

# SUMÁRIO

## PARTE I

<b>CAPÍTULO 1 – COMBUSTÃO</b> .....	<b>3</b>
Processo de combustão .....	3
Motores de Combustão Interna .....	4
Relação Ar/Combustível .....	5
Relação Estequiométrica .....	5
Tipos de misturas .....	6
Fator Lambda .....	6
<b>CAPÍTULO 2 – EMISSÕES AUTOMOTIVAS</b> .....	<b>9</b>
Fonte das Emissões Automotivas .....	9
Combustão e Emissões .....	9
Métodos de Controle das Emissões .....	11
Emissões nos Gases de Escape .....	11
Emissões Evaporativas .....	12
Pós-Tratamento dos Gases de Escape .....	13
Tipos de Catalisadores .....	14
Eficiência do Catalisador de 3 Vias .....	15
<b>CAPÍTULO 3 – ALIMENTAÇÃO DE COMBUSTÍVEL</b> .....	<b>17</b>
Métodos de dosagem de combustível .....	17
Funções Básicas de um Sistema de Injeção .....	19
Histórico .....	19
Injeção Mecânica e Eletrônica .....	20
Evolução e Integração dos Sistemas de Injeção Eletrônica .....	21
Tipos de Sistemas de Injeção Eletrônica .....	22
<b>CAPÍTULO 4 – GERENCIAMENTO DE SISTEMAS DE ELETRÔNICA EMBARCADA</b> .....	<b>23</b>
Noções de Controle Eletrônico .....	23
Sistemas de Controle Eletrônico .....	24
Sensores e Atuadores .....	25
Unidades de Comando Eletrônico .....	26
Memória .....	27
Mapeamento nos Sistemas de Eletrônica Embarcada .....	27
<b>CAPÍTULO 5 – GERENCIAMENTO ELETRÔNICO DO MOTOR</b> .....	<b>29</b>
Requerimentos dos Sistemas de Injeção Eletrônica .....	29
Aplicação a um Sistema de Injeção/Ignição .....	29
Sensores .....	30
Atuadores .....	31
Unidade de Comando .....	32
Subsistemas Auxiliares .....	33
Processo de Injeção em Sistemas Eletrônicos .....	33
Fases de Funcionamento do Motor .....	34

<b>CAPÍTULO 6 – MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA MASSA DE AR .....</b>	<b>37</b>
Métodos de Medição do Ar Admitido .....	37
Método de Medição do Volume do Fluxo de Ar .....	38
Método de Medição “Velocidade/Densidade” .....	38
Método do Fio Aquecido .....	40
<b>CAPÍTULO 7 – DOSAGEM DE COMBUSTÍVEL NOS SISTEMAS DE INJEÇÃO .....</b>	<b>41</b>
Injeção Eletrônica .....	41
Taxa de Recirculação do Combustível .....	42
Pressão do Combustível .....	42
Correção por Tensão de Bateria .....	44
<b>CAPÍTULO 8 – MÉTODOS DE CONTROLE EM MALHA FECHADA .....</b>	<b>47</b>
Controle da Mistura (relação ar/combustível) .....	48
Controle da Rotação de Marcha Lenta .....	49
Controle do Avanço da Ignição .....	51

## PARTE II

<b>CAPÍTULO 9 – SUBSISTEMA DE COMBUSTÍVEL .....</b>	<b>55</b>
Componentes .....	55
Regulação da Pressão de Combustível .....	56
Circuito Elétrico .....	56
Interruptor de inércia .....	58
Taxa de Recirculação do Combustível .....	58
Sistema sem Linha de Retorno (“returnless”) .....	58
Sistemas Seqüenciais .....	60
<b>CAPÍTULO 10 – VERIFICAÇÕES NO SUBSISTEMA DE COMBUSTÍVEL .....</b>	<b>61</b>
Verificação da Pressão de Combustível .....	61
Medição da Vazão de Combustível .....	63
Verificação do Regulador de Pressão .....	64
Medições nos Sistemas sem Linha de Retorno (“returnless”) .....	65
<b>CAPÍTULO 11 – SUBSISTEMA DE AR .....</b>	<b>67</b>
Componentes .....	67
Aplicações .....	68
<b>CAPÍTULO 12 – SUBSISTEMA DE CONTROLE ELETRÔNICO .....</b>	<b>71</b>
Componentes .....	71
Dispositivos e Sinais Auxiliares .....	72
Circuitos elétricos .....	73
Sistema de Ignição .....	75

<b>CAPÍTULO 13 – SISTEMA DE IGNIÇÃO .....</b>	<b>77</b>
Sistemas de Ignição para Motores de Ciclo Otto .....	77
Características Básicas dos Sistemas de Ignição .....	78
Ignição Convencional com Platinado .....	80
Ignição Transistorizada .....	81
Mecanismos de Avanço da Ignição .....	81
Ajuste do Ângulo de Permanência .....	82
Bobina de Ignição, Velas .....	82
<b>CAPÍTULO 14 – IGNIÇÃO ELETRÔNICA .....</b>	<b>83</b>
Dispositivos de Disparo para Ignição Eletrônica .....	83
Sistemas de Ignição Eletrônica - Exemplos .....	85
Ignição Eletrônica Mapeada .....	86
Sistemas de Ignição Mapeada - Exemplos .....	87
Métodos de Controle da Bobina de Ignição .....	88
<b>CAPÍTULO 15 – IGNIÇÃO ESTÁTICA – DETONAÇÃO.....</b>	<b>91</b>
Ignição Estática de Faisca Perdida .....	91
Ignição Estática COP ("coil-on-plug") com Monobobina .....	92
Combustão Anormal .....	93
Sensor de Detonação .....	95
Verificações no Circuito do Sensor de Detonação .....	96
<b>CAPÍTULO 16 – MÓDULO DE IGNIÇÃO .....</b>	<b>97</b>
Configurações .....	98
<b>CAPÍTULO 17 – VERIFICAÇÕES NOS SISTEMAS DE CONTROLE INTEGRADO DO MOTOR.....</b>	<b>101</b>
Analisador de Motores - Componentes .....	101
Verificações no Sistema de Ignição .....	101
Análise de Sinais do Sistema de Ignição .....	102
Verificação do Estado Geral do Motor .....	104
<b>CAPÍTULO 18 – SUBSISTEMAS AUXILIARES: EVAP/AIR .....</b>	<b>107</b>
Controle das Emissões Evaporativas - EVAP .....	107
Acionamento da Válvula de Purga .....	109
Estanqueidade do Sistema EVAP .....	110
Injeção de Ar Secundário .....	111
<b>CAPÍTULO 19 – SUBSISTEMAS AUXILIARES: EGR NÃO MAPEADO .....</b>	<b>113</b>
Controle das Emissões de NOx .....	113
Recirculação dos Gases de Escapamento - EGR.....	113
Sistemas EGR Pneumáticos .....	115
<b>CAPÍTULO 20 – SUBSISTEMAS AUXILIARES: EGR MAPEADO .....</b>	<b>119</b>
Controle Mapeado de Sistemas EGR Pneumáticos .....	119
Dispositivos de Controle .....	120
Dispositivos de Sensoriamento .....	120
Sistemas EGR Eletrônicos .....	123

<b>CAPÍTULO 21 – SUBSISTEMA DE DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>125</b>
Requisitos Básicos para o Diagnóstico de Defeitos .....	125
Diagnóstico de Falhas em Sistemas Eletrônicos .....	126
Subsistema de Diagnóstico .....	127
Diagnóstico em sistemas OBD II .....	129
OBD I e OBD II - Comparativo .....	131
Componentes do Sistema de Controle de Emissões OBD II .....	132

<b>CAPÍTULO 22 – VERIFICAÇÃO DE CIRCUITOS E COMPONENTES .....</b>	<b>133</b>
Tipos de Verificações .....	133
Verificações na Cablagem .....	135
Verificações em Circuitos de Sensores e Atuadores .....	136

## PARTE III

<b>CAPÍTULO 23 – SENSORES DE TEMPERATURA .....</b>	<b>145</b>
Aplicação .....	145
Princípio de Funcionamento .....	145
Tipos de sensores de Temperatura .....	146
Circuito Elétrico de Entrada .....	146
Verificações nos Circuitos dos Sensores de Temperatura .....	147

<b>CAPÍTULO 24 – SENSORES DE POSIÇÃO (POTENCIOMÉTRICOS) .....</b>	<b>149</b>
Aplicação .....	150
Tipos .....	150
Sensor de Posição da Borboleta .....	150
Sensor de Posição da Válvula EGR .....	152
Verificações nos Circuitos dos Sensores de Posição .....	152

<b>CAPÍTULO 25 – SENSORES DE PRESSÃO .....</b>	<b>155</b>
Aplicação .....	155
Sensor de Pressão Absoluta do Coletor de Admissão - MAP .....	155
Tipos de Sensores de Pressão Absoluta .....	158
Verificações nos Sensores de Pressão e de Altitude .....	159

<b>CAPÍTULO 26 – SENSORES DE ROTAÇÃO .....</b>	<b>161</b>
Aplicação .....	161
Sensor de Relutância Magnética Variável .....	161
Sensor de Relutância Variável Diferencial .....	162
Sensores Magneto-resistivos .....	164
Sensores Óticos (fotoelétricos) .....	165
Sensores Hall .....	166
Tipos de Sinais .....	167
Verificações .....	168

<b>CAPÍTULO 27 – SENSORES DE QUANTIDADE DE AR ADMITIDO .....</b>	<b>173</b>
Medidores de Volume de Ar .....	173
Medidores de Massa de Ar .....	176
Verificações nos Circuitos dos Sensores de Ar Admitido .....	179
<b>CAPÍTULO 28 – SENSORES DE OXIGÊNIO .....</b>	<b>183</b>
Sensores de Oxigênio .....	183
Tipos de Sensores de Oxigênio .....	184
Sensor de oxigênio de Zircônio .....	184
Sensores de Oxigênio Aquecidos .....	186
Controle do Aquecedor nos Sensores de Oxigênio .....	186
Interface com a Unidade de Comando - Sensor de Zircônio .....	188
Sensor de Oxigênio de Titânio .....	188
Interface com a unidade de comando – Sensor de Titânio .....	189
Verificação do Sensor de Oxigênio .....	190
Sensor de Relação Ar/Combustível (sonda universal) .....	192

## PARTE IV

<b>CAPÍTULO 29 – VÁLVULAS DE INJEÇÃO .....</b>	<b>197</b>
Tipos de Injetores .....	197
Métodos de Acionamento .....	198
Injeção Síncrona e Assíncrona .....	200
Exemplos de Sinais de Acionamento .....	201
Verificações nos Circuitos de Válvulas Injetoras .....	202
<b>CAPÍTULO 30 – BOMBA DE COMBUSTÍVEL .....</b>	<b>203</b>
Tipos .....	203
Componentes Principais .....	203
Verificações .....	205
<b>CAPÍTULO 31 – ATUADORES PARA AJUSTE DA MARCHA LENTA .....</b>	<b>207</b>
Motor de passo .....	207
Válvula Solenóide .....	208
Válvula Rotativa .....	210
Motor de Corrente Contínua .....	211
Verificações no Circuito de Controle da Marcha Lenta .....	213
<b>CAPÍTULO 32 – VÁLVULAS SOLENÓIDE .....</b>	<b>215</b>
Eletroválvulas (válvulas solenóide) .....	215
Válvula Solenóide de 3 Vias .....	215
Acionamento de Válvulas Solenóide .....	216
Verificações em Circuitos de Válvulas Solenóide .....	217
<b>CAPÍTULO 33 – REGULADORES DE PRESSÃO .....</b>	<b>219</b>
Regulador de Pressão Hidráulica .....	219
Regulador de Pressão Diferencial .....	221
Sistemas sem Linha de Retorno .....	222

