentação de dados. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012).

### 5.1 Características

Abaixo seguem as principais características dos programas fontes criados em *LabVIEW*:

- Os programas em *LabVIEW* possuem extensões chamadas de VI – *Virtual Instruments*.
- As VIs fornecem duas *interfaces*: uma *interface* para o fluxo de dados que é o código fonte chamado de Diagrama de Blocos, onde se desenvolve toda a lógica do *software* (A figura 24 detalha essa *interface*.); e o Painel Frontal que também permite a programação, a visualização de variáveis e interação do usuário com o programa. (A figura 25 detalha essa *interface*).



## Janela do Diagrama de Blocos

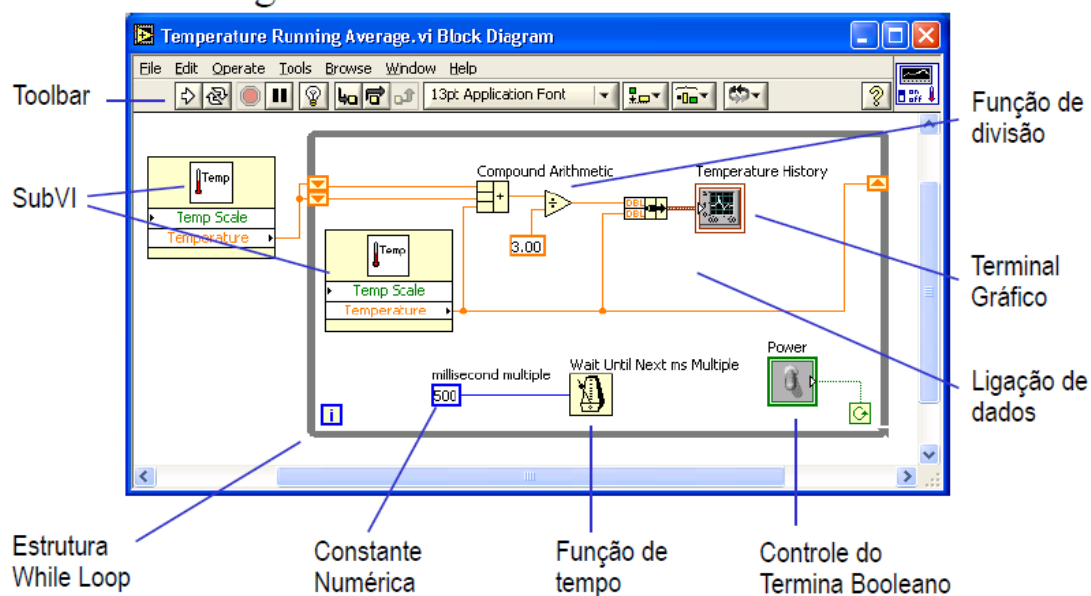


Figura 24: Diagrama de Blocos – LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012).

## Janela do Painel Frontal

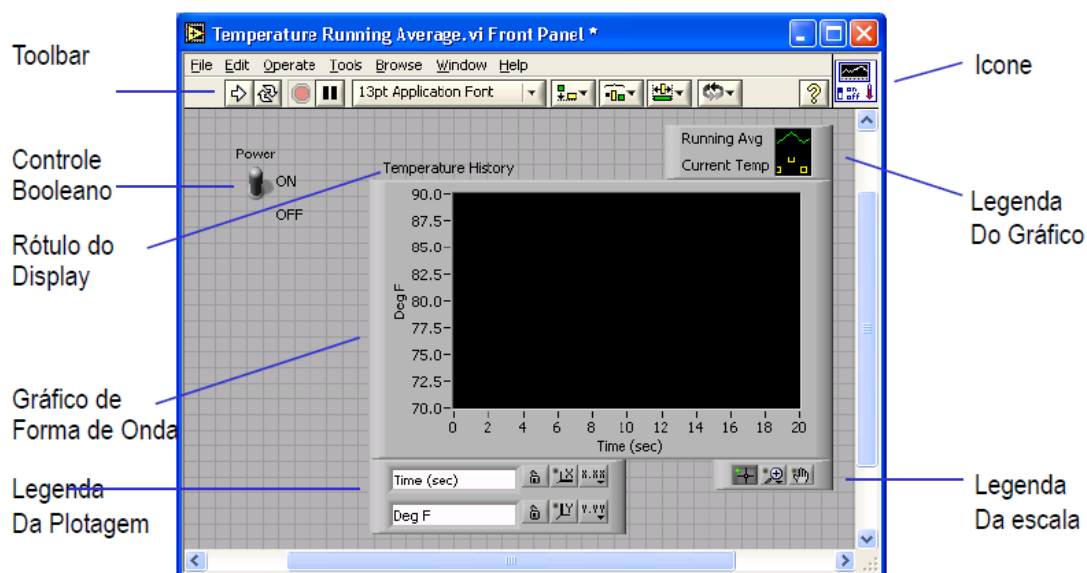


Figura 25: Painel Frontal - LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012).

Seu modo de operação possui uma lógica peculiar que é o Fluxo de Dados, na qual, diferentemente do conceito de fluxo linear da Linguagem C, as

funções executam em paralelo (“da esquerda para a direita da tela”) com a dependência apenas do fluxo de dados entre as funções.

- *SubVIs* são sub-rotinas do *LabVIEW* que executam trechos repetidos, muito utilizados ou funções específicas (ex. Leitura da porta serial do computador). Com isso temos um programa mais robusto resultando em uma melhor visualização.

- Polimorfismo é uma característica do *LabVIEW*, onde o programa consegue realizar funções/equações mesmo se as variáveis de entrada possuírem precisões (extensões) diferentes. Por *default*, o resultado terá sempre a extensão de maior precisão.

Portanto, escolhemos a linguagem *LabVIEW* como plataforma de desenvolvimento para o *software* de *interface* homem-máquina, devido às vantagens apresentadas e sua vasta aplicação (conforme figura 26). Aliado a isso, os autores deste projeto possuem um melhor domínio dessa linguagem de programação, sendo que há uma disciplina na graduação (Ferramentas Computacionais) que também dá ênfase ao aprendizado e uso da linguagem *LabVIEW*.

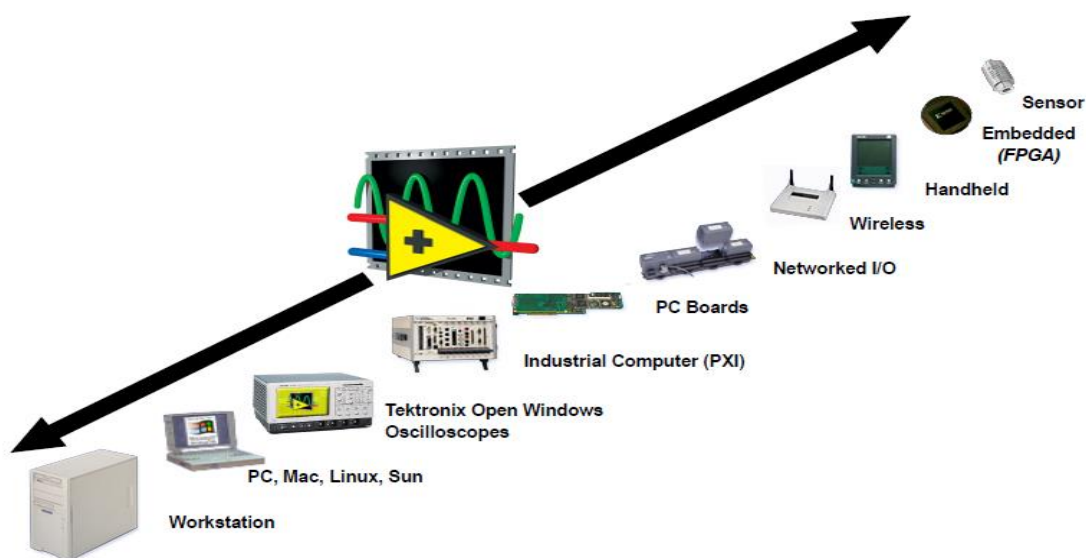


Figura 26: Aplicações do LabVIEW. (Adaptado de notas de aulas do Profº Edson Kitani, 2012).

OBS.: No próprio site da empresa National <[www.ni.com/labview](http://www.ni.com/labview)> há mais informações sobre essa linguagem ou em seu manual: LabVIEW Manual , National Instruments, 2005.

## 6 METODOLOGIA

Este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de diagnóstico veicular através de uma interface gráfica utilizada em um computador de fácil manuseio ao usuário.

O desenvolvimento do projeto está detalhado nos subcapítulos a seguir:

### 6.1 HARDWARE UTILIZADO

Para a aquisição dos dados do veículo, em um primeiro momento tivemos a intenção de montar o equipamento de diagnóstico conforme as especificações do *datasheet* do circuito integrado ELM327, cuja as vantagens já foram explicadas no capítulo 3. Contudo, conversando com nossos orientadores chegamos a um comum acordo que o desenvolvimento do *software* inovador em *LabVIEW*. Utilizamos um scanner OBD-2 comercial (fácil de ser adquirido em sites específicos e com um baixo custo), sendo que o *scanner* possui o CI ELM327 e atende as necessidades de uma ferramenta de diagnóstico OBD-2:

- Busca automática do protocolo de comunicação;
- Leitura de DTC;
- Apagar a memória de DTC e seus respectivos *Freeze Frames*;
- Leitura de dados dos serviços e PIDs disponíveis no protocolo e identificação do veículo;

A figura 27 traz a imagem do *hardware* utilizando no projeto, sendo eliminado o CD de instalação do programa, pois utilizamos o nosso próprio *software* para o tratamento dos dados na comunicação entre o equipamento e a ECU.



Figura 27: Imagem do Scanner ELM 327 V1.5ª, utilizado neste projeto.(Adaptado de <http://www.eobd2.com>).

## 6.2 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Neste capítulo, será explicado o tratamento dos dados obtidos pela comunicação do ELM 327 e a ECU através dos serviços \$01, no qual permite o acesso às informações vigentes de dados relacionados ao *powertrain*, dentre eles sinais de entradas/saídas analógicas e digitais e também informações de funcionamento do motor. Os serviços \$03(leitura de falhas armazenadas); \$04(apagar falhas armazenadas) e \$09(informações adicionais do veículo).

Para o tratamento dos PIDs utilizamos no *software* em *LabVIEW®* as funções: *String Subset* que busca um valor em hexa dentro do conjunto hexadecimal disponível na leitura da serial. A função *Hexadecimal String to Number* para converter um valor hexadecimal em um valor numérico. Por fim, o ultimo tratamento dos dados é em relação à escala por *bit* e *offset* que o anexo B - ISO15031-5 especifica para cada PID, resultando em valor de leitura compreensível para o usuário.

## 6.2.1 Serviço \$01

Dentro do serviço \$01, este trabalho consegue tratar as informações dos seguintes PIDs:

### 6.2.1.1 Comando >0100 - PIDs suportados

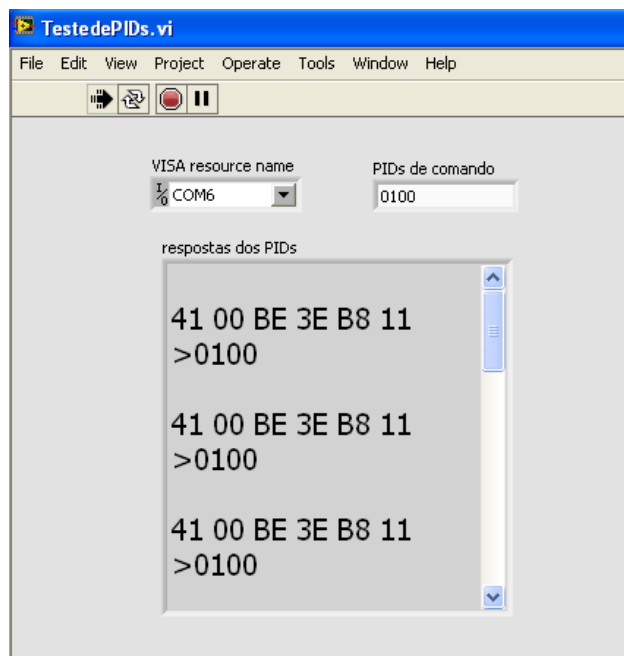


Figura 28:Resposta comando 0100

Através de PID's (*Parameter ID*), pré-determinados na ISO-15031-5 anexo A de 2006, do serviço \$01 é possível determinar quais os PID's (*Parameter ID*) são suportados pela respectiva ECU (*Electronic Control Unit*), ou seja, quais são os parâmetros de leitura disponibilizados no programa de diagnose da respectiva ECU.

Cada PID pré-determinado é capaz fornecer a informação referente dos 31 PID's subsequentes e o ultimo *bit* indica se há informação disponível dos próximos 31 PID's e assim sucessivamente (O mesmo se aplica nos PIDs de 21-40 / 41-60).

No exemplo de solicitar o comando 01 00 a ECU retorna a resposta a ser decodificada em quatro *bytes* precedida da mascara referente ao comando, adicionando 40 ao comando original, ou seja, 41 00.

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um veículo Volkswagen Polo 1.6 ano 2004 do laboratório de testes da faculdade FATEC SANTO ANDRÉ.

Ao ser realizada a solicitação do PID 01 00 a resposta obtida foi 41 00 BE 3E B8 11, onde cada caractere após a mascara deve ser transformado de hexadecimal para binário formando cada caractere um *nibble* e o conjunto de caracteres uma *double word* conforme a figura 24, cada *bit* corresponde a um PID partindo da esquerda como PID menos significativo e a direita o PID mais significativo.

Caso o valor *bit* seja “1” o PID está disponível, consequentemente se o valor for “0” o PID não está disponível como parâmetro de diagnóstico da ECU.

Na anexo II é possível visualizar a disponibilidade dos PID's de 01 à 1F e que existe a informação dos próximos 31 PID's através do PID 01 20, pois o último *bit* da DWORD está com o valor “1”.

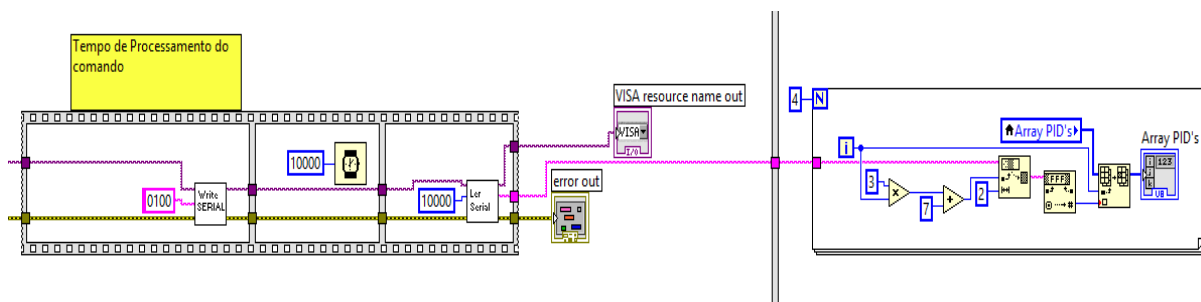


Figura 29: Descrição da resposta ao PID 00. (Fonte: Os autores)

### 6.2.1.2 Comando >0101 - Solicita a quantidade de DTCs presentes na memória e informações de monitores

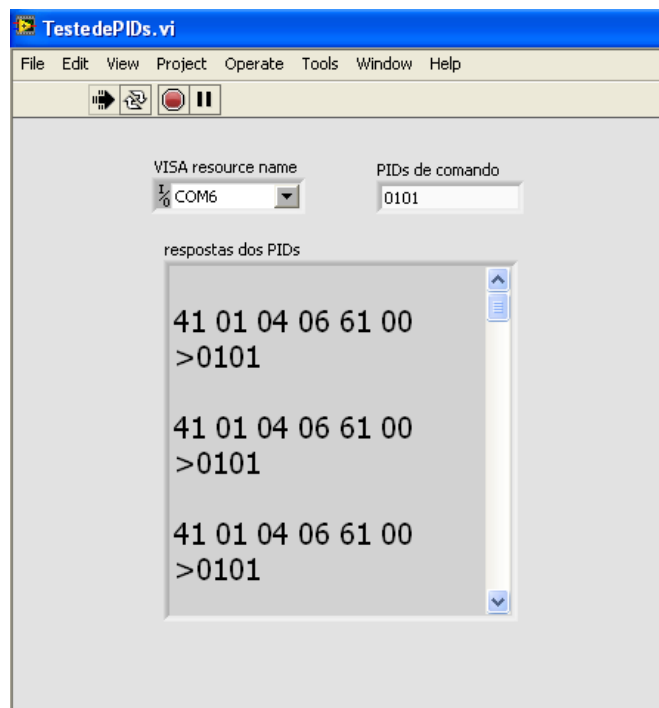


Figura 30: Respostas ao comando 0101

Através do serviço \$01 PID 01 é possível solicitar encontrar informações sobre o numero de falha presente na ECU relacionados com emissões, dos quais os códigos de cada falha podem ser encontrados através do serviço \$03, e também sobre o monitores suportados pelo veículo.

No exemplo de solicitar o comando 01 00 a ECU retorna a resposta a ser decodificada em quatro *bytes* precedida da mascara referente ao comando, adicionando 40 ao comando original, ou seja, 41 01.

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um veículo Volkswagen Polo 1.6 ano 2004 do laboratório de testes da faculdade FATEC SANTO ANDRÉ.

Ao ser realizada a solicitação do PID 01 00 a resposta obtida foi 41 01 81 07 65 04, onde cada byte após a mascara deve ser tratado de forma individual.

No primeiro byte dos quatro disponíveis é extraída a informação de número de falhas relacionadas com emissões presentes nas memórias de manutenção NVRAM ou *Keep Alive RAM* e o estado da lâmpada LIM. O *bit* mais significativo do primeiro byte indica o estado da lâmpada LIM, caso 1 acesa ou 0 apagada, e os demais sete *bits* compõem o número de falhas armazenados na ECU, ou seja, este valor não ultrapassa 127 falhas.

Do segundo byte ao quarto são extraídas informações dos monitores do veículo.

No segundo *byte* o *nibble* menos significativo disponibiliza informações dos monitores suportados pelo veículo:

- Bit 0: Monitoramento de falha de ignição (*Misfire*);
- Bit 1: Monitoramento do sistema combustível;
- Bit 2: Monitoramento do componente de compressão;
- Bit 3: Reservado ISO/SAE;

No segundo *byte* o *nibble* mais significativo disponibiliza informações atualizadas dos monitores a partir da última vez que a memória foi apagada através do serviço \$04:

- Bit 4: Monitoramento de falha de ignição pronto (*Misfire*);
- Bit 5: Monitoramento do sistema combustível pronto;
- Bit 6: Monitoramento do componente de compressão pronto;
- Bit 7: Reservado ISO/SAE;

No terceiro *byte* é disponibilizada a informação de disponibilidade de monitores adicionais, sendo que caso o valor do bit seja “0” o monitor não é disponibilizado pela ECU e caso o valor seja “1” o monitor está disponível na ECU:

- Bit 0: Monitoramento do catalisador:



- Bit 1: Monitoramento do catalizador aquecido;
- Bit 2: Monitoramento do sistema evaporativo;
- Bit 3: Monitoramento do sistema de ar secundário;
- Bit 4: Monitoramento do sistema refrigerante (ar condicionado);
- Bit 5: Monitoramento do sensor de oxigênio (lambida);
- Bit 6: Monitoramento de aquecimento do sensor de oxigênio;
- Bit 7: Monitoramento do sistema EGR;

No quarto *byte* é disponibilizada a informação de estado dos monitores atualizados no mínimo uma vez por viagem, sendo que, caso o valor do bit estiver em “0” significa que o monitoramento está completo, ou não é aplicável e caso o valor esteja em “1” significa que o monitoramento não está completo;

- Bit 0: Monitor do catalizador pronto;
- Bit 1: Monitor do catalizador aquecido pronto;
- Bit 2: Monitor do sistema evaporativo pronto;
- Bit 3: Monitor do sistema de ar secundário pronto;
- Bit 4: Monitor do sistema refrigerante (ar condicionado) pronto;
- Bit 5: Monitor do sensor de oxigênio (lambida) pronto;
- Bit 6: Monitor de aquecimento do sensor de oxigênio pronto;
- Bit 7: Monitor do sistema EGR;

Para uma melhor visualização das informações citadas, o anexo II as trata de forma gráfica.

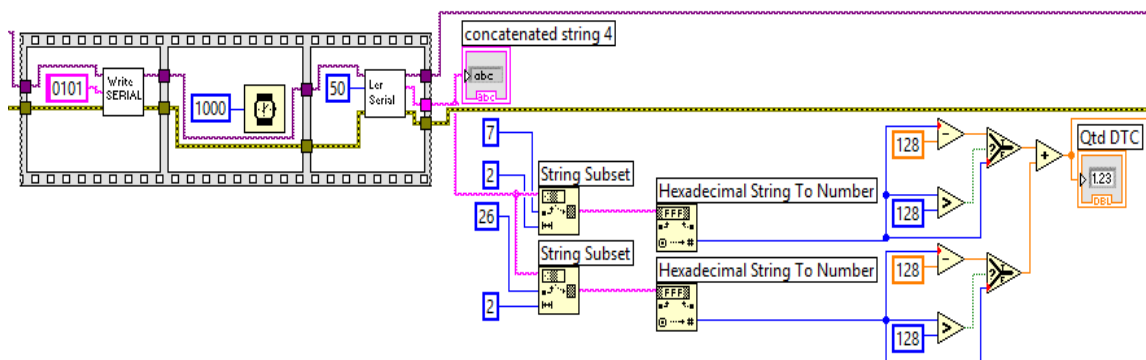


Figura 31: Tratamento dos dados – Quantidade de DTCs. (Fonte: Os autores)

### 6.2.1.3 Comando >0104 - Carga do Motor [%]

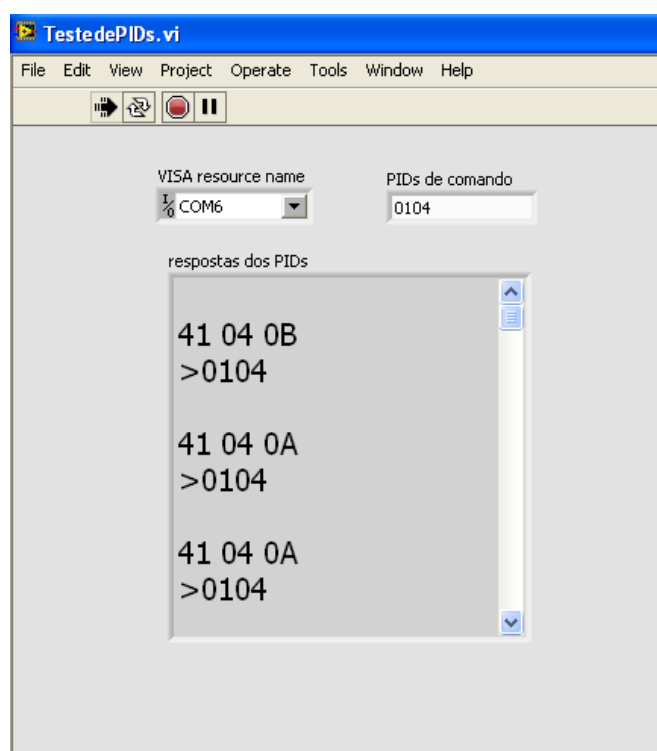


Figura 32: Resposta ao Comando 0104

A carga do motor corresponde a condição de funcionamento do motor, tendo como base o valor do sensor de pressão absoluta no coletor (MAP) e a carga do veículo que é o valor da posição do corpo de aceleração (TPS).

Exemplo de comunicação:

41 04 25 <----- resposta do comando 0104, disponível na leitura da serial.

>0104

### Explicando o dado:

41 04 <-----resposta com o valor do comando 01 acrescido de 40

25 < -----valor obtido de carga do motor

### Convertendo o dado obtido:

25 de hexa para decimal:  $2 \times 16 + 5 = 35$

### Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. = 0%

Valor Máx. = 100%

Escala por Bit:  $100 / 255 \% = 0,39$

A figura 30 mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

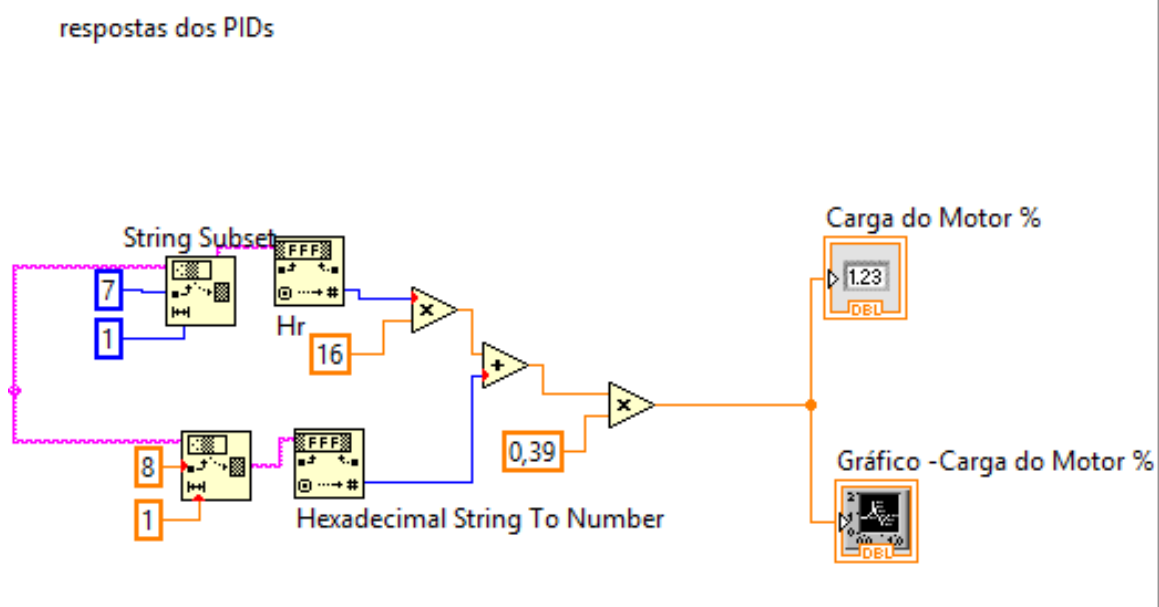


Figura 33: Tratamento dos dados – Carga do Motor. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.4 Comando >0105 - Temperatura do Líquido de Arrefecimento

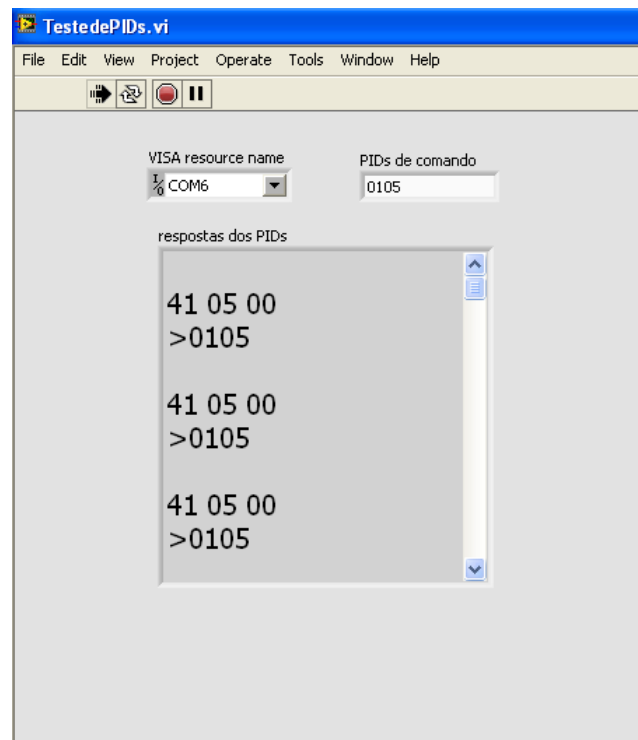


Figura 34: Respostas ao comando 0105

O motor de combustão interna necessita de uma temperatura de operação para converter a energia do combustível em trabalho de forma eficiente. Para tanto, é necessário a existência de um sistema que mantenha a temperatura interna do motor dentro de certos limites. Esse sistema é o de arrefecimento (Academia VOLKSWAGEN).

O sensor de temperatura do motor está localizado na saída do líquido de arrefecimento do cabeçote e está submetido às variações de temperatura do mesmo. O seu princípio de funcionamento é igual ao do sensor de temperatura do ar de admissão, ou seja, trata-se de um termistor com propriedades NTC.

Exemplo de comunicação:

0105 <---comando

41 05 49 <----resposta do comando 0105, disponível na leitura da serial.

>01 05

Explicando o dado:

41 05 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

49 < ----- valor obtido de Temperatura do Motor

Convertendo o dado obtido:

49 de hexa para decimal:  $4 \times 16 + 9 = 73$

73° retirando o *offset*

$73 - 40 = 33^{\circ}\text{C}$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. =  $-40^{\circ}\text{C}$

Valor Máx. =  $215^{\circ}\text{C}$

A figura 35 mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

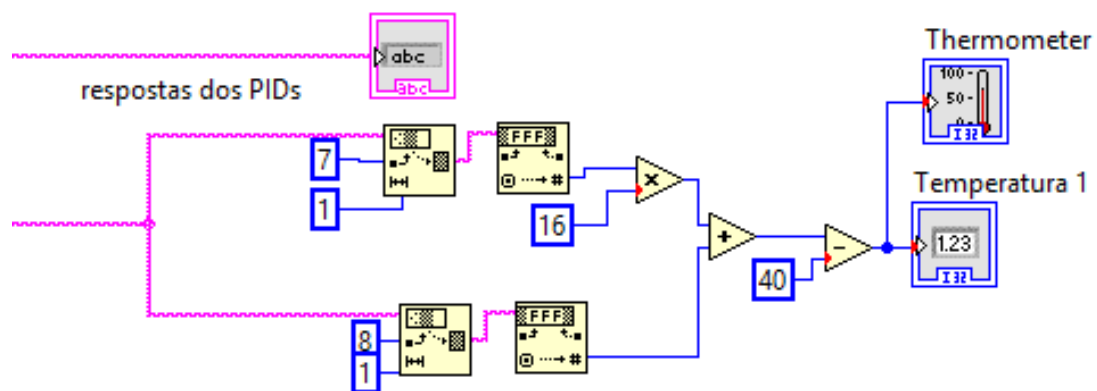


Figura 35: Tratamento dos dados – Temperatura do Motor. (Fonte: Os autores)

### 6.2.1.5 Comando >0106 – Ajuste de mistura a curto prazo - Sensor de Oxigênio Banco 1 Sensor 1

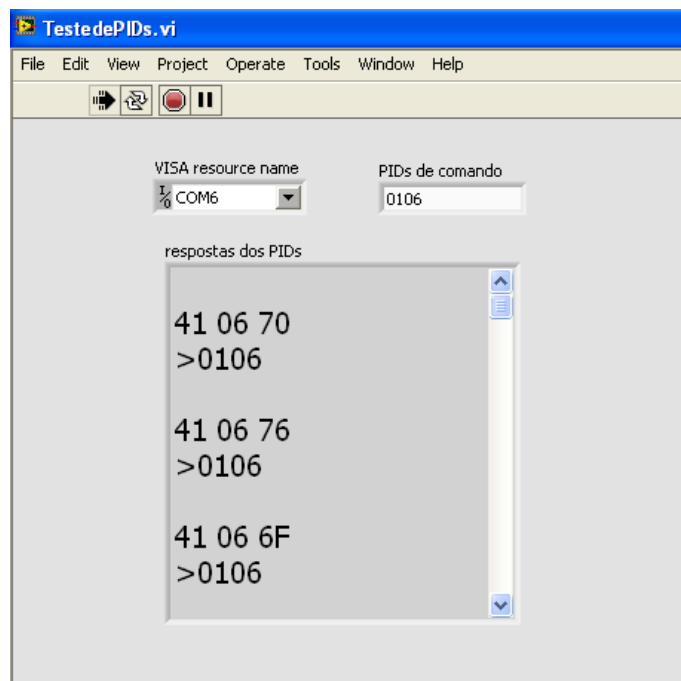


Figura 36: Resposta ao comando 0106

O sensor de oxigênio está localizado no sistema de escapamento, geralmente próximo ao motor (B1S1 antes do catalisador) e está em contato direto com os gases de escape. Sua função é medir a concentração de oxigênio existente nos gases de escape e garante continuamente a correta composição da mistura ar/combustível.(Academia VOLKSWAGEN).

Através da análise adequada da presença do oxigênio na saída dos gases é possível equilibrar a relação da mistura ar/combustível em Lambda 1 = tensão no sensor de aproximadamente 500mV e a porcentagem de correção é nula (0%). O valor deste parâmetro depende da informação da sonda, alguns instantes antes.

Exemplo de comunicação:

41 06 82 <----- resposta do comando 0106, disponível na leitura da serial.

>0106

Explicando o dado:

41 06 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

82 < ----- valor obtido de tensão na sonda lambda B1S1

Convertendo o dado obtido:

82 de hexa para decimal:

$$8 \times 16 + 2 = 130$$

Segundo ISO15031-5:

Valor Min = -100%

Valor Máx = +99.22%

Escala por Bit:  $100/128 \% = 0.78$

A figura 37 mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

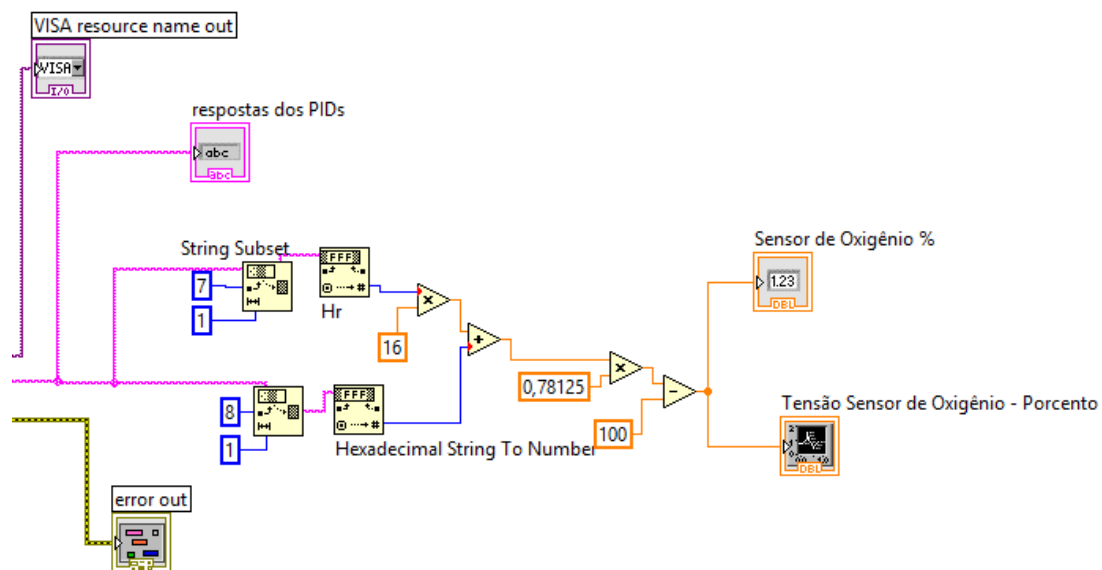


Figura 37: Tratamento dos dados – Ajuste de mistura a curto prazo (%) do sensor de Oxigênio B1S1.

### 6.2.1.6 Comando >0107 – Ajuste de Mistura a longo prazo - Sensor de Oxigênio Banco 1 Sensor 2

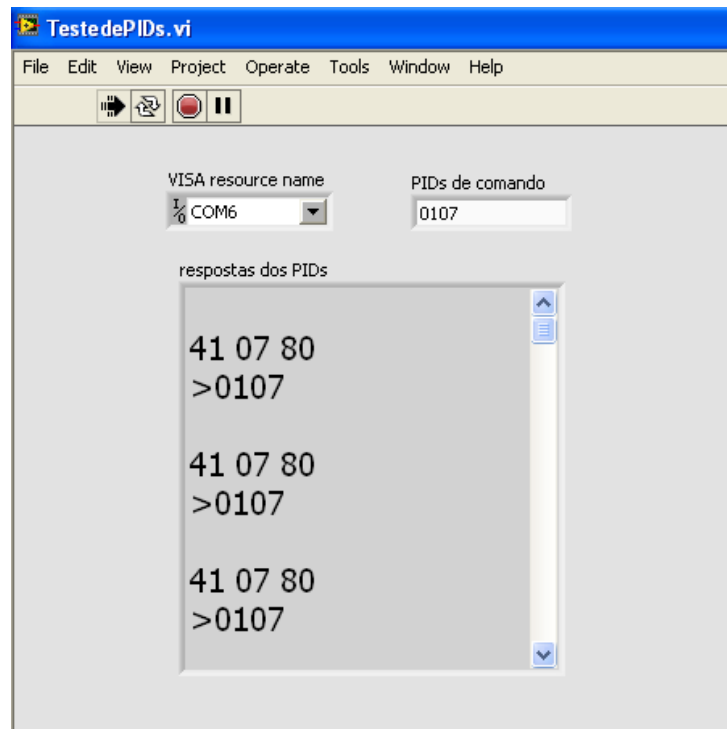


Figura 38: Resposta ao comando 0107

O valor deste parâmetro reflete o “aprendizado” realizado, em função da tendência, nas correções de curto prazo, dos últimos valores obtidos.

Exemplo de comunicação:

41 06 82 <----- resposta do comando 0107, disponível na leitura da serial.

>0106

Explicando o dado:

41 06 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

82 < ----- valor obtido de tensão na sonda lambda B1S2

Convertendo o dado obtido:

82 de hexa para decimal:

$$8 \times 16 + 2 = 130$$

Segundo ISO15031-5:

Valor Min = -100%



Valor Máx = +99.22%

Escala por Bit:  $100/128 \% = 0.78$

A figura 39 mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

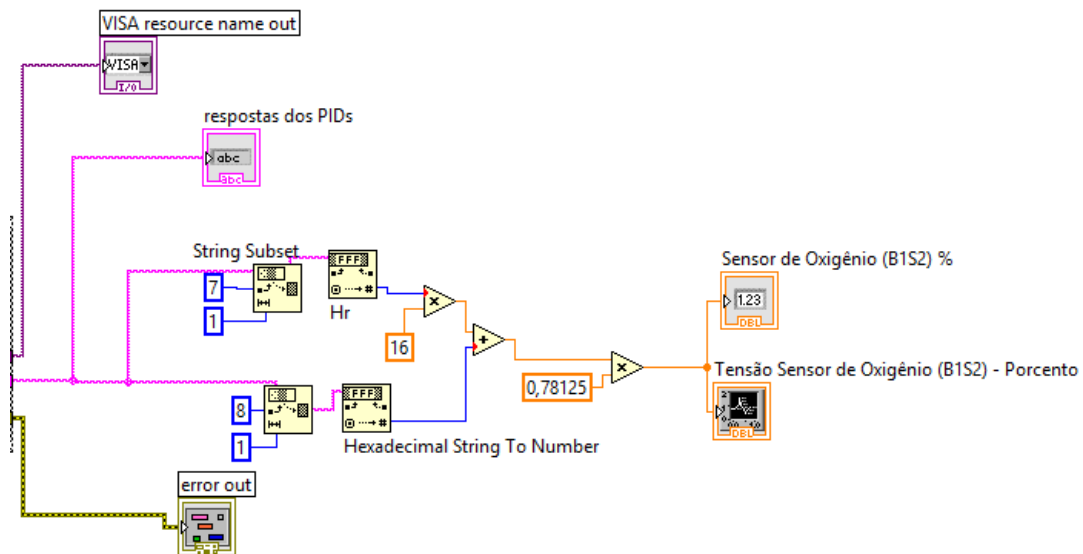


Figura 39: Tratamento dos dados – Ajuste de Mistura a longo prazo (%) do sensor de Oxigênio B1S2.

#### 6.2.1.7 Comando >010b - MAP (Sensor de pressão Absoluta)

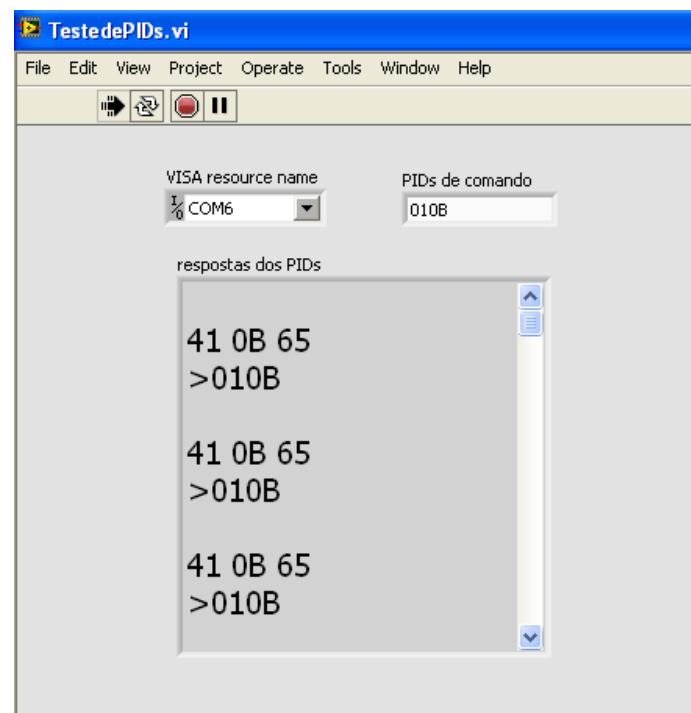


Figura 40: Resposta ao comando 010b

Para a ECU calcular a quantidade de combustível a injetar num motor em funcionamento, respeitando a relação estequiométrica, é preciso medir a quantidade de massa de ar que está sendo aspirada instantaneamente (Academia VOLKSWAGEN).

Na maioria dos motores aspirados, a forma de medição dessa massa de ar é feita através do princípio de medição indireta, isto é, a massa de ar é calculada em função da densidade do ar aspirado e da rotação do motor, sendo determinada em função da pressão e da temperatura do ar.

O sensor MAP é fundamental para os cálculos da massa de ar admitida. Localizado no coletor de admissão, está submetido às variações de depressão causadas pelas cargas impostas ao motor. É constituído por um elemento semiconductor, integrado a um diafragma de silício. A pressão interna no coletor age sobre o diafragma, causando a sua deformação. Como o elemento semiconductor está integrado a este, acaba se deformando conjuntamente, variando o seu valor de resistência. A ECU alimenta o sensor com 5V e interpreta a pressão do ar no coletor através da tensão do sinal de retorno do sensor, que varia em função da deformação causada no elemento semiconductor (Academia VOLKSWAGEN).

Exemplo de comunicação:

010b <--- comando

41 0b 2A <----- resposta do comando 010b, disponível na leitura da serial.

>01 0b

Explicando o dado:

41 0b <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

2A < ----- valor obtido de Pressão Absoluta.

Convertendo o dado obtido:

2A de hexa para decimal:  $2 \times 16 + 10 = 42$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. = 0kPa

Valor Máx. = 255kPa

Escala por bit: 1kPa por *Bit*

OBS.: Podemos alterar a unidade de medida de pressão. Multiplicando o valor em kPa por dez, fazemos a conversão para mBar.

A figura 41 mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

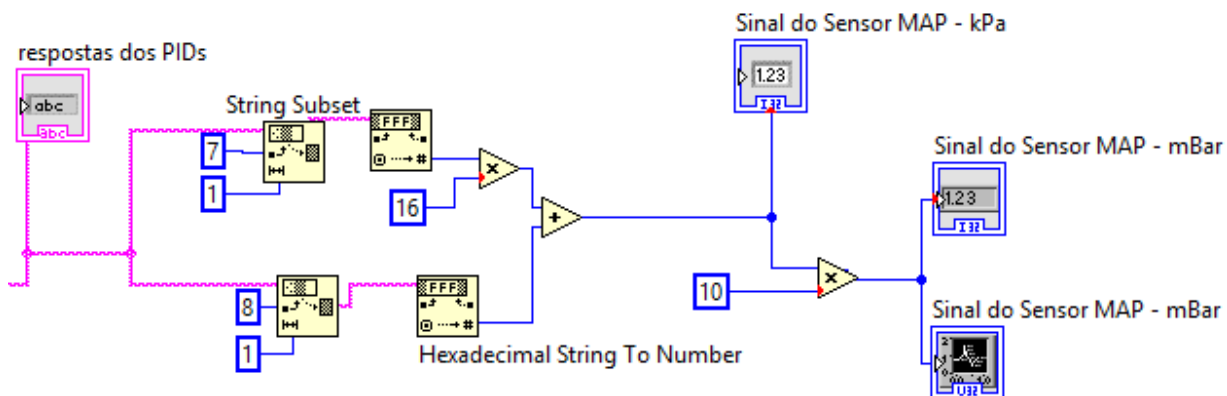


Figura 41: Tratamento dos dados – Sensor MAP. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.8 Comando >010c - Rotação do Motor

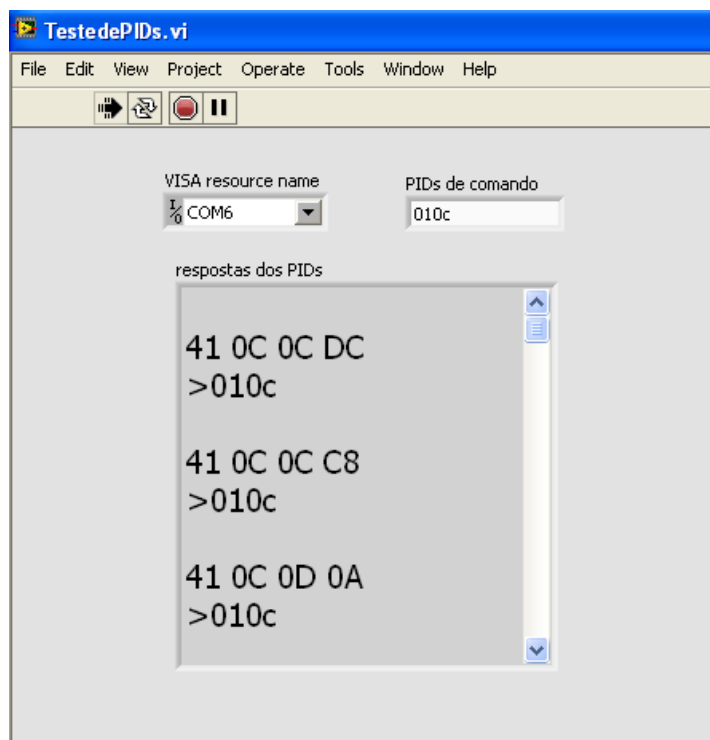


Figura 42: Resposta comando 010c

Existem dois tipos de sensores, o tipo *Hall* e o indutivo. Ambos tem a finalidade de determinar a rotação instantânea do motor e a posição da árvore de manivelas. Este sensor faz parte das informações necessárias para a ECU fazer o cálculo da massa de ar admitida (Academia VOLKSWAGEN).

Exemplo de comunicação:

010c <--- comando

41 0C 0B FE <----- resposta do comando 010c, disponível na leitura da serial.

Explicando o dado:

41 0c <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

0B FE < ----- valor obtido de rotação do motor

Convertendo o dado obtido:

0BFE de hexa para decimal:  $0x4096 + 11x256 + 15x16 + 14x1 = 3070$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín.: 0rpm

Valor Máx.: 16383.75rpm

Escala por Bit: 1/4 rpm por bit

Logo, pelo exemplo, a real rotação adquirida pela comunicação é:  $3070/4 = 767.5$  rpm (veículo em Marcha Lenta).

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

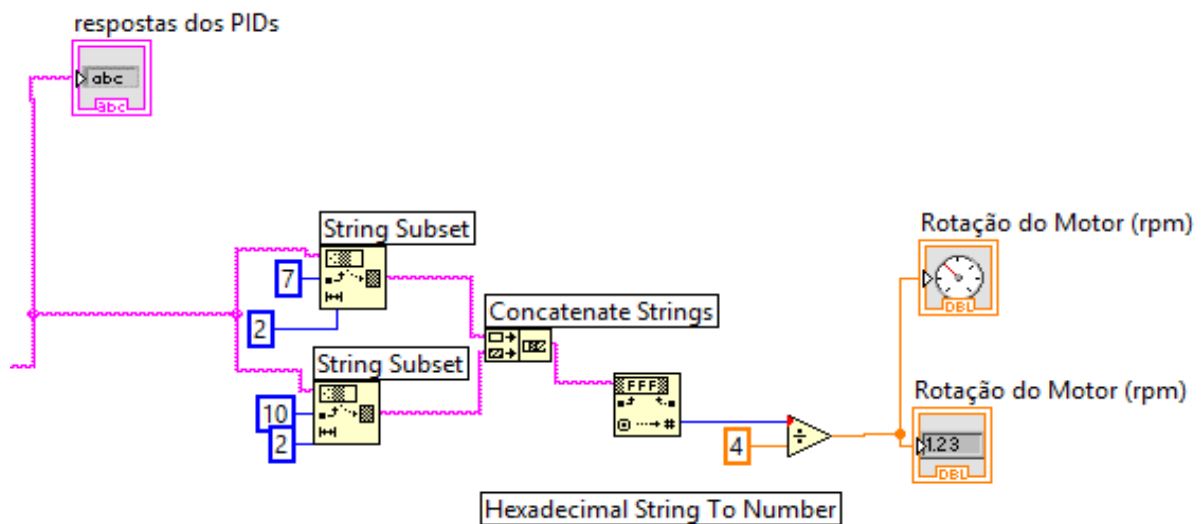


Figura 43: Tratamento dos dados – Rotação do Motor. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.9 Comando >010d - Sensor de Velocidade

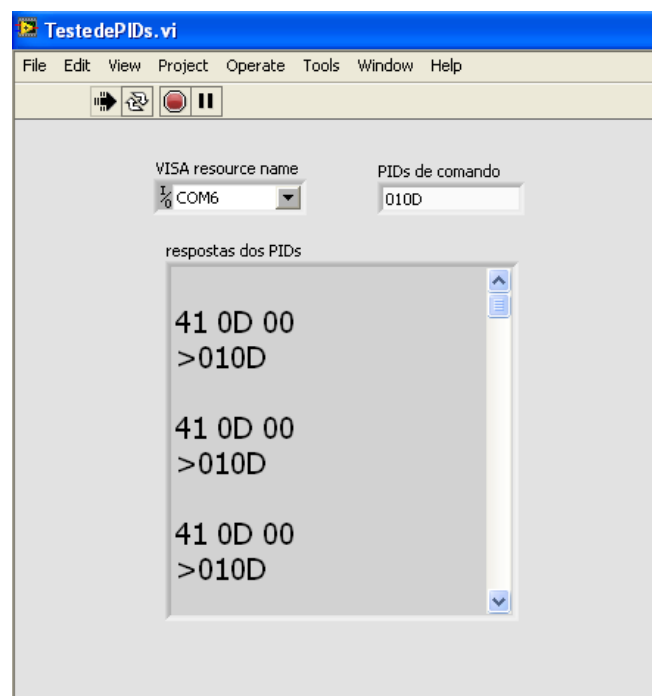


Figura 44: Resposta comando 010d

Está localizado na saída do diferencial da transmissão. Tem a função de informar a velocidade do veículo.

Com o sinal deste sensor, a ECU altera a rotação de término da estratégia de *\*cut-off* e a rotação de início da estratégia de *\*dash-pot*, para otimizar as condições de dirigibilidade do veículo. Também é um sinal essencial

para o sistema de gerenciamento entender a real condição de *\*Misfire* (Academia VOLKSWAGEN).

*\*Dash-Pot* é uma estratégia utilizada pela ECU em casos onde há desaceleração no veículo, sendo interpretada pela unidade de gerenciamento através do sinal do TPS, interruptor do pedal de freio e sinal do sensor de velocidade. Logo o *Dash-Pot* restringe a entrada de ar com o fechamento do corpo de aceleração auxiliando a redução de velocidade.

*\*Cut-Off* é uma estratégia utilizada pela ECU e trabalha junto com o *Dash-Pot*. A ECU adota essa estratégia visando agilizar a redução de velocidade e queda da rotação em função do regime de desaceleração solicitado pelo motorista. O *Cut-Off* corta a injeção de combustível para os cilindros.

*\*Misfire* é uma falha de combustão que ocorre no cilindro, tendo como consequência uma queda de rotação e potência do motor. Para detectar a ocorrência de *Misfire* a ECU obtém como base o valor dos sinais de velocidade, rotação e fase do motor e pode cortar o sinal do injetor visando não prejudicar o catalisador e o aumento das emissões de poluentes.

Exemplo de comunicação:

41 0d <----- resposta do comando 010d, disponível na leitura da serial.

>010d

Explicando o dado:

41 0d 21 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

21 < ----- valor obtido de Velocidade

Convertendo o dado obtido;

21 de hexa para decimal:

$$2 \times 16 + 1 = 33$$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. = 0 Km/h

Valor Máx. = 255 Km/h

Escala por Bit = 1 Km/h por bit

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

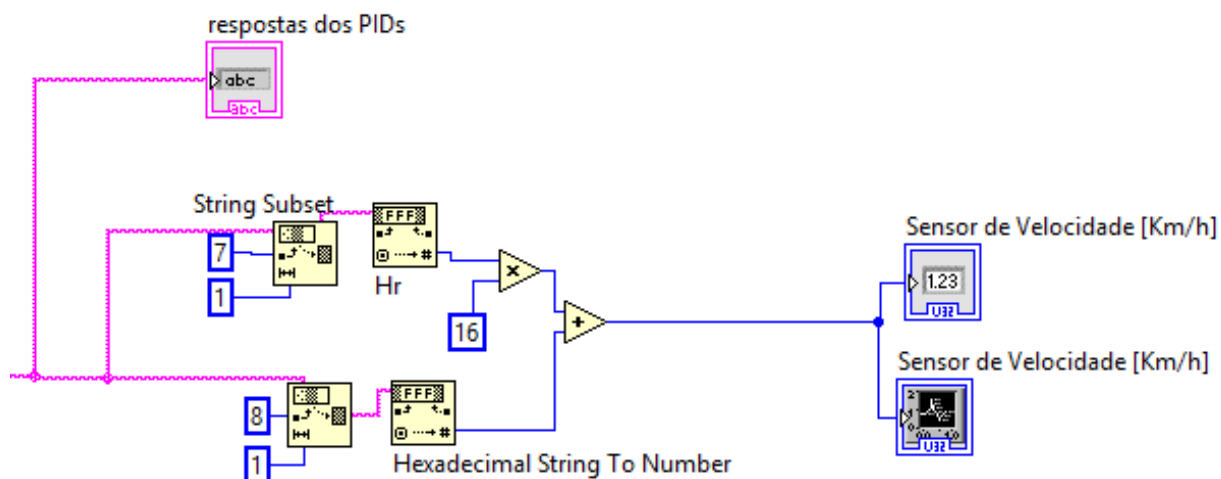


Figura 45: Tratamento dos dados – Velocidade. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.10 Comando >010e - Avanço da Ignição

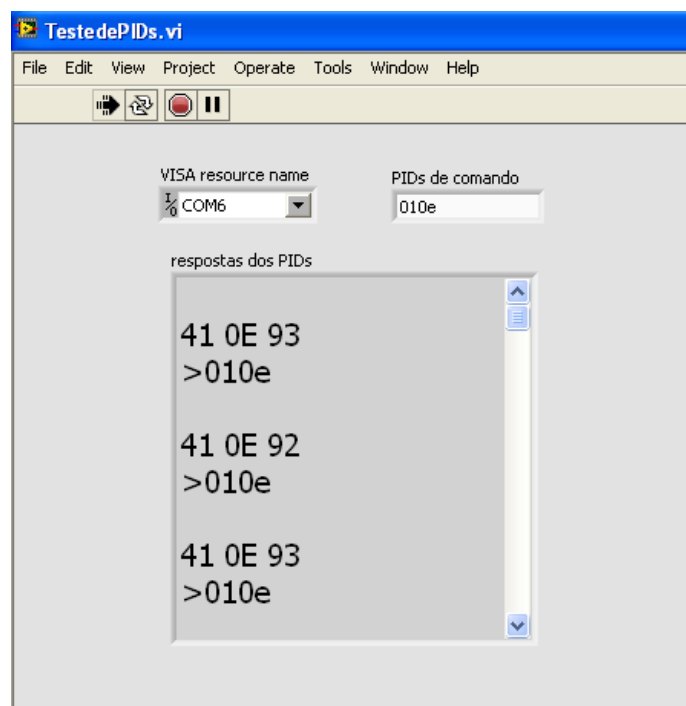


Figura 46: Resposta comando 010e

(OBS: Não inclui o avanço mecânico do motor)

Uma vez comprimida a mistura ar-combustível na câmara de combustão do sistema de injeção, este necessita de algo para fazer a ignição da respectiva mistura. O sistema de ignição transforma a tensão elétrica fornecida pela bateria em uma tensão elevada para alimentar as velas de ignição e fazer a ignição da mistura (Academia VOLKSWAGEN).

O Avanço de Ignição, corresponde ao exato momento em que ocorre a ignição, sendo expresso em °(graus) antes do PMS (ponto morto superior), avanço negativo ou após o PMS (ponto morto superior), avanço positivo.

Exemplo de comunicação:

41 0E 4F <----- resposta do comando 010e, disponível na leitura da serial.  
>010e

Explicando o dado:

41 0e <-----resposta com o valor do comando acrescido de 40.  
4F < -----valor obtido de Avanço de Ignição.

Convertendo o dado obtido:

4F de hexa para decimal:  $4 \times 16 + 15 = 79$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. =  $-64^\circ$  (*offset*)

Valor Máx. =  $63.5^\circ$

Escala por Bit:  $1/2^\circ = 0.5$

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:



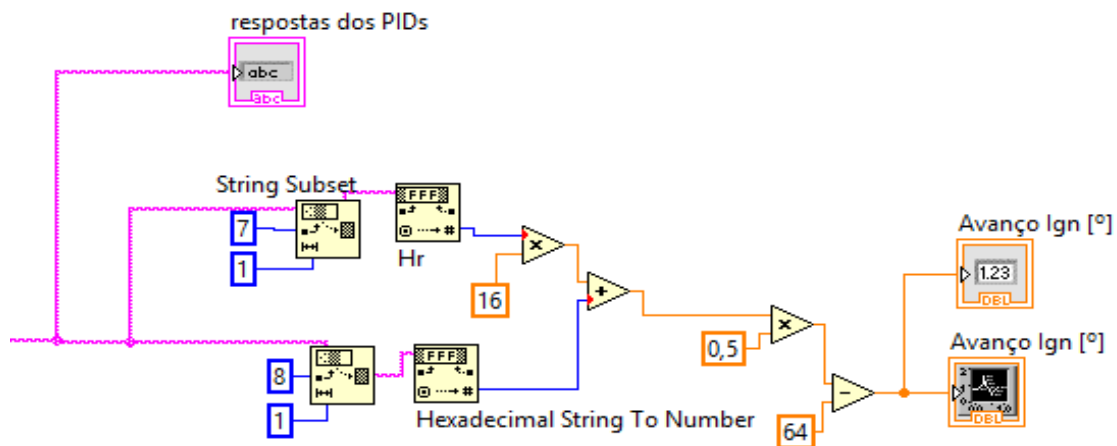


Figura 47: Tratamento do avanço de Ignição. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.11 Comando >010f - Temperatura do Ar Admissão

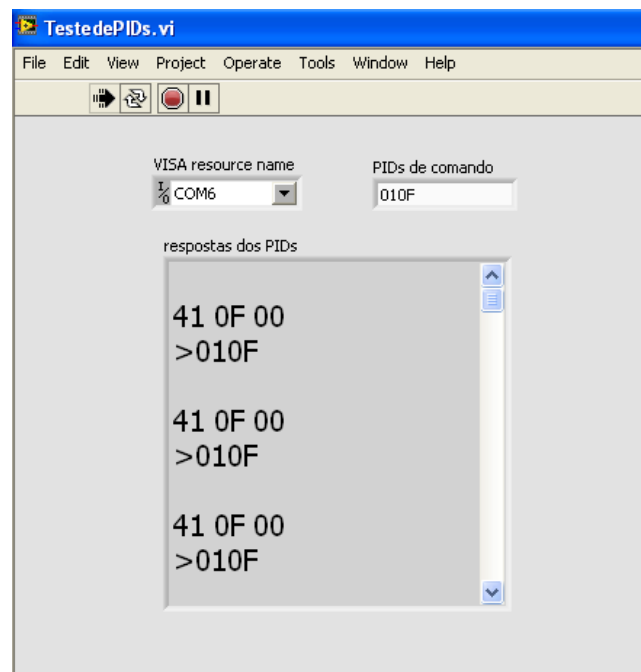


Figura 48: Resposta comando 010f

Este sensor completa as informações necessárias para o cálculo da massa de ar admitida. Localizado no coletor de admissão, está submetido às variações de temperatura do ar admitido pelo motor. É constituído de um termistor que varia sua resistência elétrica de acordo com a temperatura. O material do termistor possui propriedade NTC (*Negative Temperature*

*Coefficient*), isto é, conforme aumenta sua temperatura, diminui sua resistência elétrica (Academia VOLKSWAGEN).

O sensor é alimentado pela ECU com 5V. A variação de sua resistência em função da temperatura do ar provoca uma queda de tensão no seu circuito de alimentação o que é interpretado pela ECU como a leitura da temperatura do ar de admissão.

Exemplo de comunicação:

010f <--- comando

41 0F 47 <----- resposta do comando 010f, disponível na leitura da serial.

>010f

Explicando o dado:

41 0f <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

47 < ----- valor obtido de Temperatura do Ar

Convertendo o dado obtido:

47 de hexa para decimal:  $4 \times 16 + 7 = 71$

71° retirando o *offset*

$71 - 40 = 31^{\circ}\text{C}$

Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. =  $-40^{\circ}\text{C}$

Valor Máx. =  $215^{\circ}\text{C}$

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

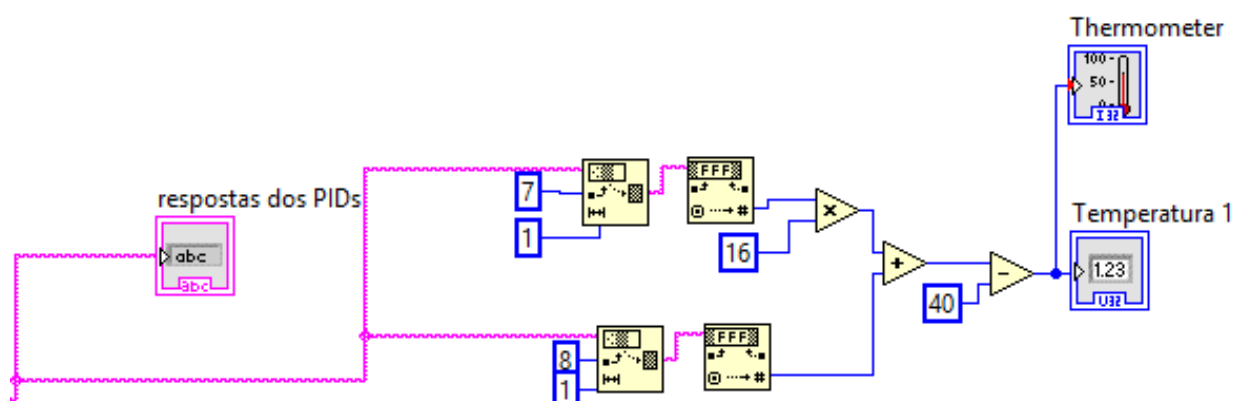


Figura 49: Tratamento dos dados – Temperatura do Ar. (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.12 Comando >0111 - Valor de Posição absoluta do corpo de borboleta.



Figura 50: Resposta comando 0111

É constituído de um potenciômetro alimentado pela ECU com tensão de 5V, e o seu sinal indica qual a posição imediata da válvula borboleta. Está localizado dentro da Unidade de Controle da Válvula Borboleta (Academia VOLKSWAGEN).

Exemplo de comunicação:

41 11 25 <----- resposta do comando 0111, disponível na leitura da serial.

>0111

### Explicando o dado:

41 11 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

25 < ----- valor obtido de TPS

### Convertendo o dado obtido:

25 de hexa para decimal:  $2 \times 16 + 5 = 37$

### Segundo ISO15031-5:

Valor Mín. = 0%

Valor Máx. = 100%

Escala por Bit:  $100 / 255 \% = 0,39$

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

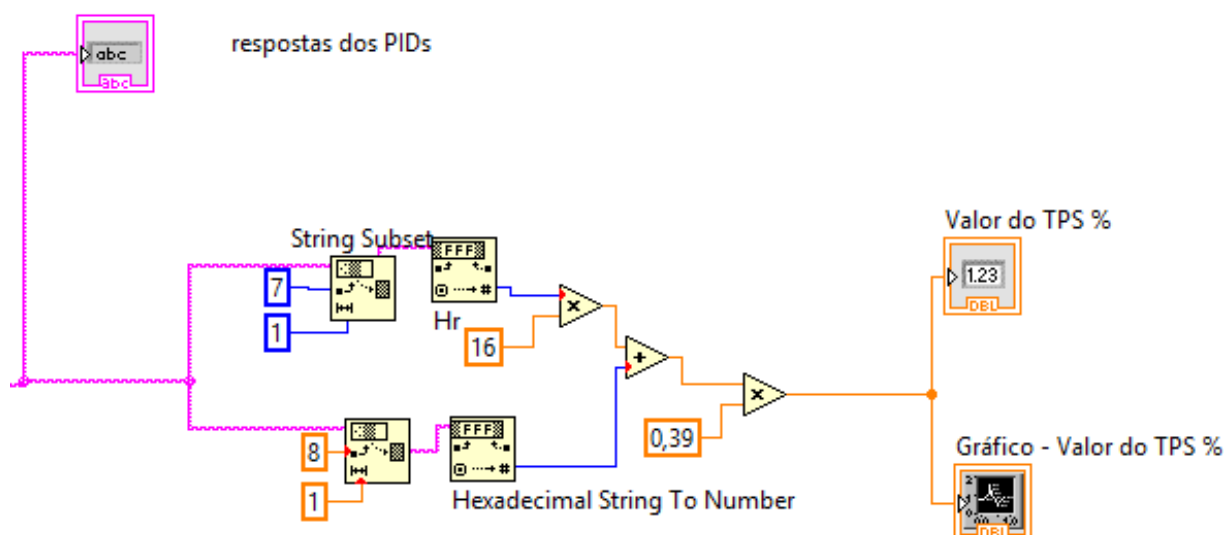


Figura 51: Tratamento dos dados – TPS. (Fonte: Os autores)

### 6.2.1.13 Comando >0114 - Tensão Sensor de Oxigênio Banco 1 Sensor1

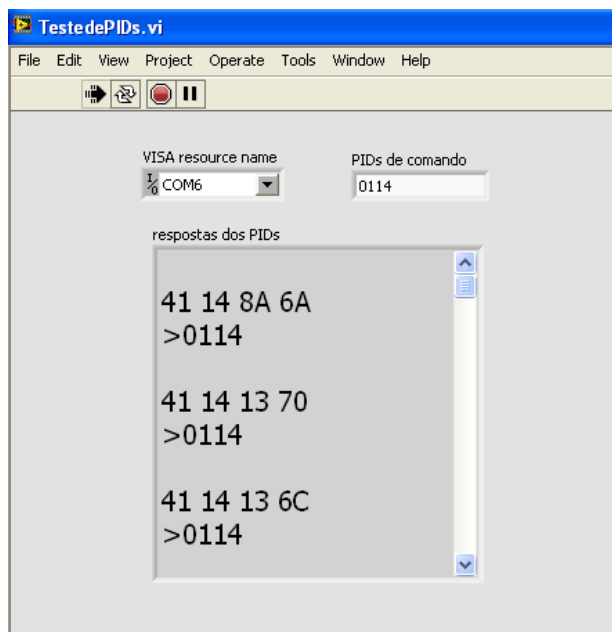


Figura 52: Resposta comando 0114

Para que a ECU possa ajustar a proporção correta de combustível nas distintas condições de carga do motor, precisa obter informações exatas sobre a quantidade de massa de ar aspirada pelo motor. (Academia VOLKSWAGEN).

Quando a mistura ar/combustível é estequiométrica, a mesma tem valor Lambda 1 (e tensão no sensor de oxigênio de aproximadamente 500mV), ou seja, a massa de combustível fornecida ao motor é a massa de combustível ideal.

Somente quando a proporção da mistura é próxima da estequiométrica consegue-se eliminar quase por completo, com auxílio do catalisador, as substâncias nocivas contidas nos gases de escape.

Se o valor Lambda é maior que 1 (tensão no sensor de oxigênio é menor que 500mV), existe falta de combustível na combustão, ou seja, dizemos que a mistura está pobre, o que aumenta consideravelmente a emissão de NOX.

Se o valor Lambda é menor que 1 (tensão no sensor de oxigênio é maior que 500mV), existe excesso de combustível na combustão, ou seja,

dizemos que a mistura está rica, o que aumenta a emissão de gases como o CO e HC.

Exemplo de comunicação:

41 14 43 83 <----- resposta do comando 0114, disponível na leitura da serial.

>0114

Explicando o dado:

41 14 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

43 83 < ----- valor obtido de tensão na sonda lambda B1S1

Convertendo o dado obtido:

43 83 de hexa para decimal:

$$4 \times 16 + 3 = 67$$

$$8 \times 16 + 3 = 131$$

$$\text{-----} + = 198$$

Segundo ISO15031-5:

Valor de Tensão Min = 0V

Valor de Tensão Máx = 1.275V

Escala por Bit: Tensão = 0.005V

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:

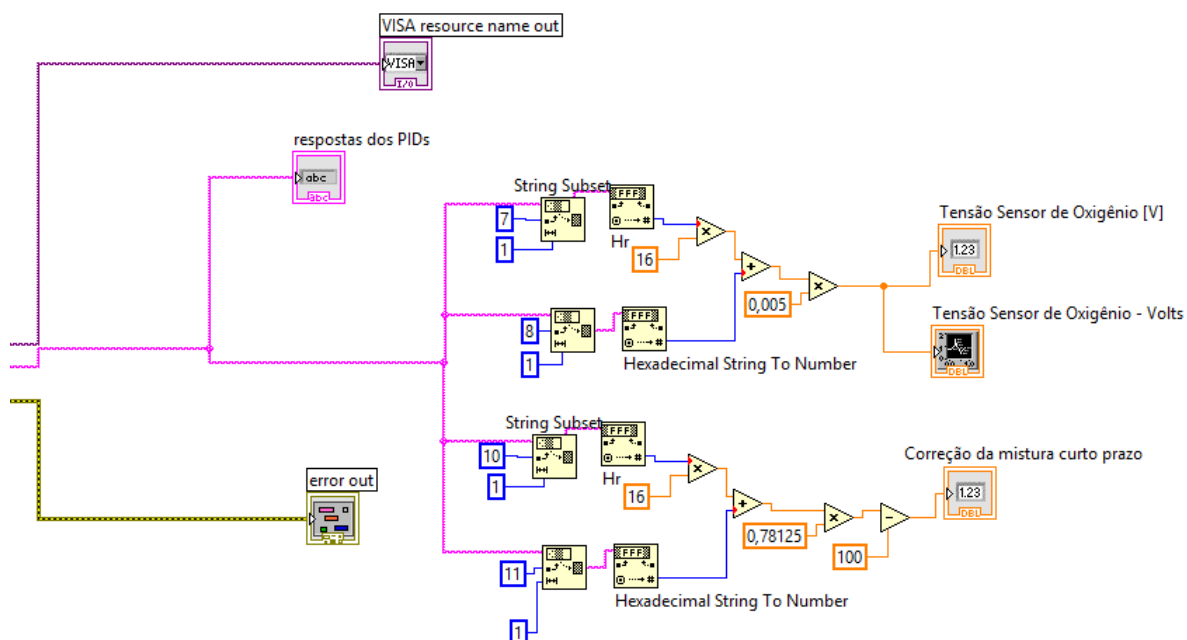


Figura 53: Tratamento dos dados – Tensão do sensor de Oxigênio B1S1 (Fonte: Os autores)

#### 6.2.1.14 Comando >0115 - Tensão Sensor de Oxigênio Banco 1 Sensor 2

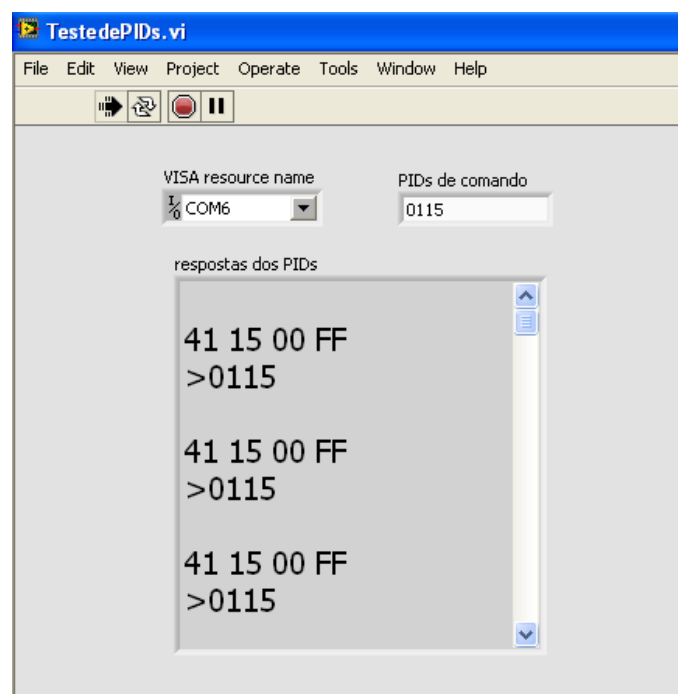


Figura 54: Resposta comando 0115

O sensor de oxigênio B1S2 (Banco 1 Sonda 2), é inserido após o catalisador e tem a função de verificar a eficiência do catalisador através da quantidade de oxigênio presente em sua saída. Seu princípio de funcionamento

é idêntico ao da primeira sonda (B1S1), sendo que apenas a amplitude de variação de tensão é bem inferior ao da primeira sonda, desde que o catalisador esteja realizando as reações químicas corretamente.

Exemplo de comunicação:

41 15 43 83 <----- resposta do comando 0115, disponível na leitura da serial.

>0115

Explicando o dado:

41 15 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

43 83 < ----- valor obtido de tensão na sonda lambda B1S2

Convertendo o dado obtido;

43 83 de hexa para decimal:

$$4 \times 16 + 3 = 67$$

$$8 \times 16 + 3 = 131$$

$$\text{-----} + = 198$$

Segundo ISO15031-5:

Valor de Tensão Min = 0V

Valor de Tensão Máx = 1.275V

Escala por Bit: Tensão = 0.005V

A figura a seguir mostra o tratamento dessa informação no software em *LabVIEW®*:



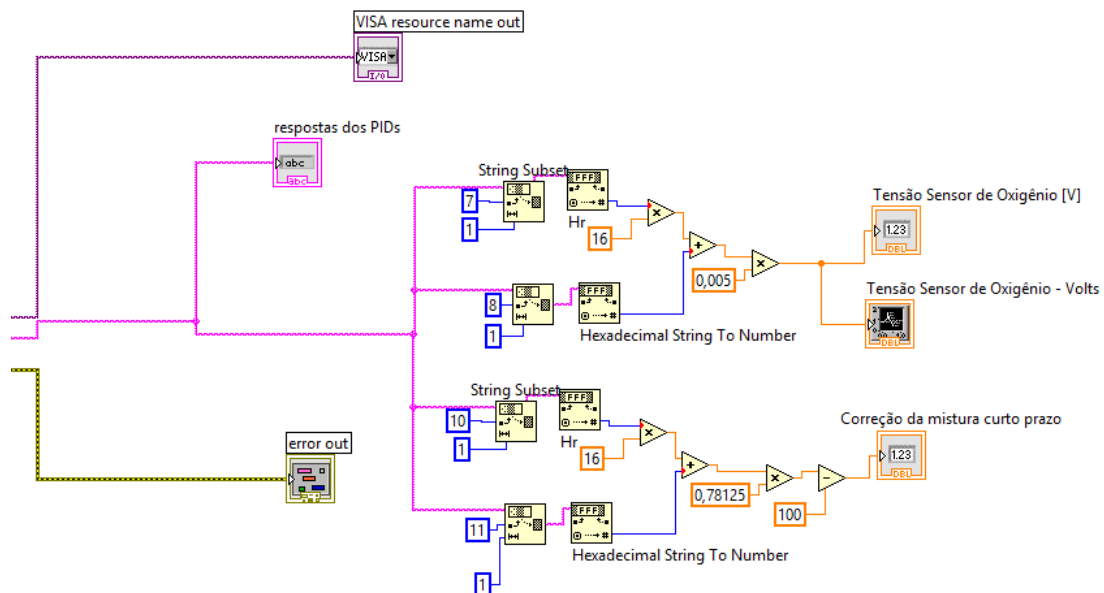


Figura 55: Tratamento dos dados – Tensão do sensor de Oxigênio B1S2 (Fonte: Os autores).

#### 6.2.1.15 Comando >011c - Legislação OBD Vigente

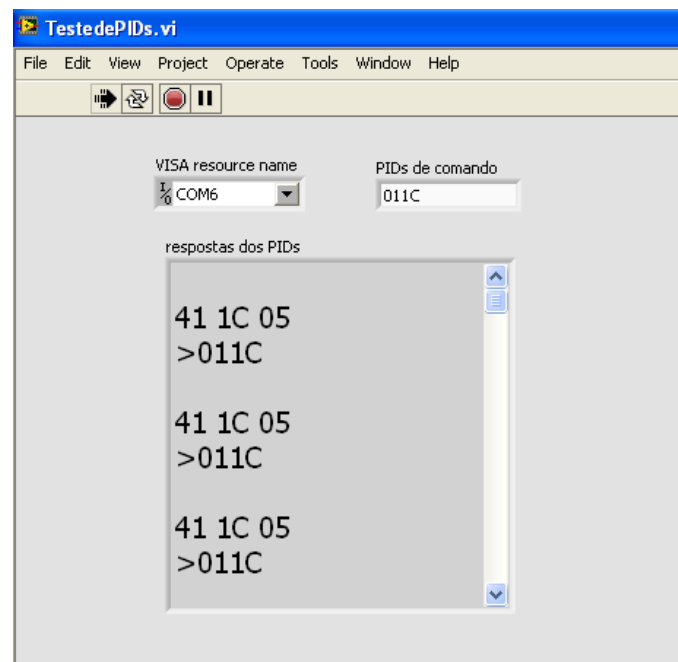


Figura 56: Resposta comando 011c

Podemos solicitar da ECU qual é a legislação OBD implícita no seu software de funcionamento, que limita os níveis de emissões de poluentes, através do comando 011c.

Exemplo de comunicação:

01 1C <--- comando

41 1C 1d <----- resposta do comando 010c, disponível na leitura da serial.

>010c

Explicando o dado:

41 1c <----- resposta com o valor do comando 01 acrescido de 40

1D < ----- valor obtido da Legislação OBD.

O anexo B da norma ISO15031-5:2006 define o número de cada legislação OBD.

Número da Legislação	Legislação OBD
<b>01</b>	OBD II
<b>02</b>	OBD
<b>03</b>	OBD and OBDII
<b>04</b>	OBD I
<b>05</b>	NO OBD
<b>06</b>	EOBD
<b>07</b>	EOBD and OBD II
<b>08</b>	EOBD and OBD
<b>09</b>	EODE, OBD and OBDII
<b>0A</b>	JOBD
<b>0B</b>	JOBD and OBDII
<b>0C</b>	JOBD and EOBD
<b>0D</b>	JOBD, EOBD, and OBD II
<b>0E</b>	EURO IV B1
<b>0F</b>	EURO V B2
<b>10</b>	EURO C

<b>11</b>	EMD
<b>12</b>	FA _____
<b>FB</b>	FF SAE J1939

Tabela 8: Legislações OBD. (Adaptado de ISO15031-5).

### 6.3 SERVIÇO \$03 - Leitura dos códigos DTC

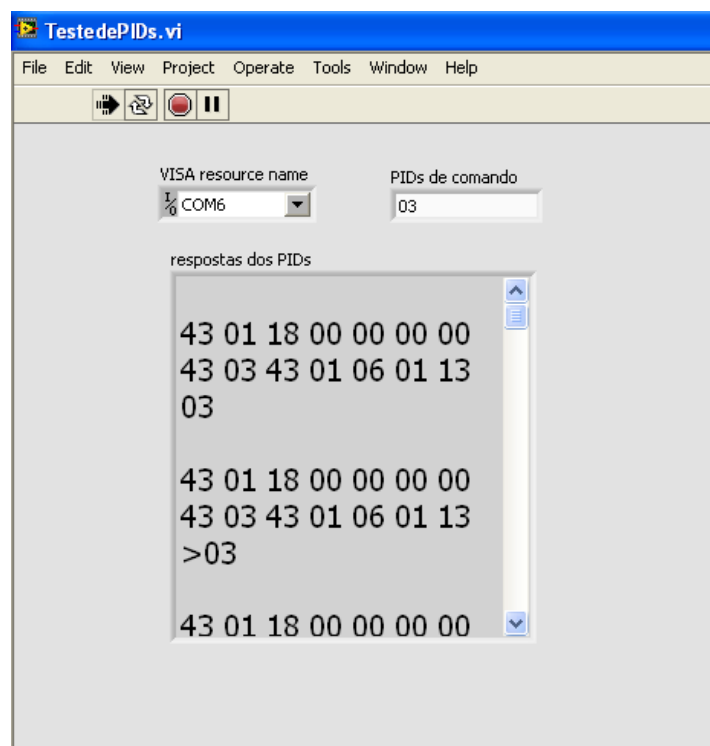


Figura 57: Resposta comando 03

Ao escrevermos o comando 03, receberemos os dados de resposta em hexadecimal. Para casos onde há falhas armazenadas, solicitadas pelo comando >0101, temos os códigos DTCs disponibilizados conforme especificação ISO 15031-5 (Capítulo 1, seção 1.4).

Exemplo de comunicação:

03 <--- comando

43 01 20 01 41 00 00 <---resposta do comando 03, disponível na leitura da serial.

>03

Explicando o dado:

43 <----- resposta com o valor do comando acrescido de 40

01 20 01 41 00 00 < ----- valor obtido das falhas armazenadas.

Convertendo o dado obtido:

Os *bytes* seguintes devem ser lidos em pares para a interpretação dos códigos de falha, e o primeiro caractere, letra de identificação P referente ao motor (*Powertrain*), fica implícito no início da descrição dos códigos. No software em *LabVIEW* usamos a função *Concatenate Strings* para a união dos pares.

Portanto, para o exemplo acima, temos os seguintes códigos armazenados:

P0120 - Sensor de posição da borboleta A - sensor de posição do pedal acelerador A - circuito defeituoso \*

P0141 - Circuito de aquecimento da sonda lâmbda 2, bloco 1, controle do aquecedor - circuito defeituoso\*

P0000 – Não há falhas armazenadas\*

Percebemos que cada linha pode conter até três (3) descrições de DTCs, logo em casos que a ECU possuir mais códigos, serão adicionadas mais linhas na resposta do comando.

\*OBS.: É de responsabilidade do equipamento de diagnóstico detalhar a tradução do código e seu significado.

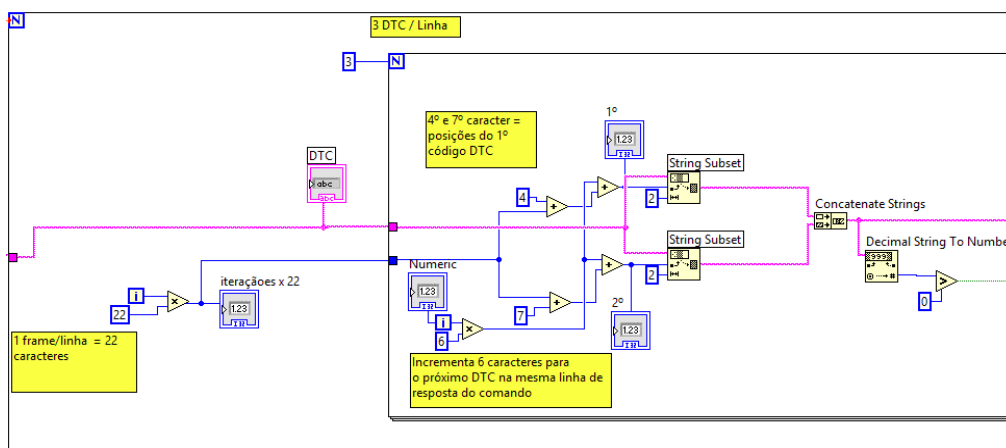


Figura 58: Tratamento dos dados - Serviço \$03a

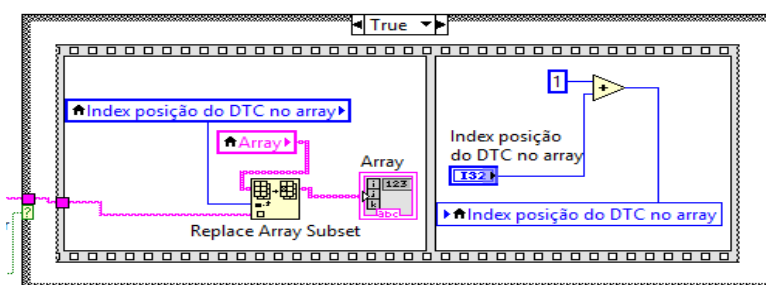


Figura 59: Tratamento dos dados - Serviço \$03b

## 6.4 SERVIÇO \$04 – Apagar falhas

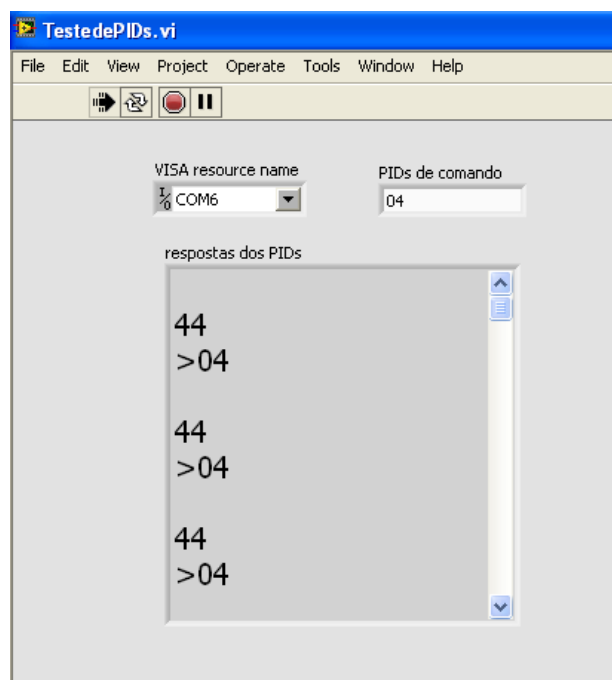


Figura 60: Resposta comando 04

Este serviço é utilizado para que o *scanner* possa comandar as ECUs para limpar as informações de diagnóstico, incluindo os DTCs armazenados, dados de *Freeze Frame*, distância desde que ocorreu uma falha, além de reinicializar todos os monitores de diagnóstico e retirar as ações de degradação do sistema. Este serviço só deverá funcionar com a ignição ligada e motor desligado, sendo aplicado a todos os controladores ECUs simultaneamente.

COMANDO >04

Ex:

44 <----- resposta com o valor do comando 01 acrescido de 40  
>04

## 6.5 SERVIÇO \$09 – Informações adicionais

### 6.5.1 Comando >0902 - Código VIN

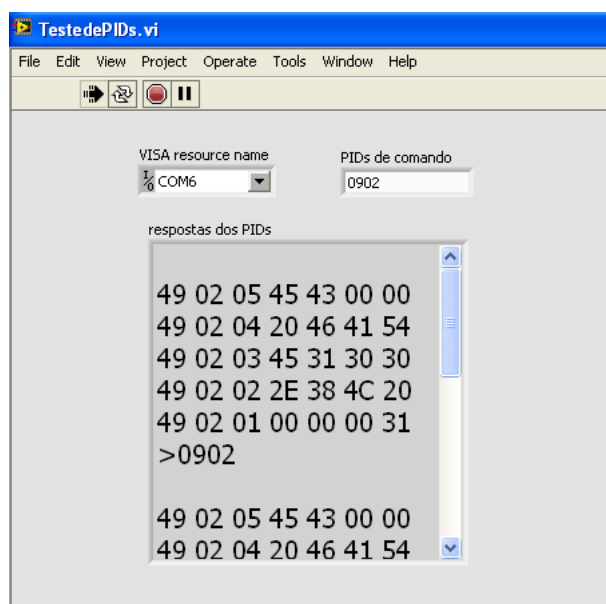


Figura 61: Resposta comando 0902

Para veículos providos de acesso eletrônico ao VIN do veículo, também conhecido como numero de chassi, a norma ISO 15031-5 anexo G, recomenda que as ECU's disponibilizem a informação para que equipamentos externos de testes para diagnose veicular ou programas de Inspeção/Manutenção interpretem a informação da seguinte maneira:

Para ISO 9141-2, ISO 14230-4 e SAE J1850:

- Mensagem 1: três (3) *bytes* preenchidos com “0” em seguida o primeiro(#1) caractere do VIN;
- Mensagem 2: do segundo(#2) ao quinto(#5) caractere, inclusive, do VIN;
- Mensagem 3: do sexto(#6) ao nono(#9) caractere, inclusive, do VIN;
- Mensagem 4: do décimo(#10) ao décimo terceiro(#13), inclusive, do VIN;
- Mensagem 5: do décimo(#14) quarto ao décimo sétimo(#17), inclusive, do VIN;

Para ISO 15765-4, apenas uma resposta sem a presença de *bytes* de preenchimento.

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um motor GM 1.8 denominado MOCK-UP, do laboratório de testes da faculdade FATEC SANTO ANDRÉ.

Por se tratar de uma ECU que comunica através do protocolo KWP-2000-4 a informação foi disponibilizada da seguinte maneira:

49 02 05 45 43 00 00

49 02 04 20 46 41 54

49 02 03 45 31 30 30

49 02 02 2E 38 4C 20

49 02 01 00 00 00 31

No exemplo de solicitar o comando 09 02 a ECU retorna a resposta a ser decodificada em quatro *bytes* precedida da mascara referente ao comando, adicionando 40 ao comando original, ou seja, 49 02.

Pode-se associar o número da mensagem após a máscara com o número de cada linha, como se pode visualizar no exemplo acima, e que os dados são dispostos de baixo para cima.

Cada *byte* disponibiliza um valor em hexadecimal que corresponde a um caractere na tabela ASC II (*American Standard Code for Information Interchange*), a qual pode visualizado no anexo I, de maneira que a mensagem enviada resultou na informação demonstrada abaixo:

1.8L E100 FATEC

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um veículo GM Celta motor 1.0 VHCE ano de fabricação 2009.

Por se tratar de uma ECU que comunica através do protocolo ISO 14230-4 / KWP-2000-4 a informação foi disponibilizada da seguinte maneira:

49 02 05 30 35 30 30

49 02 04 39 47 32 39

49 02 03 34 38 31 30

49 02 02 42 47 52 58

49 02 01 00 00 00 39

A mensagem resultou na informação compatível com o documento do veículo como demonstrada a seguir:

9BGRX48109G290500

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um veículo Renault Logan motor 1.0 16V ano de fabricação 2010.

Por se tratar de uma ECU que comunica através do protocolo ISO 15765-4 / CAN (11*bit* / 500*Kbaud*) a informação foi disponibilizada da seguinte maneira:

2: 4A 36 36 39 33 32 30





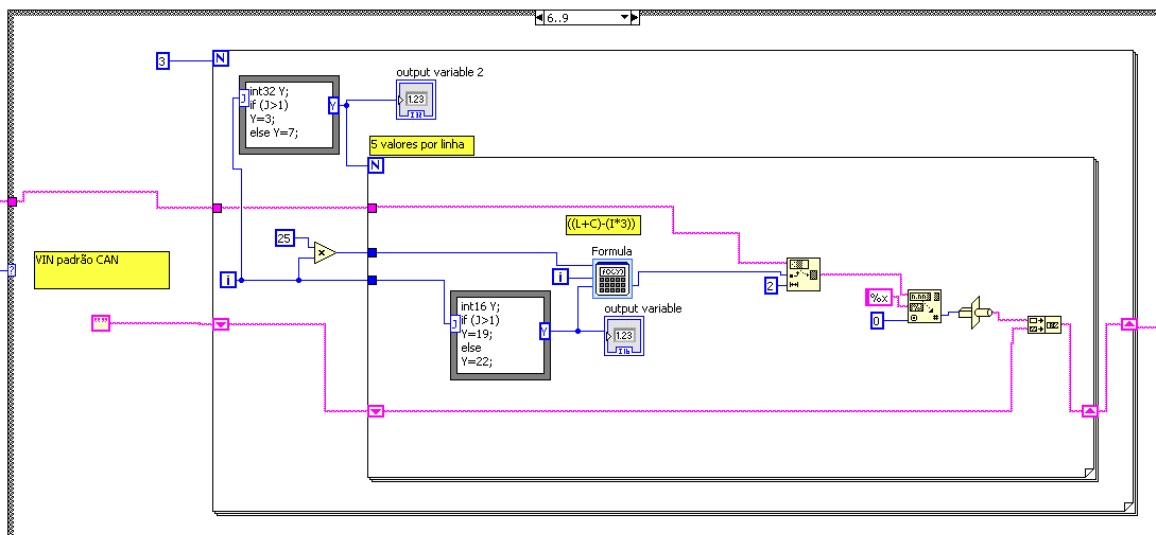


Figura 63: Tratamento dos dados - Serviço \$0902b

### 6.5.2 Comando >0904 – Número de calibração da ECU.

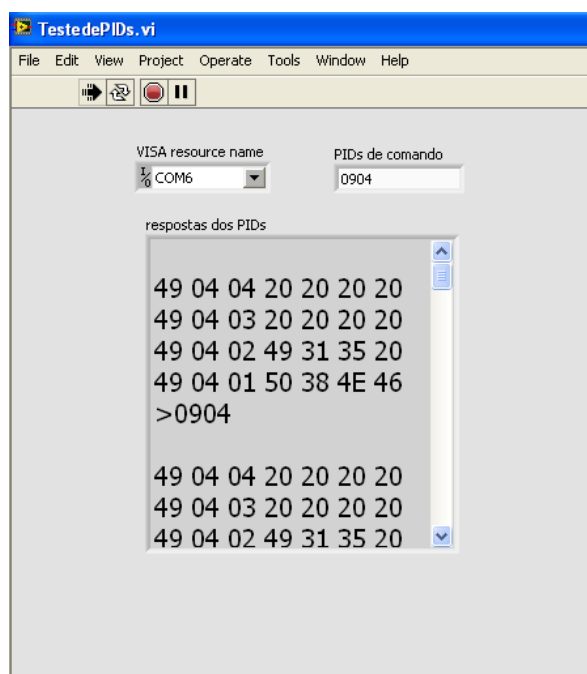


Figura 64: Resposta comando 0904

Diversas identificações de calibração podem ser reportadas a uma ECU, dependendo da arquitetura de software da mesma. A norma ISO 15031-5 anexo G, recomenda que as ECU's disponibilizem a informação para que equipamentos externos de testes para diagnose veicular ou programas de Inspeção/Manutenção interpretem a informação da seguinte maneira:

Cada identificação de calibração deve conter no máximo 16 *bytes* sendo que cada *byte* deve fornecer um valor em hexadecimal disponível na tabela ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), a qual pode ser visualizada no anexo I.

Caso não haja a necessidade de utilizar os 16 caracteres, o *byte* deve ser preenchido com \$00.

Para ISO 9141-2, ISO 14230-4 e SAE J1850 as identificações devem ser múltiplas de 4.

Para ISO 15765-4, não há exigência.

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um motor GM 1.8 denominado MOCK-UP, do laboratório de testes da faculdade FATEC SANTO ANDRÉ.

Por se tratar de uma ECU que comunica através do protocolo KWP-2000-4 a informação foi disponibilizada da seguinte maneira:

49 04 04 20 20 20 20

49 04 03 20 20 20 20

49 04 02 49 31 35 20

49 04 01 50 38 4E 46

No exemplo de solicitar o comando 09 04 a ECU retorna a resposta a ser decodificada em quatro *bytes* precedida da mascara referente ao comando, adicionando 40 ao comando original, ou seja, 49 04.

Pode-se associar o numero da mensagem, após a mascara, com o numero de cada linha, como se pode visualizar no exemplo acima e que os dados são dispostos de baixo para cima, de maneira que a mensagem enviada resultou na informação demonstrada abaixo:

P8NFI15

No exemplo a ser tratado a seguir foi utilizado um veículo Renault Logan motor 1.0 ano de fabricação 2010 e Renault Sandero 1.0 ano de fabricação 2010.

Por se tratar de uma ECU que comunica através do protocolo ISO 15765-4 / CAN (11*bit* / 500*Kbaud*) a informação foi disponibilizada da seguinte maneira:

2: 30 AA AA AA AA AA AA

4: 30 52 30 30 30 30 30

3: 33 37 31 30 30 39 31

2: 00 00 00 00 00 00 32

1: 31 30 36 30 37 31 35

0: 49 04 02 38 32 30

A mensagem resultou em duas (2) identificações de calibração e que ambos os veículos apresentaram a mesma informação como demonstrada a seguir:

8201060715 e 237100910R000000

Os resultados foram obtidos através da programação em LabVIEW demonstrada na figura 46 para modelos ISO 9141-2, ISO 14230-4 e SAE J1850.

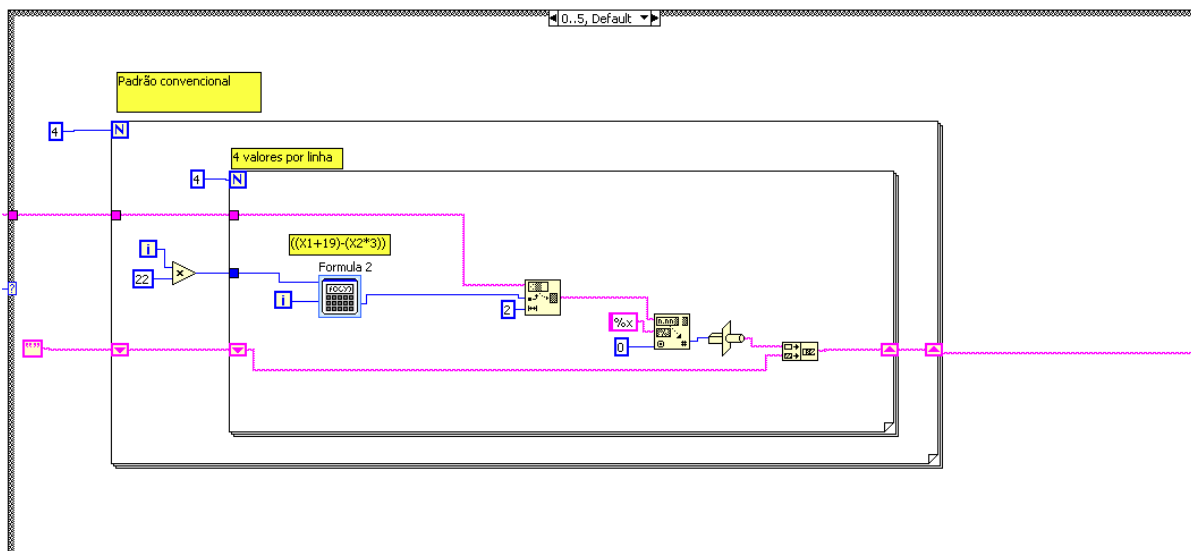


Figura 65: Tratamento dos dados - Serviço \$0904a

Os resultados foram obtidos através da programação em *LabVIEW* demonstrada na figura a seguir para modelos ISO 15765-4.

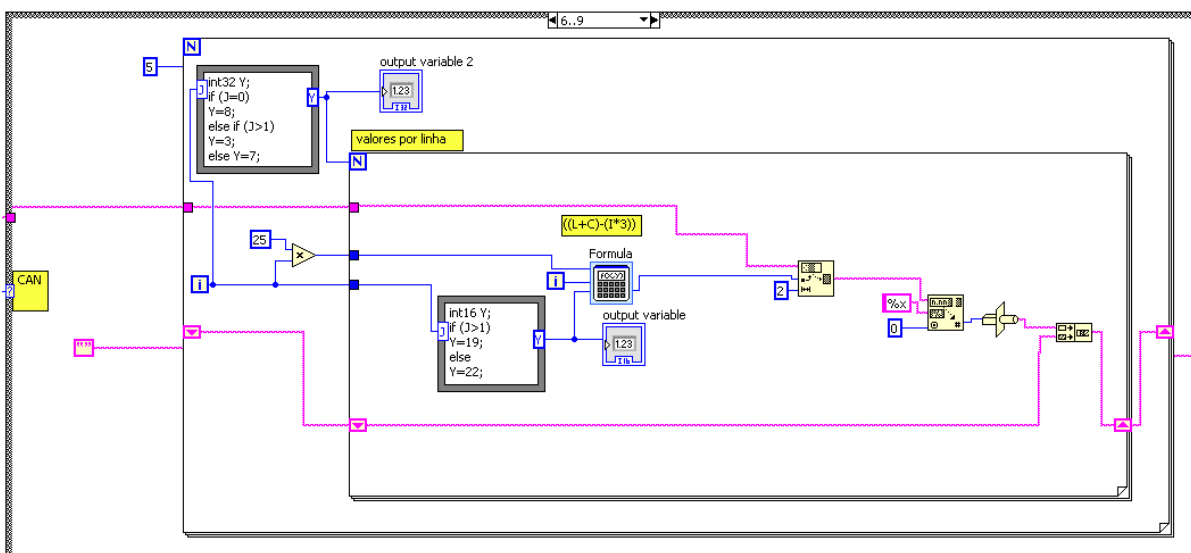


Figura 66: Tratamento dos dados - Serviço \$0904b

## 6.6 Comandos AT OBD para o ELM 327

### 6.6.1 Atz – Inicia a comunicação com o ELM327

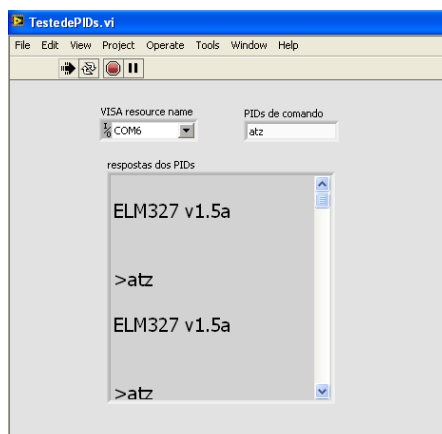


Figura 67: Resposta comando ATZ

O envio desse comando inicia a escrita e leitura da porta serial (virtual), através da entrada USB\* que está conectado o ELM 327. No programa em *LabVIEW* utilizamos a função VISA que configura a taxa de transmissão de dados e a comunicação com o número da porta que está reconhecida o ELM327. Caso a porta não esteja sendo reconhecida, a função VISA envia uma mensagem de erro.

\*Gerenciador de dispositivos do sistema operacional *Windows* - Portas COM & LPT

### 6.6.2 Atrv – Ler tensão da Bateria

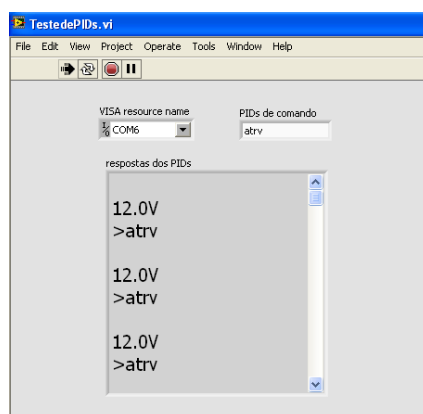


Figura 68: Resposta comando ATRV

Conforme o *datasheet* do ELM327, este comando capta a tensão da bateria em função do Pino 16 que é o pino de alimentação (+Volts) do conector OBD. Portanto temos uma leitura indireta da tensão de bateria do veículo pelo circuito do *hardware* ELM 327.

### 6.6.3 Atdp – Informa o protocolo utilizado na comunicação.

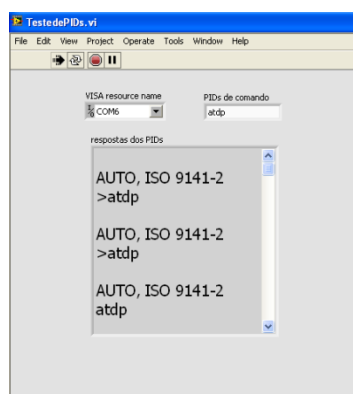


Figura 69: Resposta comando ATDP

Este comando informa qual é o protocolo com padrão OBD utilizado na diagnose entre o ELM327 e a unidade de gerenciamento. A tabela 6 informa os possíveis protocolos utilizados e sua taxa de transmissão de dados.

### 6.6.4 Atdpn - Informa o número do protocolo utilizado na comunicação.

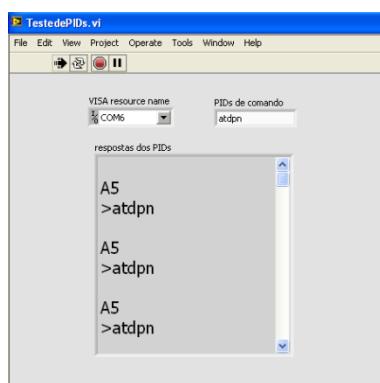


Figura 70: Resposta comando ATDPN

Este comando informa qual é o número do protocolo com padrão OBD utilizado na diagnose entre o ELM327 e a unidade de gerenciamento. A tabela 6 informa os possíveis protocolos utilizados e sua taxa de transmissão de dados.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise dos resultados, comprovados os dados com os softwares abertos CarPort e PCMSCAN, que veem junto quando se adquire o equipamento OBD-2 ELM327, ou através de sites específicos OBD-2 na internet.

Para os veículos da montadora Volkswagen, comprovamos os resultados com o equipamento de diagnóstico original VW VAS. Os valores dos PIDs abaixo foram adquiridos na comunicação entre o veículo VW Polo 2.0 2004 do laboratório da Fatec Santo André e o VAS, esses valores ficaram de acordo com a comunicação do mesmo veículo e o software em *LabVIEW* ScanTec com o equipamento OBD2 ELM327.

PID04 – 2,4	% -	Carga do Motor
PID05 – 91	°C -	Temperatura de liquido de arrefecimento
PID0B – 26	KPaA	Pressão de ar na tubulação de admissão
PID0C – 777	1/min	Rotação do Motor
PID0E – 7.5° - 12 °	-	Avanço de Ignição
PID0F – 60	°C	Temperatura de ar de admissão
PID11 – 0,4	%	Posição de válvula borboleta (absoluta)
PID1C – Não OBD –		Legislação ODB.

O *software* de comunicação OBD2 desenvolvido nesse projeto de conclusão de curso utiliza a plataforma *LabVIEW* e o equipamento ELM 327 foi batizado com o nome de **ScanTec**, que é uma unificação entre um Scanner e o nome da instituição de ensino, a Fatec.

Através de um computador pessoal e o circuito ELM 327, o software ScanTec consegue captar e tratar os principais dados disponíveis em uma diagnose veicular conforme as especificações da norma ISO15031: 2006.

Dentre as informações disponíveis, o usuário consegue verificar em tempo real a rotação do motor, velocidade do veículo, sinal do sensor de pressão absoluta (MAP), avanço de ignição, temperatura do motor, temperatura



do ar de admissão, porcentagem de abertura da válvula borboleta, carga do motor, sinal em tensão dos sensores de oxigênio (sonda lambda B1S1 e B1S2), tensão da bateria e informações adicionais como o código de identificação do veículo (VIN), número de calibração da ECU, protocolo de comunicação utilizado na diagnose e qual a legislação OBD que o veículo atende.

Além da análise dos dados de funcionamento do motor e informações adicionais do veículo, é possível consultar e apagar a memória de falhas (DTC) armazenadas na ECU, com uma descrição textual do código, auxiliando a solução do problema.

Sendo que essa comunicação é realizada através de uma interface gráfica em plataforma *LabVIEW* de fácil utilização, visualização e compreensão do usuário. Tendo assim um diferencial em relação aos *scanners* automotivos encontrados no mercado e outros Trabalhos de Conclusão de Curso com temas relacionados.

Vamos apresentar as telas do ScanTec, e o anexo III traz o fluxograma de operação:

## **7.1 Tela de navegação ScanTec**

### **7.1.1 Tela inicial**

É neste tela que temos o inicio da comunicação entre o programa e o equipamento de diagnóstico. O usuário inseri a porta de comunicação que está sendo reconhecido o ELM 327, aguarda o “led” ficar verde (informando que o ELM327 foi reconhecido) em seguida seleciona a montadora que o veículo pertence e confirma a sua seleção.

O usuário também tem a opção de atualizar os dados, como a montadora selecionada e a porta de comunicação, ou pode sair do programa.

OBS.: A escolha da montadora serve apenas para em caso do veículo possuir códigos de falhas (DTCs) fora do padrão genérico ISO15031 (detalhado no capítulo 1 sessão 1.4), o programa busca a tradução textual do

código em uma tabela no formato Excel. Logo, veículos OBD-2 que são de montadoras diferentes das listadas no programa, vão ter comunicação, porém não será possível apresentar uma descrição textual de suas falhas específicas.



Figura 71: ScanTec – Tela Inicial . (Fonte: Os autores)

### 7.1.2 Menu de Funções

O menu de Funções do ScanTec informa qual é o protocolo de comunicação que o veículo suporta. É nesta tela que o usuário seleciona qual é a diagnóstico desejado. O ScanTec possui as seguintes funções: Leitura de Parâmetros; Leitura de falhas / Apagar Falhas; Informações adicionais do veículos (Exemplo: código VIN) e PIDs disponíveis para o diagnóstico.



Figura 72: ScanTec – Tela de Funções . (Fonte: Os autores)

### 7.1.3 Leitura de Parâmetros

Ao selecionar a Leitura de Parâmetros no Menu de Funções, uma nova tela irá surgir e após alguns segundos o usuário pode visualizar de forma gráfica os principais dados de funcionamento do motor, já com seus valores mínimos e máximos limitados pela norma ISO15031-5, sendo que há duas abas para a visualização dos PIDs. Na segunda aba, o usuário visualiza a informação de porcentagem dos sensores de oxigênio e a tensão da bateria.

É nesta tela que encontramos dificuldades de fazer uma leitura em tempo real com o equipamento OBD ELM327, conforme relatado no capítulo 5, leva alguns segundos para os valores serem atualizados na tela.

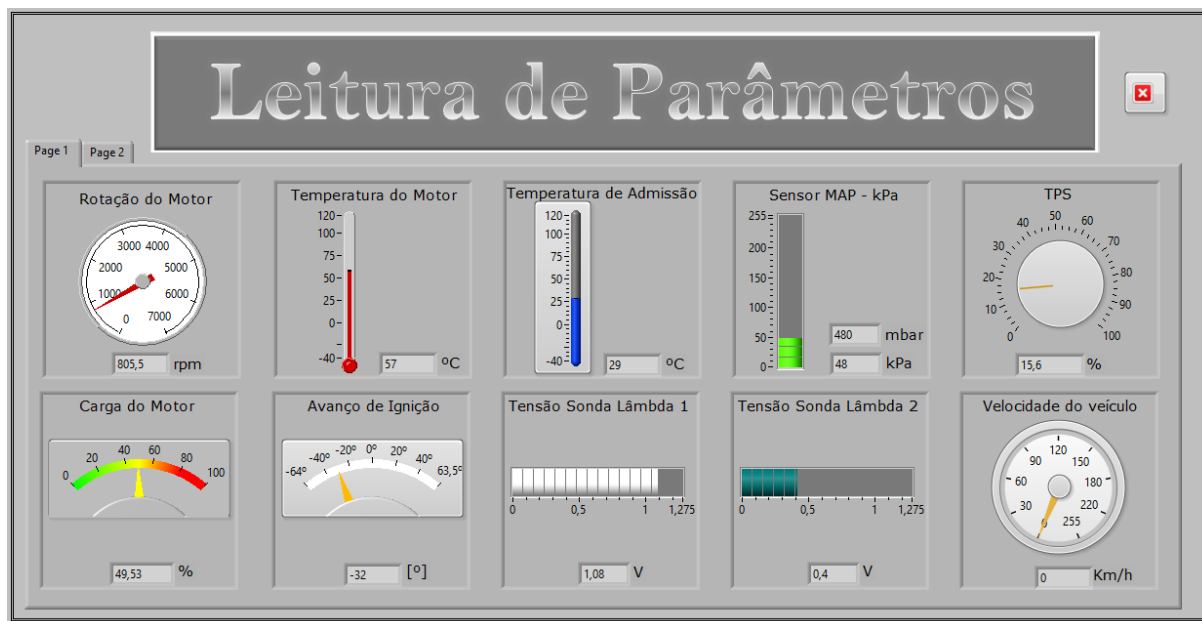


Figura 73: ScanTec – Tela de leitura de Parâmetros . (Fonte: Os autores)

### 7.1.4 Leitura de DTCs

Ao selecionar a Leitura de DTCs no Menu de Funções, uma nova tela irá surgir e após alguns segundos o usuário pode visualizar a quantidade de falhas presentes no sistema de gerenciamento do motor, o seu código DTC (padrão ISO15031) e uma descrição textual do código, auxiliando o usuário a identificar o problema. Sendo que para realizar a consulta de falha o motor deve estar desligado e apenas a ignição deve estar ligada.

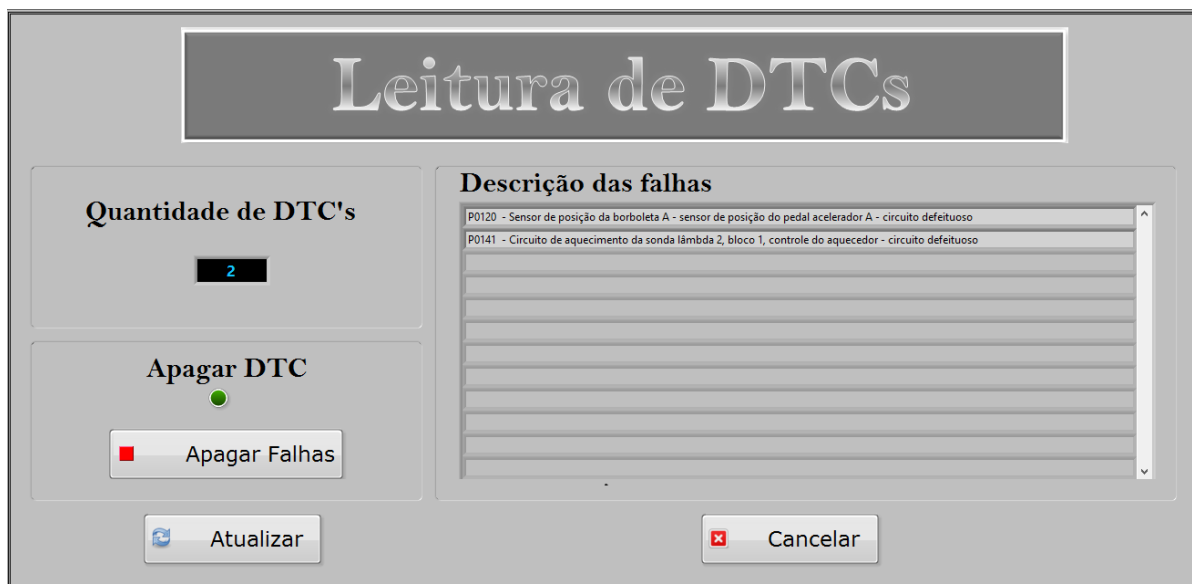


Figura 74: ScanTec – Tela de ler DTC . (Fonte: Os autores)

### 7.1.5 Apagar DTCs

Desde que haja falhas armazenadas na memória da ECU, e o defeito foi resolvido, o usuário pode enviar o comando (Serviço \$04) para apagar a memória de DTCs. Para enviar esse comando o motor deve estar desligado e apenas a ignição deve estar ligada.



Figura 75: ScanTec – Tela de apagar o DTC. (Fonte: Os autores)

### 7.1.6 Funções Adicionais

Ao selecionar as Funções Adicionais no Menu de Funções, uma nova tela irá surgir e após alguns segundos o usuário pode visualizar o Código VIN do veículos, qual é a legislação OBD que limita os valores de emissões de poluentes do veículo e o número de calibração da ECU.



Figura 76: ScanTec – Funções adicionais. (Fonte: Os autores)

### 7.1.7 PIDs Disponíveis

Ao selecionar a Leitura dos PIDs disponíveis no Menu de Funções, uma nova tela irá surgir e após alguns segundos o usuário pode visualizar qual são os PIDs disponíveis no sistema de gerenciamento. Os PIDs disponíveis para a diagnose vão apresentar seu respectivo led acesso.

OBS.: Não são todos os PIDs que a Norma ISO15031-5 determina como obrigatório para visualização na diagnose. Nosso trabalho verificou que os

PIDs que ficam a critério da montadora disponibilizar na diagnose (exemplo: dados de *Freeze Frame*), não conseguimos visualizar pelo padrão OBD2.



Figura 77: ScanTec – PIDs disponíveis. (Fonte: Os autores)

## CONCLUSÃO

Verificamos que o primeiro sistema de diagnóstico OBDI (*on board diagnostic*) conseguiu realizar o controle de emissões de maneira pouco eficiente na detecção de falhas, permitindo que o veículo operasse mais tempo em condições que favoreciam o aumento de emissão de poluentes. Já com a segunda geração de diagnóstico (OBDII), tivemos um controle mais preciso pelo acréscimo do segundo sensor de oxigênio (que analisa a eficiência do catalisador) e a relação de plausibilidade dos sinais. Esse controle aliado com as padronizações do sistema OBDII auxiliou a *interface* homem máquina.

Visando esclarecer os conceitos de uma diagnose veicular, desenvolvemos um programa que troca informações com unidades de gerenciamento OBD. Concluímos que o software desenvolvido em plataforma *LabVIEW* (ScanTec) é um programa de diagnóstico OBDII acadêmico e atingiu os objetivos propostos no início do trabalho de conclusão de curso, que foram: aprimoramento do *software* de formandos 2009, a visualização de todos códigos de falhas disponibilizadas pelo serviço \$03 bem como suas respectivas descrições, leitura de parâmetros de funcionamento do motor e informações adicionais do veículo. Todos os dados foram tratados conforme as especificações da Norma ISO15031-5, que padroniza os dados da diagnose.

O *Hardware* utilizado possui o circuito integrado ELM327 e atende as especificações de um equipamento OBDII, que são: Busca automática do protocolo de comunicação; Leitura de DTC; Apagar a memória de DTC e seus respectivos *Freeze Frames*; Leitura de dados dos serviços e PIDs disponíveis no protocolo e identificação do veículo.

Portanto as informações disponíveis da ECU (*Eletronic Control Unit*), tratadas conforme a especificação ISO15031-5 e o valor final apresentado em plataforma *LabVIEW*, ficou compreensível pelo usuário e atendeu as expectativas de um scanner OBDII acadêmico.



### Propostas Futuras:

- Desenvolver o *hardware* da *interface* OBDII, com comunicação *Bluetooth*;
- Implementar no *software* de comunicação da interface gráfica via *LabVIEW* um Diagnóstico Conduzido, capaz de auxiliar o operador a interpretar os códigos de falhas, com procedimentos de teste, esquemas elétrico e etc;
- Pesquisar sobre o protocolo UDS (*Unified Diagnostic Service*), que será uma tendência na diagnose.
- Diminuir a complexidade do software em *LabVIEW*, fazendo que o fluxo de dados pare o programa caso algo indesejado aconteça. E otimizar a chamada de telas e suas máquinas de estados.

## REFERÊNCIAS

AEA, Associação de Engenheiros Automotivos. **V SEMINÁRIO SOBRE A ELETRO-ELETRÔNICA APLICADO A MOBILIDADE – DIAGNOSE VEICULAR**. São Paulo, 27 de Junho de 2003.

BARBOSA, Luiz Roberto Guimarães – **Resumo Rede CAN** – UFMG, 2003.

BASTOS, Eduardo. **Estudo das Diferenças dos Requerimentos das Principais Legislações de On Board Diagnostics para Padronização de Testes de Desenvolvimento e Validação de Transmissão Automática de Automóveis**. Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul - SP. Monografia. 2012.

BELO, Valdeci Pereira. **Sistema para Diagnóstico Automático de Falhas em Veículos Automotores OBD-2**. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) - UFMG, Minas Geras, 2003.

BOSCH, Robert. **Manual de Tecnologia Automotiva**. Tradução da 25ª ed. São Paulo - SP: Edgard Blücher. Ano 2005.

CERQUEIRA, Ademar Dultra et al. - **Sistema de diagnóstico para veículos que utilizam os protocolos ISO9141 e ISO14230 através de uma plataforma em LabVIEW®**. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva) – FATEC, Santo André, 2009.

GUIMARÃES, Alexandre de Almeida. **Eletrônica Embarcada Automotiva**. 1ª ed. São Paulo: Erica, 2007.

International Standardization for Organization. **ISO 15031 Road vehicles - Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics**. ISO. 2006.

MANAVELLA, Humberto José. Publicação – **Diagnóstico Automotivo Avançado** disponível em <<http://www.hmautotron.eng.br/hm.html>> Acessado em 23/10/12.

NETO, André Carlos de Moraes – **Telemetria Automotiva via Internet Móvel**. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Ciências da Computação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

SILVA, Luiz Ricardo Trajano. et al. - **Ferramenta de Diagnóstico Automotivo OBDII**. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva) – FATEC, Santo André, 2010.

PAIVA, Marcus Vinícius e LEOPOLDINO, Lucas Samuel. **Sistema de diagnóstico de falhas automotivo com comunicação Bluetooth**. TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em Telecomunicações Automação)- PUC MG, Minas Geras, 2010.

PEREIRA, Bruno Silva - **SISTEMA DE DIAGNOSE VEICULAR ON-BOARD EM UMA PLATAFORMA DIDÁTICA DE GERENCIAMENTO ELETRÔNICO** - . TCC (Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Eletrônica Automotiva) – FATEC, Santo André, 2012.

PÓVOA, Rodrigo. **Aplicação do Protocolo “KW2000” para leitura de dados disponíveis no módulo de controle do motor de um veículo popular**. PAGINAS f. Tese (Mestrado em Engenharia Automotiva) – POLI, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

**LabVIEW® Manual** , National Instruments, 2005.

**MANUAL SUPORTE AO DIAGNÓSTICO OBD IAW-ACM.AR – MITSUBISHI MOTORS**. 2010.

**MANUAL DE UTILIZAÇÃO PC SCAN 2010** – NAPRO Eletrônica Industrial LTDA. 2012

**Notas de aula do Profº Kleber Hodel** – Disciplina: Redes de comunicação automotivas. 2012.

**Notas de aula do Profº Orlando Salvo Júnior** – Disciplina: Diagnose veicular. 2012.

VOLKSWAGEN, Academia. **Sistema de Gerenciamento de Motores Aspirados**. São Paulo, São Bernardo do Campo.

## ANEXOS

### ANEXO I - Tabela ASCII Completa

Esta tabela é a junção da tabela ASCII Normal (32 a 127), tabela dos Caracteres de Controle (0 a 31) e a tabela ASCII Estendida (128 a 255).

ASC II = American Standard Code for Information Interchange

Decimal	Binário	Hex	Referência
0	00000000	00	Null - NUL
1	00000001	01	Start of Heading - SOH
2	00000010	02	Start of Text - STX
3	00000011	03	End of Text - ETX
4	00000100	04	End of Transmission - EOT
5	00000101	05	Enquiry - ENQ
6	00000110	06	Acknowledge - ACK
7	00000111	07	Bell, rings terminal bell - BEL
8	00001000	08	BackSpace - BS
9	00001001	09	Horizontal Tab - HT
10	00001010	0A	Line Feed - LF
11	00001011	0B	Vertical Tab - VT
12	00001100	0C	Form Feed - FF
13	00001101	0D	Enter - CR
14	00001110	0E	Shift-Out - SO
15	00001111	0F	Shift-In - SI
16	00010000	10	Data Link Escape - DLE
17	00010001	11	Device Control 1 - D1
18	00010010	12	Device Control 2 - D2
19	00010011	13	Device Control 3 - D3
20	00010100	14	Device Control 4 - D4
21	00010101	15	Negative Acknowledge - NAK
22	00010110	16	Synchronous idle - SYN
23	00010111	17	End Transmission Block - ETB
24	00011000	18	Cancel line - CAN
25	00011001	19	End of Medium - EM
26	00011010	1A	Substitute - SUB
27	00011011	1B	Escape - ESC
28	00011100	1C	File Separator - FS
29	00011101	1D	Group Separator - GS
30	00011110	1E	Record Separator - RS
31	00011111	1F	Unit Separator - US
32	00100000	20	Space - SPC
33	00100001	21	!
34	00100010	22	"
35	00100011	23	#
36	00100100	24	\$
37	00100101	25	%
38	00100110	26	&
39	00100111	27	'
40	00101000	28	(
41	00101001	29	)
42	00101010	2A	*
43	00101011	2B	+
44	00101100	2C	,
45	00101101	2D	-
46	00101110	2E	.
47	00101111	2F	/
48	00110000	30	0
49	00110001	31	1
50	00110010	32	2
51	00110011	33	3
52	00110100	34	4
53	00110101	35	5
54	00110110	36	6
55	00110111	37	7

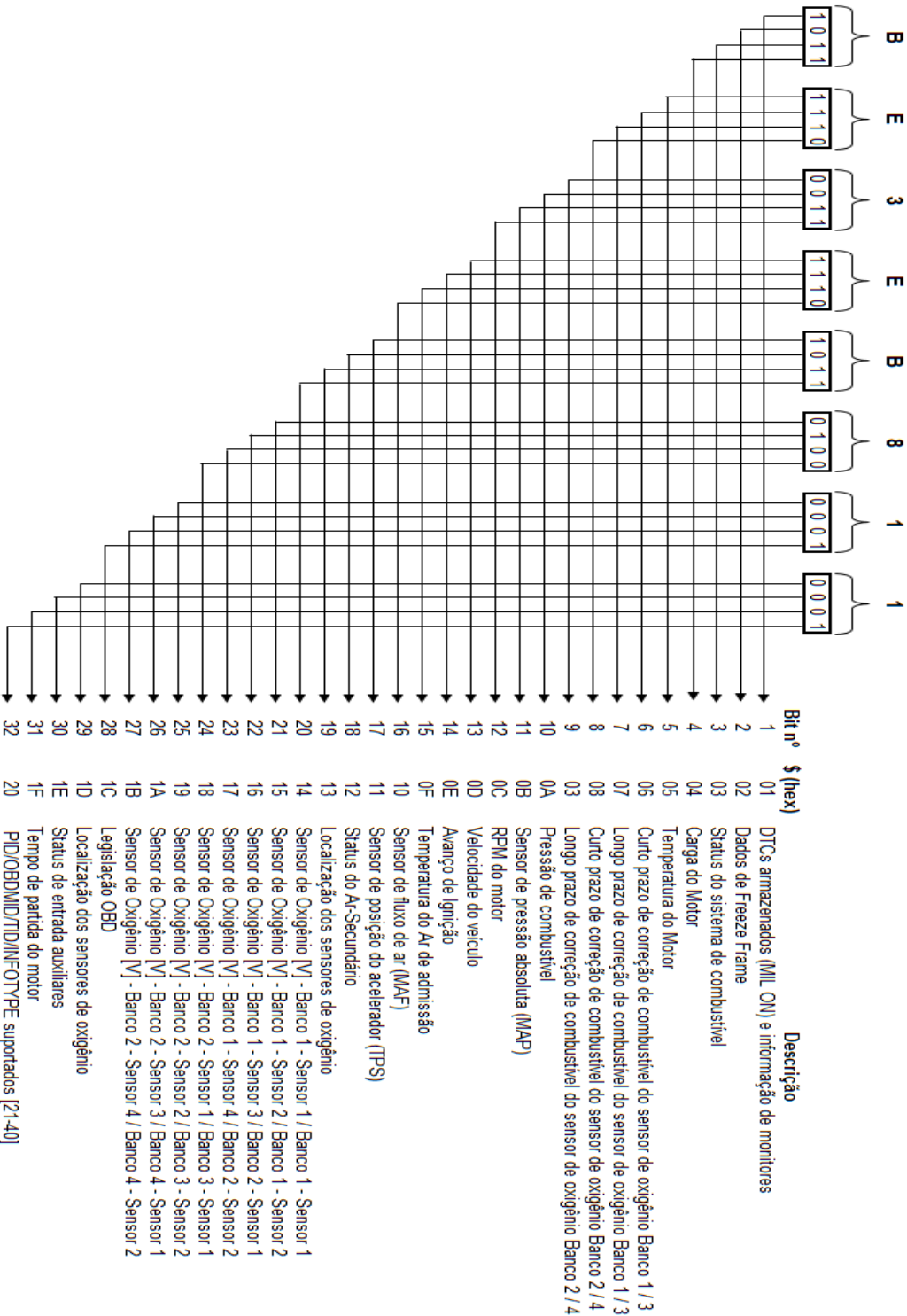
56	00111000	38	8
57	00111001	39	9
58	00111010	3A	:
59	00111011	3B	;
60	00111100	3C	<
61	00111101	3D	=
62	00111110	3E	>
63	00111111	3F	?
64	01000000	40	@
65	01000001	41	A
66	01000010	42	B
67	01000011	43	C
68	01000100	44	D
69	01000101	45	E
70	01000110	46	F
71	01000111	47	G
72	01001000	48	H
73	01001001	49	I
74	01001010	4A	J
75	01001011	4B	K
76	01001100	4C	L
77	01001101	4D	M
78	01001110	4E	N
79	01001111	4F	O
80	01010000	50	P
81	01010001	51	Q
82	01010010	52	R
83	01010011	53	S
84	01010100	54	T
85	01010101	55	U
86	01010110	56	V
87	01010111	57	W
88	01011000	58	X
89	01011001	59	Y
90	01011010	5A	Z
91	01011011	5B	[
92	01011100	5C	\
93	01011101	5D	]
94	01011110	5E	^
95	01011111	5F	_
96	01100000	60	`
97	01100001	61	a
98	01100010	62	b
99	01100011	63	c
100	01100100	64	d
101	01100101	65	e
102	01100110	66	f
103	01100111	67	g
104	01101000	68	h
105	01101001	69	i
106	01101010	6A	j
107	01101011	6B	k
108	01101100	6C	l
109	01101101	6D	m
110	01101110	6E	n
111	01101111	6F	o
112	01110000	70	p
113	01110001	71	q
114	01110010	72	r
115	01110011	73	s
116	01110100	74	t
117	01110101	75	u
118	01110110	76	v
119	01110111	77	w
120	01111000	78	x
121	01111001	79	y
122	01111010	7A	z
123	01111011	7B	{
124	01111100	7C	

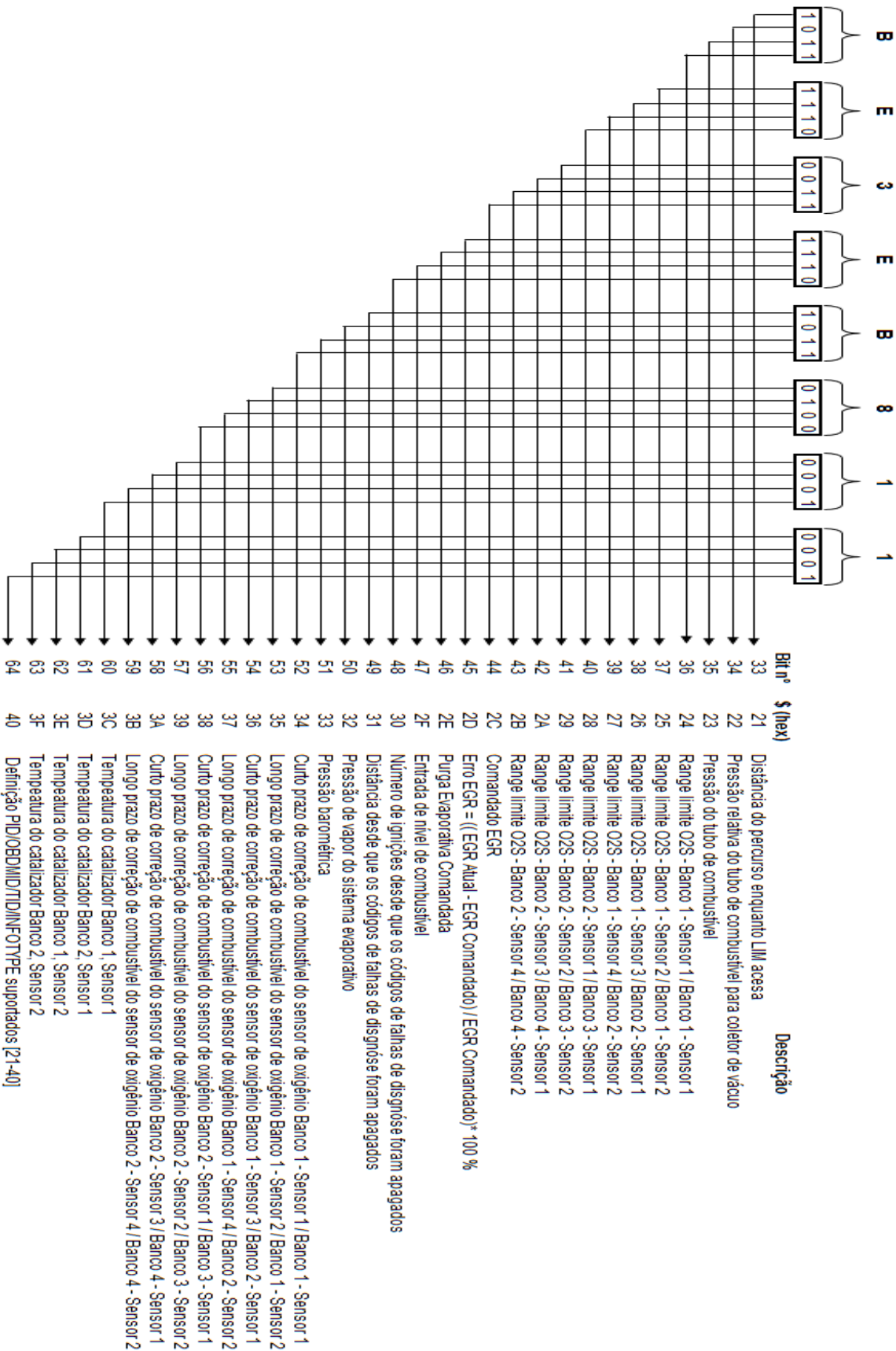
125	01111101	7D	}
126	01111110	7E	~
127	01111111	7F	Delete
128	10000000	80	Ç
129	10000001	81	ü
130	10000010	82	é
131	10000011	83	â
132	10000100	84	à
133	10000101	85	à
134	10000110	86	à
135	10000111	87	ç
136	10001000	88	ê
137	10001001	89	é
138	10001010	8A	è
139	10001011	8B	î
140	10001100	8C	î
141	10001101	8D	ï
142	10001110	8E	À
143	10001111	8F	À
144	10010000	90	É
145	10010001	91	æ
146	10010010	92	Æ
147	10010011	93	ô
148	10010100	94	ö
149	10010101	95	ò
150	10010110	96	û
151	10010111	97	ù
152	10011000	98	ÿ
153	10011001	99	Ô
154	10011010	9A	Ü
155	10011011	9B	ø
156	10011100	9C	£
157	10011101	9D	Ø
158	10011110	9E	x
159	10011111	9F	f
160	10100000	A0	á
161	10100001	A1	ù
162	10100010	A2	ó
163	10100011	A3	ú
164	10100100	A4	ñ
165	10100101	A5	Ñ
166	10100110	A6	ª
167	10100111	A7	º
168	10101000	A8	¿
169	10101001	A9	@
170	10101010	AA	¬
171	10101011	AB	½
172	10101100	AC	¼
173	10101101	AD	í
174	10101110	AE	«
175	10101111	AF	»
176	10110000	B0	☒
177	10110001	B1	☒
178	10110010	B2	☒
179	10110011	B3	
180	10110100	B4	†
181	10110101	B5	Á
182	10110110	B6	Â
183	10110111	B7	Ã
184	10111000	B8	©
185	10111001	B9	¶
186	10111010	BA	
187	10111011	BB	¶
188	10111100	BC	¶
189	10111101	BD	¢
190	10111110	BE	¥
191	10111111	BF	¿
192	11000000	C0	Ł
193	11000001	C1	Ł

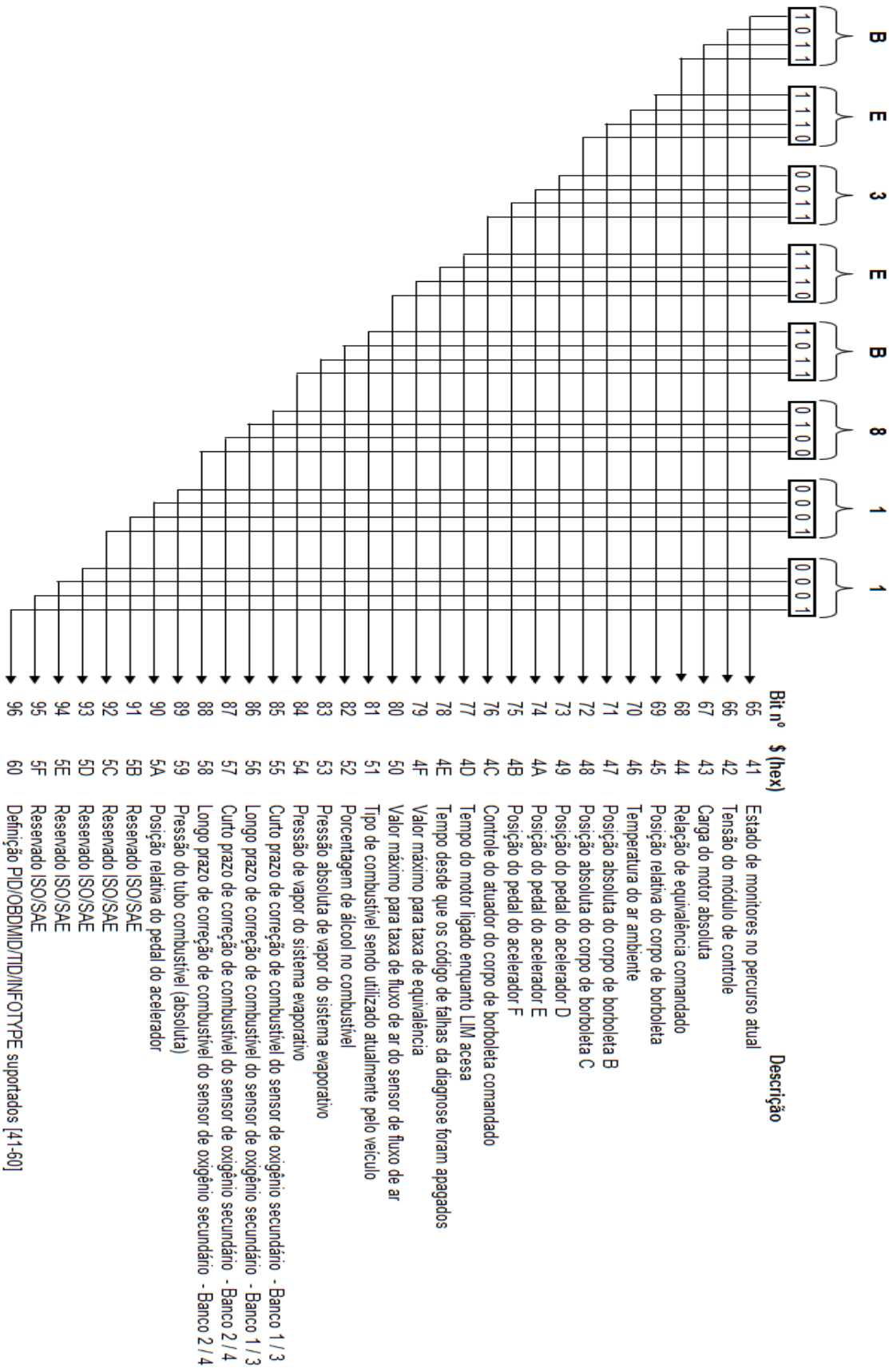
194	11000010	C2	┐
195	11000011	C3	┌
196	11000100	C4	—
197	11000101	C5	+
198	11000110	C6	ä
199	11000111	C7	Ä
200	11001000	C8	ℓ
201	11001001	C9	ℓ
202	11001010	CA	⊥
203	11001011	CB	⌞
204	11001100	CC	⌞
205	11001101	CD	=
206	11001110	CE	⌞
207	11001111	CF	⌞
208	11010000	D0	ø
209	11010001	D1	Ð
210	11010010	D2	Ê
211	11010011	D3	Ê
212	11010100	D4	Ê
213	11010101	D5	ı
214	11010110	D6	ı
215	11010111	D7	ı
216	11011000	D8	ı
217	11011001	D9	ı
218	11011010	DA	ı
219	11011011	DB	ı
220	11011100	DC	ı
221	11011101	DD	ı
222	11011110	DE	ı
223	11011111	DF	ı
224	11100000	E0	Ó
225	11100001	E1	ß
226	11100010	E2	Ô
227	11100011	E3	Ô
228	11100100	E4	ø
229	11100101	E5	Ö
230	11100110	E6	μ
231	11100111	E7	þ
232	11101000	E8	þ
233	11101001	E9	Ú
234	11101010	EA	Ú
235	11101011	EB	Ú
236	11101100	EC	ý
237	11101101	ED	Ý
238	11101110	EE	-
239	11101111	EF	,
240	11110000	F0	
241	11110001	F1	±
242	11110010	F2	—
243	11110011	F3	¾
244	11110100	F4	¶
245	11110101	F5	§
246	11110110	F6	÷
247	11110111	F7	,
248	11111000	F8	°
249	11111001	F9	°
250	11111010	FA	,
251	11111011	FB	1
252	11111100	FC	3
253	11111101	FD	2
254	11111110	FE	■
255	11111111	FF	



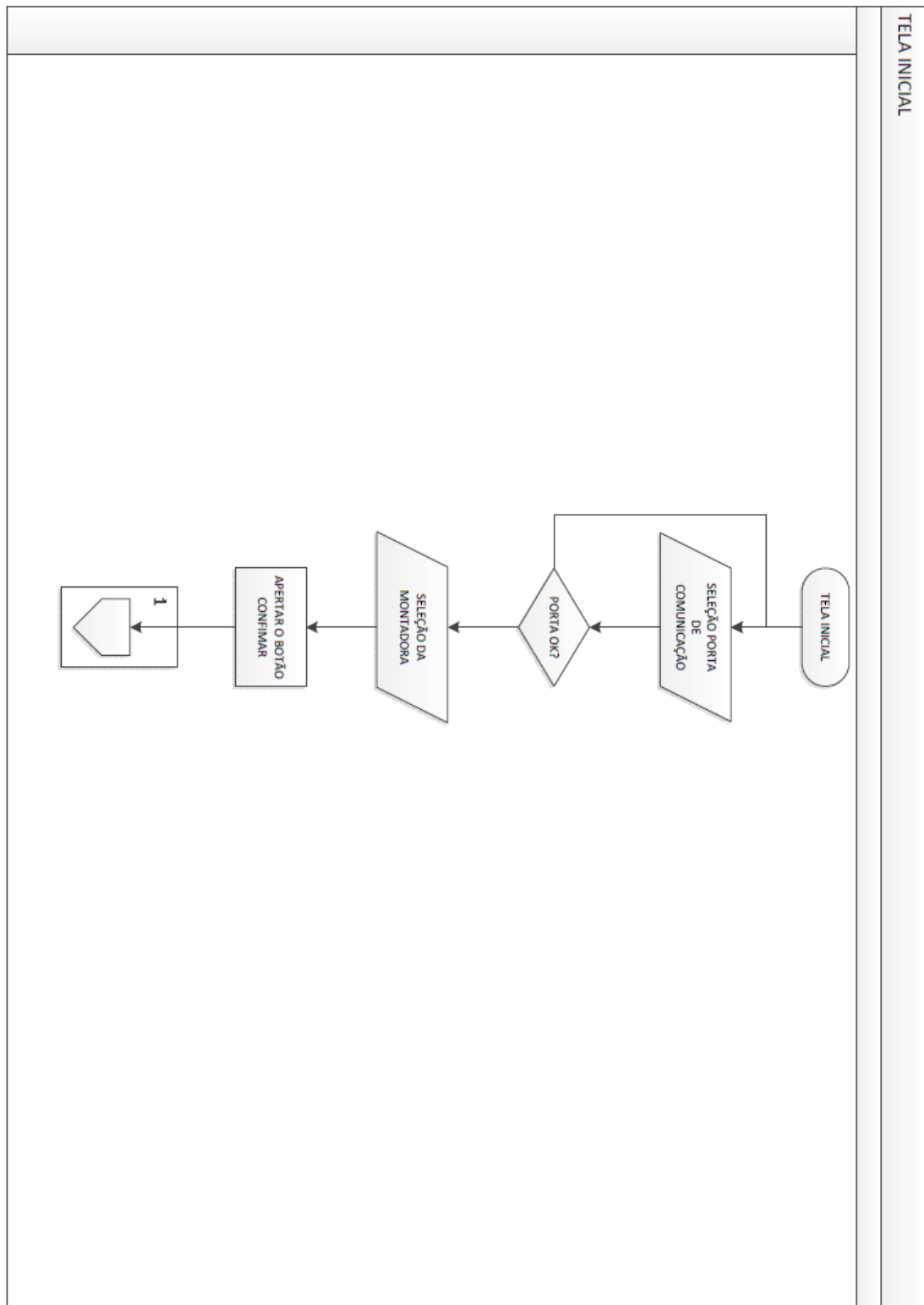
ANEXO II – PID 01 00



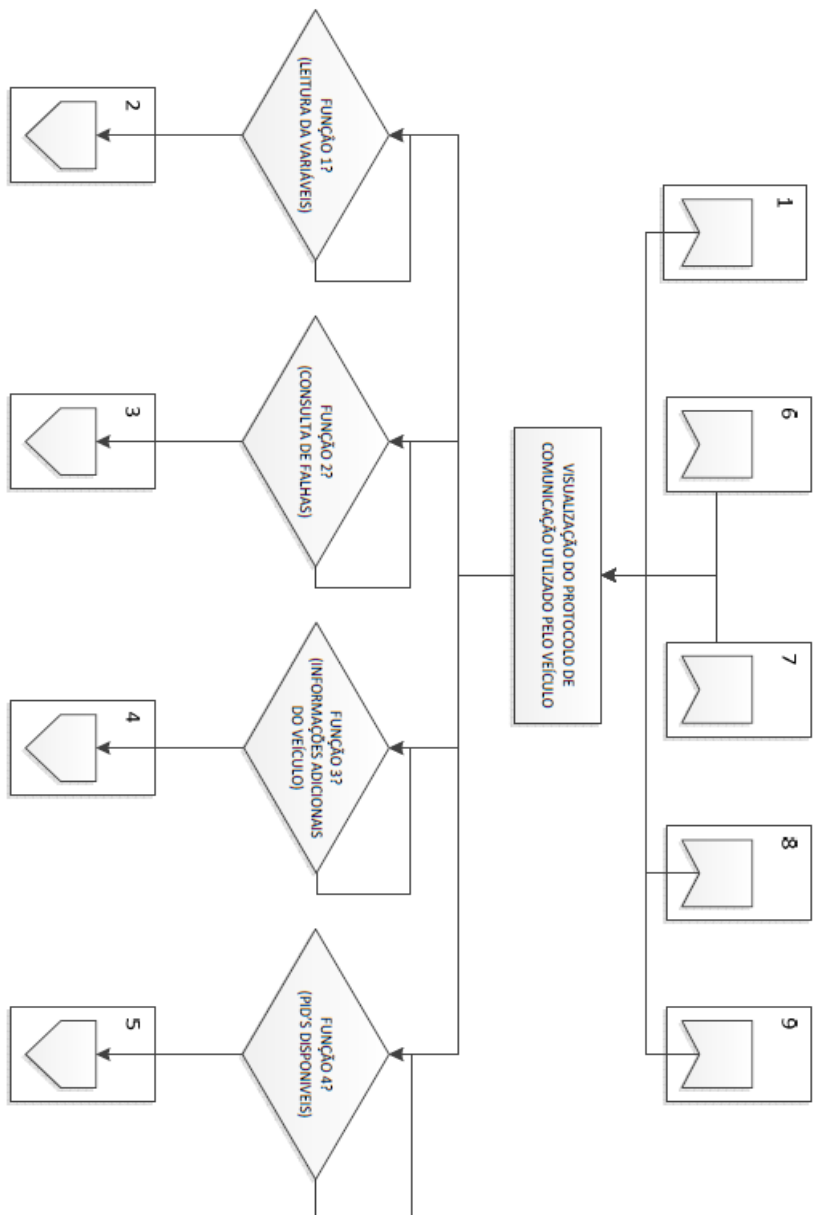


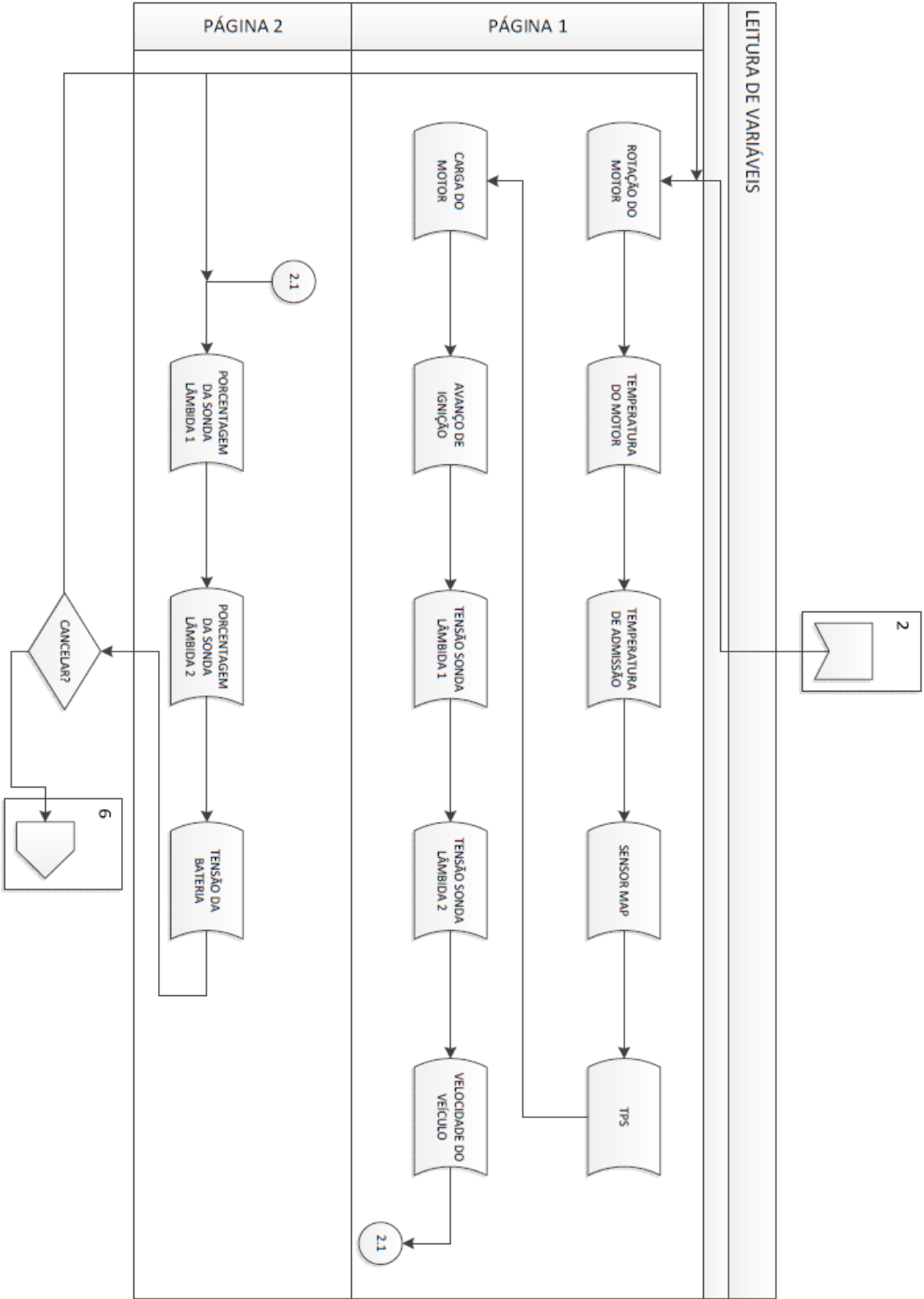


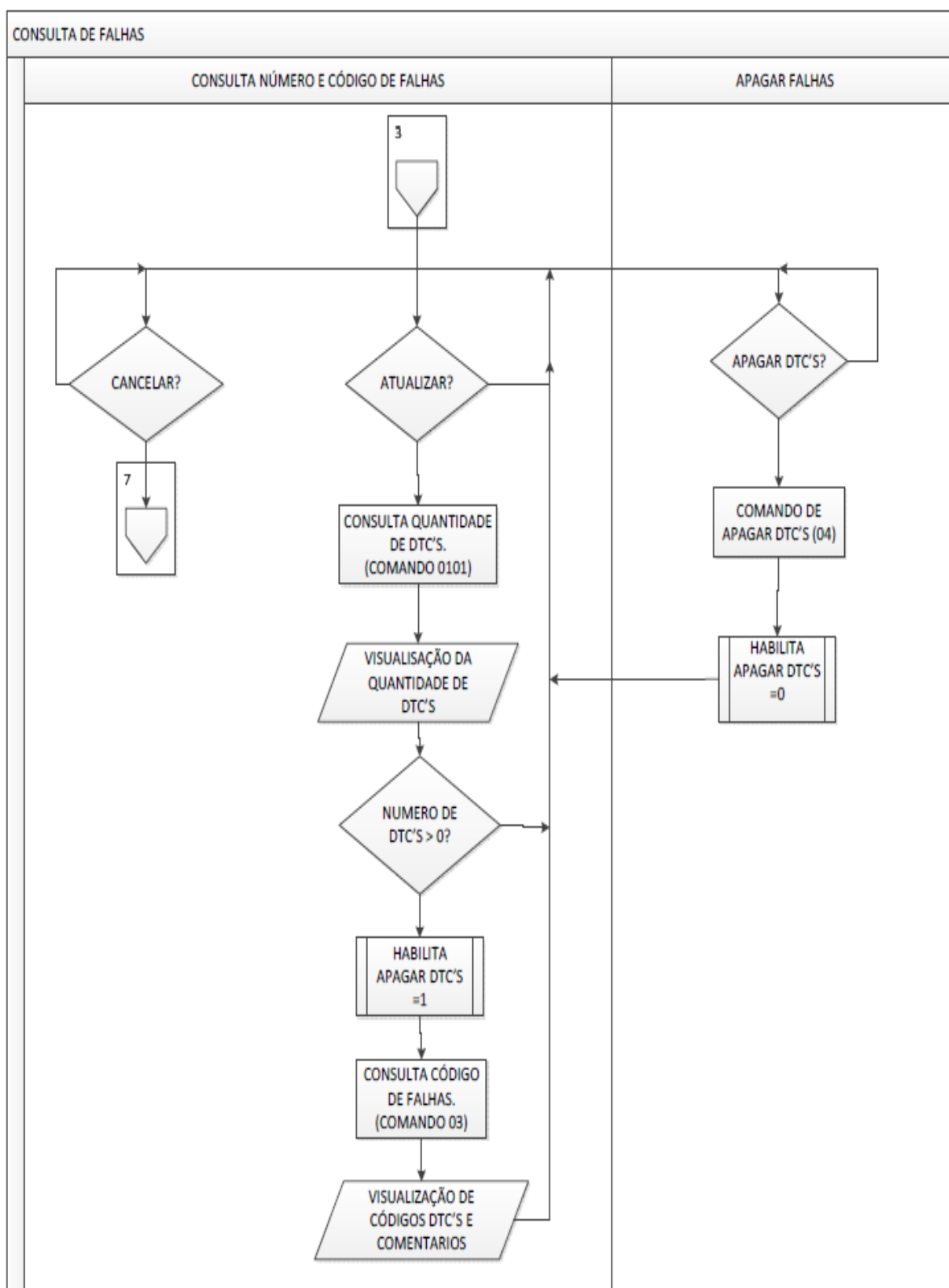
### ANEXO III – Fluxograma do programa



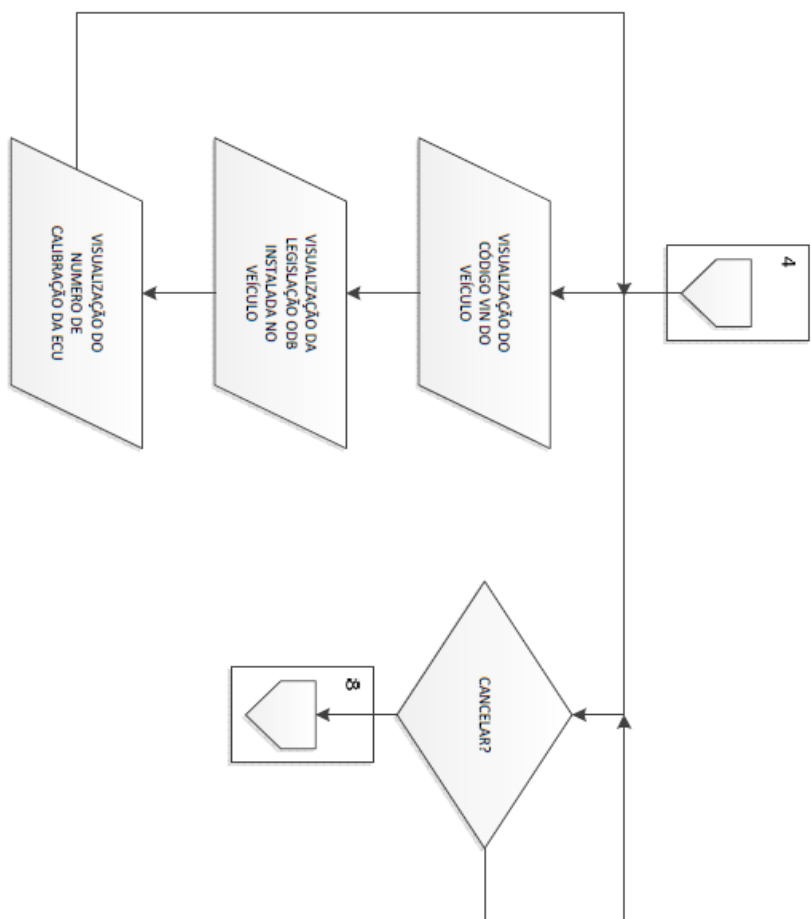
## TELA DE FUNÇÕES



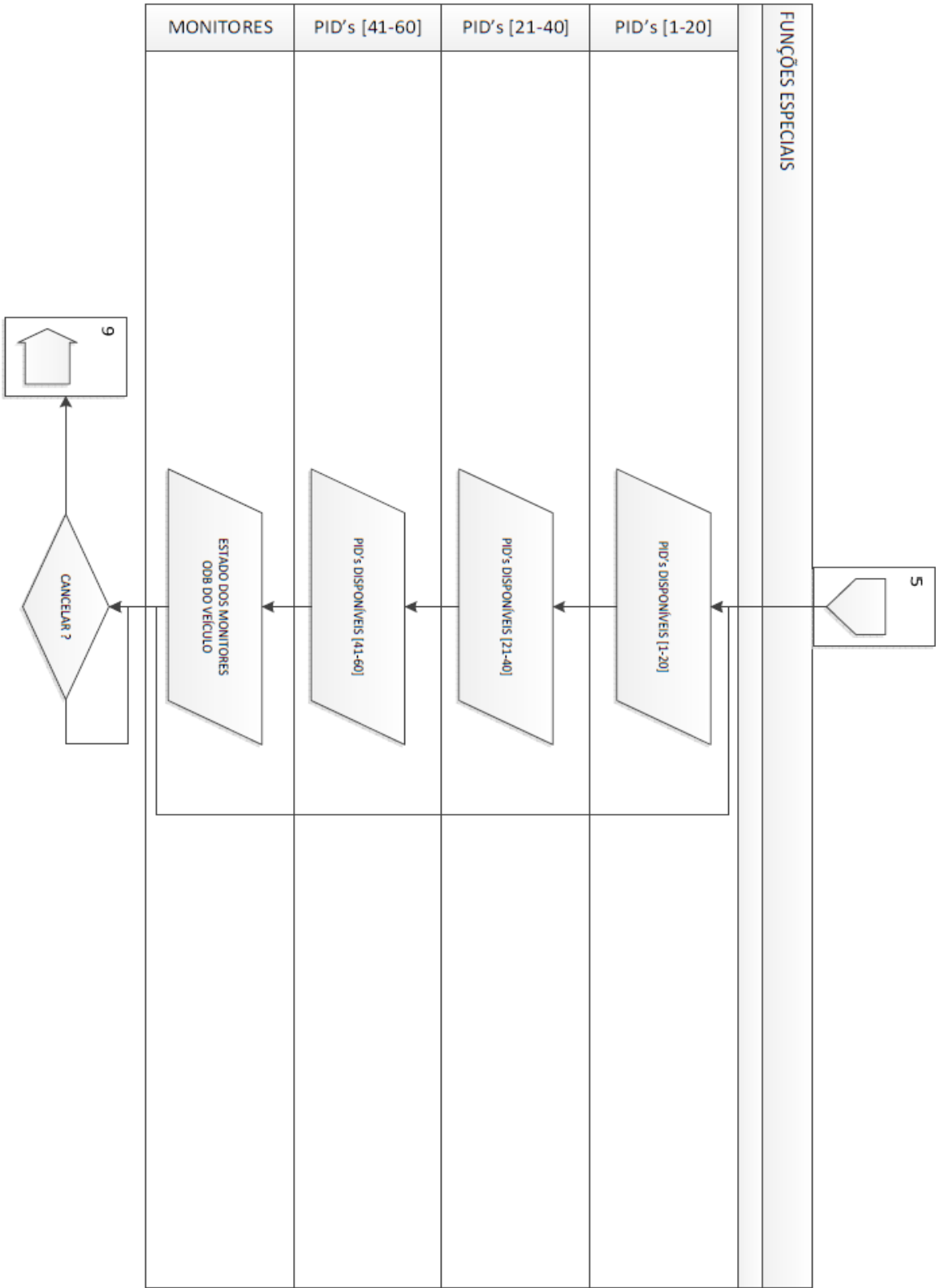




## INFORMAÇÕES ADICIONAIS







## ANEXO IV – Solicitação de uso de material da Academia VW

**From:** Felipe Freitas de Faria [mailto:f\_e\_lip@hotmail.com]

**Sent:** Thursday, June 06, 2013 9:32 AM

**To:** Beccaria, Favio Dragovic (B-VNT-2)

**Subject:** Uso de material da Academia VW

Prezado Favio,

Sou o Felipe aluno do último semestre do curso de Eletrônica Automotiva da FATEC Santo André e venho por meio deste solicitar o uso de alguns conceitos explicados na apostila: **Sistema de Gerenciamento de Motores Aspirados**. VOLKSWAGEN, Academia. São Paulo, São Bernardo do Campo, 200?, para fins acadêmicos.

Pretendo fazer citações desses conceitos na explicação de alguns sensores do motor na Monografia de meu TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) cujo tema é: *Scanner* OBD2 em Plataforma *LabVIEW*.

Grato desde já.

Atenciosamente,

Felipe Freitas de Faria

RE: Uso de material da Academia VW

↑ ↓ ×



Beccaria, Favio Dragovic (B-VNT-2) (Favio.Beccaria@volkswagen.com.br) Adicionar aos contatos 07/06/2013

Para: Felipe Freitas de Faria

Cc: Salvo Jr, Orlando de (B-VPS-3\*1), Suzuki, Paulo Toshio (B-VNT) ▾

Prezado Felipe,

Bom dia.

Autorizamos a utilização dos conceitos. Agradecemos se após a finalização puder nos enviar uma cópia (arquivo eletrônico) do seu trabalho a título de conhecimento.

Atenciosamente,

**Favio Dragovic Beccaria**

B-VMT - Academia Volkswagen - Rede

Volkswagen do Brasil Indústria de Veículos Automotores Ltda

Via Anchieta km 23,5 CPI: 1177

Bairro Demarchi - São Bernardo do Campo - SP

CEP: 09823-901

Fone +55 (11) 4347-2049

Fax +55 (11) 4347-2596

[favio.beccaria@volkswagen.com.br](mailto:favio.beccaria@volkswagen.com.br)<http://www.vw.com.br>

Antes de imprimir, pense em sua responsabilidade e compromisso com o MEIO AMBIENTE.