

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Eletrônica Automotiva

Carlos Eduardo Mariano Junior

Luiz Henrique Reis

Santo André
2014

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Eletrônica Automotiva

Carlos Eduardo Mariano Junior

Luiz Henrique Reis

Recondicionamento de Sistemas Embarcados

Trabalho de Conclusão de Curso entregue à Fatec Santo André como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica Automotiva.

Orientador: Prof. MSc. Cleber Willian Gomes

Santo André
2014

Junior, Carlos Eduardo Mariano

Recondicionamento de Sistemas Embarcados / Carlos Eduardo, Luiz Henrique. - Santo André, 2014. – 20f: 5II

Trabalho de conclusão de curso – FATEC- Santo André

Curso de Eletrônica Automotiva, 2014.

Prof. Msc. Cleber Willian Gomes

1. Recondicionamento 2. custo 3. Sistemas Automotivos.
Reis, Luiz Henrique. Recondicionamento de Sistemas Embarcados

Faculdade de Tecnologia de Santo André

LISTA DE PRESENÇA
SANTO ANDRÉ, 11 DE JUNHO DE 2014

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA "Recondicionamento de Sistemas Embarcados" DOS ALUNOS DO 6º SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. MSc CLEBER WILLIAM GOMES




MEMBROS:

PROF. MARCO AURÉLIO FRÓES



SR. CARLOS ALBERTO MORAES



ALUNOS:

CARLOS EDUARDO MARIANO JUNIOR



LUIZ HENRIQUE REIS



Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer os nossos familiares e colegas de classe, por todo o apoio e conselhos dados em todos esses anos. A todos os funcionários e docentes da FATEC Santo André, em especial aos professores Cleber Willlian, Marco Aurélio Froes e Wagner Massarope, por toda dedicação e ensinamentos transmitidos a todos os alunos.

Ao Sr. Carlos Morais da Motorzoom pelos materiais gentilmente cedidos, exclusivamente para a realização de trabalho.

E ao Sr. José Fonseca da Caterpillar Brasil, pelo tempo cedido para nos receber, e pelos materiais, conselhos e ensinamentos passados a nós durante esses meses.

A todos muito obrigado.

Quase todos os homens são capazes de suportar adversidades, mas se quiser por à prova o caráter de um homem, dê-lhe poder.

Abraham Lincoln

RESUMO

Este trabalho apresenta métodos de reparação de sistemas automotivos, com destaque para o condicionamento de centrais eletrônicas de gerenciamento de motores à combustão interna, tendo em vista a redução de custo na manutenção do veículo, preservação ambiental, opção de manutenção de produtos com mais de dez anos no mercado ou fora de linha, e aplicação dos conceitos apresentados em outras áreas da tecnologia.

Palavras - chave: Recondicionamento, Custo, Tecnologia, Sistemas Automotivos.

ABSTRACT

This work presents methods of repair of automotive systems, with emphasis in the reconditioning of ECU (Electronic Control Unit), with target to cost reduction in vehicle maintenance, environmental preservation, option maintenance products with more than ten years in the market or out of assembly line, and applying the concepts presented in other areas of technology.

Key - words: Reconditioning, Coast, Technology, Automotive Systems.

Lista de Abreviações

CAN	Controller Area Network
CAFE	Economia Média Unificada de Combustível
DTC	Diagnostic Trouble Code
ECU	Electronic Control Unit
ISO	International Society Organization
MER	Método de Engenharia Reversa
OBD	On-Board Diagnostics
SAE	Society Of Automotive Engineers

Índice de Figuras

Figura 1 Aplicação industrial da tecnologia de injeção de combustível.....	16
Figura 2 – Sistema de ignição com platinado e distribuidor	22
Figura 3 Ambiente de calibração para um sistema de ignição eletrônica.....	23
Figura 4 Esquema Básico de Injeção de Combustível	24
Figura 5 Diagrama de Blocos de Um Sistema de Controle do Motor.	25
Figura 6 Esquema de Ligação dos fios da linha K com o conector OBD 2.	26
Figura 7 Diagrama CAN 2.0A.....	27
Figura 8 Diagrama CAN 2.0B.....	27
Figura 9 Toyota Prius	28
Figura 10 Simulador de ECU ECUTECH 20100	31
Figura 11 Visão frontal do circuito eletrônico da ECU	31
Figura 12 - Esquema de terminais da ECU	32
Figura 13 Trilha Rompida do terminal 48 da EEC-IV	32
Figura 14 Terminais do Processador e da EPROM	33
Figura 15 Placa após o reparo	34
Figura 16 Jet Ski Sea Doo GTI 2004.....	35
Figura 17 Modulo de injeção do Jet Ski	36
Figura 18 ECU vista de cima.....	37
Figura 19 Modelo de circuito teste para transistor NPN	38
Figura 20 Memória Flash AM29400BB saída e entradas	39
Figura 21 ECU com seus módulos internos de Transmissão Automática e Motor....	39
Figura 22 Gráfico de produção de veículos no Brasil.....	43
Figura 23 Crescimento da eletrônica automotiva	44

Figura 24 Projeção do conteúdo médio de semicondutores automotivos em países do BRIC.....	44
---	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Introdução Histórica.....	15
1.2	Por que Recondicionamento e não Remanufatura ?.....	18
1.3	Objetivo	18
2	REMANUFATURA E SISTEMAS VEICULARES	19
2.1	Remanufatura.....	19
2.2	Meio Ambiente.....	20
2.3	Sistema de Ignição	21
2.4	Sistema de Injeção Eletrônica	23
2.5	Linha K	25
2.6	Rede CAN	26
2.7	Recall	28
2.8	Qualidade	28
3	METODOLOGIA	30
3.1	Estudo de caso com injeção eletrônica veículo de passeio.....	30
3.2	Métodos de Diagnóstico de falha para investigação de Defeitos	30
3.3	Estudo de caso do modulo de injeção do JET SKI.....	34
3.4	Estudo de caso com ECU de Transmissão Automática.....	36
4	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	41
4.1	Análise pós-reparo	41
5	CONCLUSÃO	43

6	PROPOSTAS FUTURAS.....	46
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 Introdução

O alto custo de manutenção dos veículos no Brasil é algo que faz o consumidor final buscar alternativas mais baratas de reparação e cuidados com seu veículo ou frota. No caso de transportadoras um por cento de economia por veículo gera um ganho considerável após um ano. Assim uma alternativa adotada principalmente pelo mercado de transporte e máquinas agrícolas, é o uso de componentes remanufaturados ou reconicionados.

A recuperação de peças seja ela de dentro ou de fora do ambiente automobilístico, possui outra vantagem além do lado econômico. Se considerarmos um automóvel com mais de dez anos de fabricação, possivelmente não encontraremos peças de reposição na rede autorizada.

Produtos remanufaturados têm como principal característica ser mais baratos que um novo, mas isso não significa que não possua a mesma qualidade e especificações de um totalmente novo. No Brasil a remanufatura é um assunto relativamente novo, por isso este trabalho propõe mostrar métodos de recondicionamento de componentes de alto custo, ou em falta no mercado de reposição, uma vez que essa prática é economicamente e ambientalmente viável. [Folheto Recon 4B - Remanufaturados Cummins]

1.1 Introdução Histórica

A seguir, será citada a evolução do controle de combustão interna dos veículos automotores. O principal fator para o aperfeiçoamento dos sistemas automotivos ocorreu devido às legislações governamentais que restringiram os níveis de poluentes lançados ao ambiente pelos automóveis, que não possuíam o sistema de controle de emissões de gases. Outro fator que contribuiu para o desenvolvimento de artifícios que gerenciassem o processo de combustão dos motores de forma eficiente foi a crise do petróleo nos anos de 1970, a partir desse evento surgiram veículos com motores de baixa cilindrada, e administrados eletronicamente.

Em 1950 ocorreu o início do desenvolvimento dos primeiros sistemas de injeção de combustível para motores de ciclo Otto. Segundo GIVENS (1976), no ano de 1954 a Mercedes-Benz exibiu seu novo modelo 300SL que possuía um sistema de injeção direta fabricado pela Bosch, esse sistema injetava o combustível direto na câmara de combustão de uma forma parecida com os motores Diesel.

DOLZA ET AL (1957) A General Motors junto com a Bendix em 1957 no encontro anual da SAE em Detroit mostraram seus respectivos sistemas de injeção de combustível para motores a combustão interna de ciclo Otto, esse sistema apresentado pela General Motors possuía uma injeção de fluxo contínuo e as válvulas injetoras direcionando o jato de combustível nas válvulas de admissão de cada cilindro, com esse sistema puramente mecânico ele dosava a quantidade certa de combustível em seus diferentes regimes.

Os testes e ensaios com veículos com esse sistema mostraram que na aceleração tinham uma vantagem sobre o carburador com uma resposta mais rápida e sem falhas.

No ano de 1958 em Cleveland foi apresentado o sistema Bosch de injeção de combustível. Este sistema, como o da GM, era composto por componentes mecânicos, mas ao invés de ser um sistema de fluxo contínuo era um sistema temporizado. A quantidade de combustível injetado era determinado por um controlador de acordo com a condição do motor.

Segundo PASSARINI (1993), os usuários não aceitavam as inovações, e durante 100 anos sendo possível controlar o motor fazendo uso de controles fluídicos, as montadoras relutaram em abandonar uma tecnologia que tão bem dominavam e que havia exigido um alto investimento financeiro. Este fenômeno pode ser visto na FIGURA 01 onde mostra quanto tempo levou para cada país aceitar a injeção de combustível, voltando a utilizar o carburador. Por outro lado, a indústria europeia teve uma aplicação cada vez maior da injeção de combustível em veículos novos.

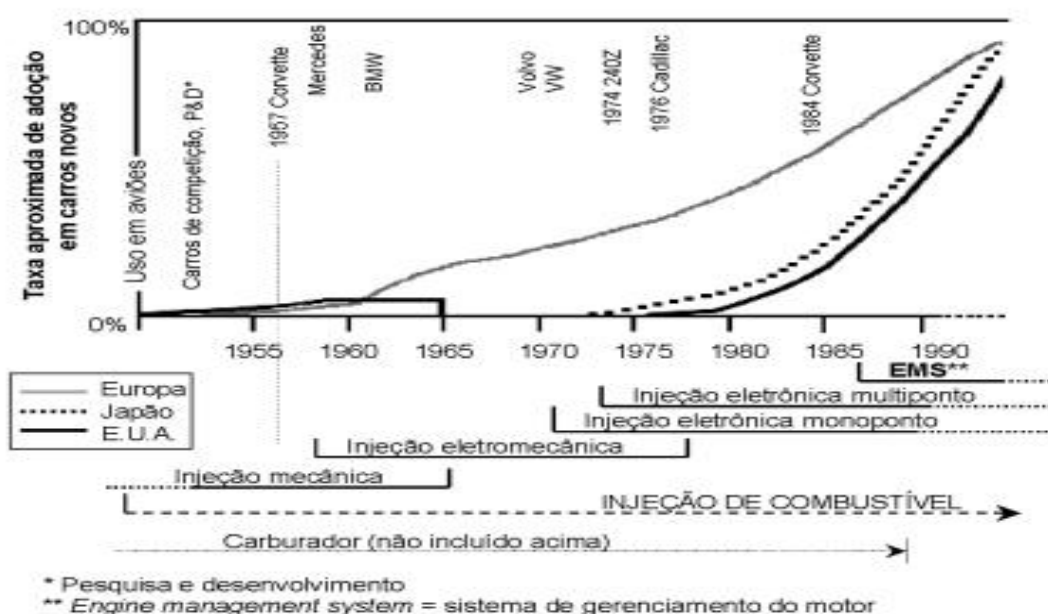


Figura 1 Aplicação industrial da tecnologia de injeção de combustível. [AMEY (1995), p.215,fig.2]

Na década de 1960 e até meados de 1970 europeus e japoneses dominavam o desenvolvimento e aplicação da injeção de combustível em automóveis e a tecnologia de gerenciamento de motores e afins. Ao final da década de 1970 os consumidores americanos passaram a acreditar que os carros europeus e japoneses eram mais avançados tecnologicamente e de qualidade superior que a maior parte dos carros americanos.

A maior motivação para o controle eletrônico dos motores veio em parte devido a dois requisitos governamentais:

- 1º. Aconteceu como resultado da legislação para regulamentar a emissão de gases de exaustão dos automóveis.
- 2º. Impulsionado para se melhorar a média nacional de economia de combustível com uma regulamentação governamental.

Alem do nível de emissões de gases poluentes, a legislação passou a regulamentar o consumo de combustível através da C.A.F.E (Economia Media Unificada de Combustível) onde os requisitos não são baseados em um único veículo, mas estão estabelecidos em termos de uma taxa média de milhas por galão para a produção de todos os modelos por uma montadora para qualquer ano. O custo para o cumprimento desses requisitos cai sobre o desempenho do motor. Para atender tais exigências usando controle mecânico, como no passado, não haveria custo efetivo, mas tais tipos de controle não teriam a capacidade de reproduzir funções de forma apurada ao longo de toda a gama de veículos em produção sob todas as condições, durante toda a vida do veículo e permanecer dentro dos níveis de tolerâncias para cumprir os requisitos governamentais. Por isso a indústria automobilística americana retornou o desenvolvimento e aplicação de tecnologia de injeção de combustível, como mostra a FIGURA 01.

Em 1967 a Bosch lança o sistema D-Jetronic um sistema de controle analógico com comando pela pressão no coletor de admissão. No mesmo ano a Bosch introduziu o K-Jetronic sistema com controle mecânico - hidráulico, com medição do volume de ar injetava combustível continuamente nas válvulas de admissão.

Anos depois L-Jetronic era um sistema com controle eletrônico e injeção de combustível intermitente, algumas versões deste sistema trabalhavam em malha fechada utilizando os valores do sensor de oxigênio para ajustar o tempo de injeção e assim cumprir os níveis de emissão de poluentes impostos pelo governo.

Em 1979 a Bosch, em conjunto com a Volvo apresentou o sistema Motronic um sistema com processamento digital das funções do motor. Esse sistema uniu o L-Jetronic com uma ignição eletrônica mapeada. Desse sistema em diante começou a integração dos sistemas onde uma nova abordagem foi adotada e o sistema agora gerenciava o motor como um todo, dando início ao chamado sistema EMS que contém subsistemas de injeção e o controle de outras funções.

Depois desses sistemas começou a evolução tecnológica nos sistemas de gerenciamento com novos sistemas embarcados e desenvolvimento de tecnologias e estratégias para tornar os veículos mais potentes e econômicos, e que principalmente emitam menos poluentes.

1.2 Por que Recondicionamento e não Remanufatura ?

Segundo a norma ABNT NBR 15296:2005, um componente remanufaturado é caracterizado por ser um material submetido a um processo industrial de recondicionamento que devolva as especificações originais do mesmo, sendo o processo procedido exclusivamente pelo fabricante original ou por um estabelecimento autorizado.

Já o recondicionamento é o reestabelecimento das características originais de uma peça, por meio de um processo técnico e/ou industrial, mas sem a intervenção do fabricante original.

1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar a possibilidade de reparo de sistemas eletrônicos embarcados, com ênfase no ambiente automobilístico, demonstrando sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.

2 Remanufatura e Sistemas Veiculares

2.1 Remanufatura

O processo de remanufatura consiste na desmontagem, limpeza, reparo ou até mesmo a substituição de componentes individuais de um produto no fim de sua vida útil, visando à geração de um produto remanufaturado, com as mesmas características e funcionalidades de um novo. Este artifício possui três características de extrema importância no âmbito industrial, que são um melhor desempenho ambiental, pois não utiliza recursos naturais para produção de matéria prima, demanda menos energia para sua realização, e possui um menor custo de produção frente uma peça nova.

[Modro, 2010] “Outro benefício gerado pela remanufatura é algo intangível. Trata-se da melhoria da imagem da empresa por utilizar processos de caráter sustentável. [Stahel 1995], Algumas empresas já estão convencidas da viabilidade econômica da remanufatura e também com relação à qualidade de seus processos”.

A origem da remanufatura vem da segunda guerra mundial, onde a partir da dificuldade reabastecimento dos veículos com peças novas, a alternativa foi reaproveitar componentes usados com pequenas melhorias.

No caso de remanufatura de unidades de gerenciamento do motor, podemos citar o trabalho desenvolvido pela empresa Caterpillar inc, que diagnostica a falha do componente, realiza o reparo juntamente com uma atualização crítica de engenharia, e ao final a ECU é submetida a um intenso teste de durabilidade, garantido a qualidade do produto.

Segundo Luiz Carlos Calil, Presidente da Caterpillar Brasil “A demanda por esses produtos é grande, e por isso a empresa aposta no crescimento nesse setor. A remanufatura não é retífica, mas um processo industrial sustentável que dá a peça uma condição de nova, inclusive a garantia de um produto novo”. (Fonte: <http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/11/caterpillar-inaugura-fabrica-e-preve-dobrar-n-de-funcionarios-em-5-anos.html>.) – 9/11/2013

Para José Eduardo Fonseca, Gerente de remanufatura da Caterpillar Brasil um produto remanufaturado tem um custo entre 40 e 60% de um novo. (Fonte:

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/11/caterpillar-inaugura-fabrica-e-preve-dobrar-n-de-funcionarios-em-5-anos.html>.) – 9/11/2013

É possível concluir que há viabilidade técnica e econômica do processo de remanufatura, pois o produto remanufaturado atende plenamente as necessidades do consumidor, com preço baixo, especificações técnicas iguais a de um novo e principalmente garantia sobre o produto, aliados a baixos níveis de degradação do meio ambiente.

2.2 Meio Ambiente

Como citado anteriormente, a remanufatura tem como consequência um ganho econômico e de credibilidade da empresa que a pratica. [<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/11/caterpillar-inaugura-fabrica-e-preve-dobrar-n-de-funcionarios-em-5-anos.html>.) – 9/11/2013]

Segundo os dados fornecidos pela Caterpillar Brasil a prática de remanufatura reduz o consumo de energia em até 85%, de água em 90%, de matérias primas em 99% e de resíduos sólidos em até 99%.

Ainda que não seja possível a recuperação do componente podemos aplicar o conceito chamado de 3rs para cada peça especificamente, ou até mesmo para toda a cadeia produtiva. O chamado 3rs é definido como a redução do uso de matérias primas, visando menor desperdício, redução de resíduos e minimização de gastos, por meio de três etapas. Reutilização, nessa fase é identificado ações que possibilitem sua utilização para várias finalidades, otimizando seu uso antes do descarte final. E por fim a reciclagem, processo que consiste no aproveitamento de resíduos no processo produtivo. A prática dessa filosofia traz benefícios econômicos e ambientais através da diminuição do uso de matéria prima, e benefícios sociais a partir da geração de empregos.

Quando o acondicionamento ou a remanufatura são consideradas inviáveis, a próxima etapa do ciclo de um produto, seguindo o conceito “3rs”, é a reciclagem. Se tratando especificamente de placas de circuito impresso, podemos citar como benefício da reciclagem desse sistema o ganho econômico e ambiental, uma vez que uma PCI contém cerca de 30% de metais como cobre, zinco, estanho, chumbo,

níquel, prata, ouro e paládio, elementos com alto custo de aquisição e extremamente nocivos ao meio ambiente quando descartados incorretamente.

Economicamente falando, o mercado de reciclagem de componentes eletrônicos em 2012 estava avaliado em US\$ 9,84 bilhões com estimativa de atingir US\$ 41,36 bilhões em 2019, segundo estudos da “Eletronic Recyclin Marketing”, em volume o mercado era de 48,43 toneladas em 2012 e deverá totalizar 141,05 milhões de toneladas em 2019.

Entre todos os metais provenientes da sucata eletrônica, o aço foi o mais reciclado, um dos fatores que contribuíram para esse fato foi à flutuação no preço do aço novo, assim os consumidores de aço adotam medidas de circuito fechado, utilizando aço reciclado na confecção de novos produtos, já que reciclar é mais barato do que produzir um novo. [Revista IPESI – Eletrônica & Informática – Abril/2014]

A elevação do número de placas de circuito impresso nos automóveis é justificada pela adoção de sistemas eletrônicos para o controle dos sistemas de ignição e injeção de combustível, visto que essa foi a forma que as montadoras encontraram de produzir veículos que consumissem menos combustíveis, proporcionassem mais potência e torque e atendessem as leis de emissões de poluentes de cada país. [Câmara, Julio Cesar Chaves, Monitoramento eletrônico da mistura ar/combustível em motores de combustão interna ciclo Otto, 2006]

2.3 Sistema de Ignição

Em motores de ciclo Otto, o sistema de ignição é o responsável por gerar a centelha necessária para que ocorra o fenômeno da explosão dentro do cilindro.

[Dellatorre, Fábio] Para a geração da faísca na vela de ignição é necessário aproximadamente uma tensão entre 5kV a 20kV, dependendo do motor, do seu estado e da sua condição de funcionamento, sendo esse valor bem superior aos 12V disponibilizados pela bateria de chumbo ácido existente no veículo.

Para elevarmos a tensão de trabalho da bateria, é empregada uma bobina de ignição no veículo. Nos primeiros sistemas de ignição o acionamento do componente era feito pelo platinado, que por sua vez atuava em função da rotação do motor, e a ordem de ignição nos cilindros era feita pelo distribuidor.

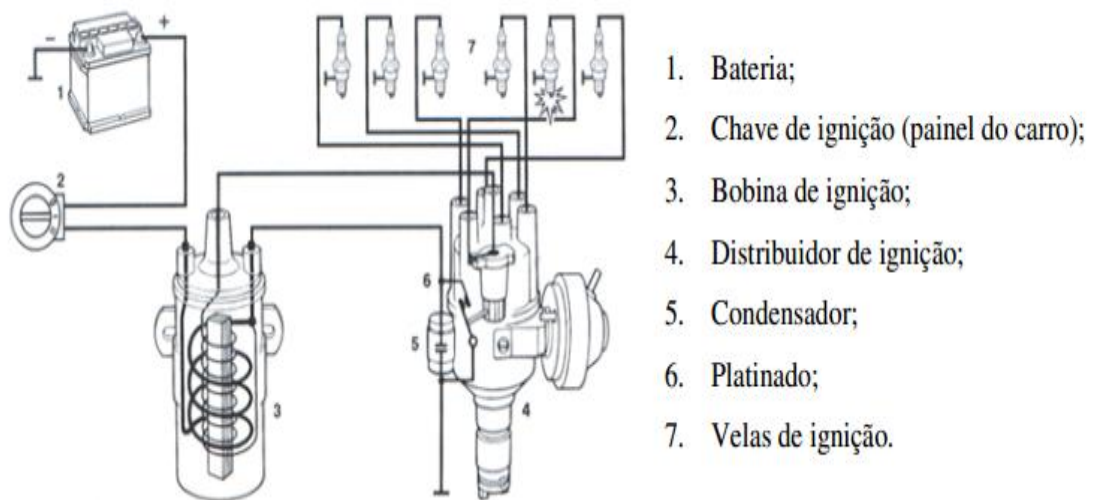


Figura 2 – Sistema de ignição com platinado e distribuidor
 [www.mecanicaautomotiva.com]

Atualmente esse processo de acionamento e distribuição de centelha é realizado pelo módulo eletrônico de comando do motor, que através de mapas calibrados no sistema comandam o processo de ignição, com o objetivo de proporcionar maior torque, potência ou economia de combustível.

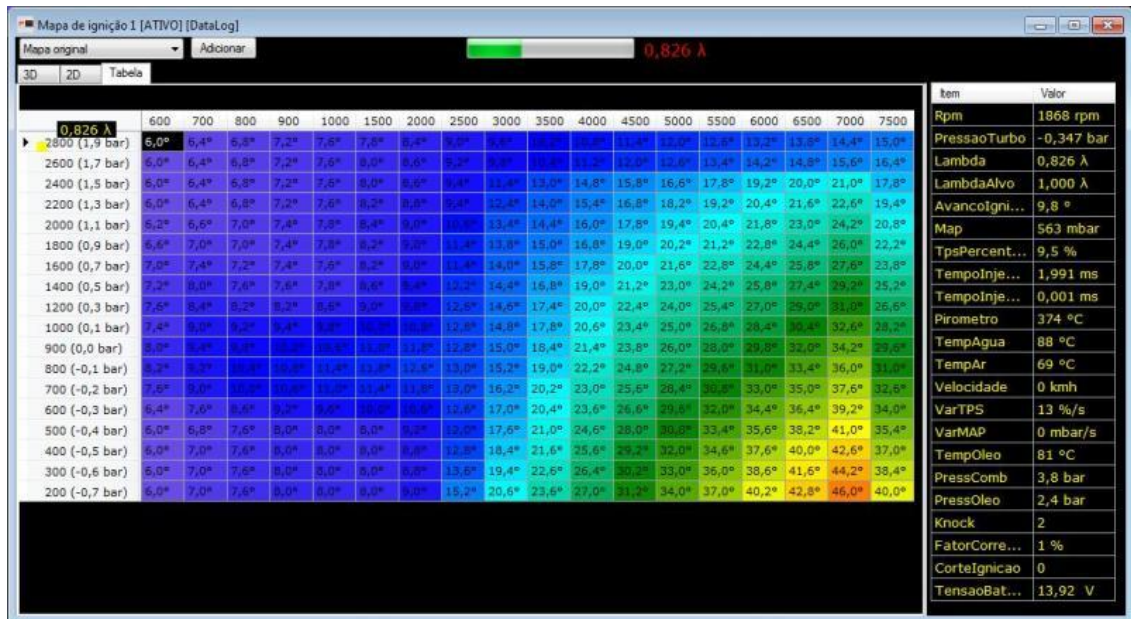


Figura 3 Ambiente de calibração para um sistema de ignição eletrônica [http://2.bp.blogspot.com/5qWtDW7VhA8/T7VEhrj0PVI/AAAAAAAAALw/Omu6r_1WmWM/s1600/tabela+igni%C3%A7%C3%A3o.JPG - 30/11/2013

2.4 Sistema de Injeção Eletrônica

O sistema de injeção eletrônica foi introduzido como item de serie nos veículos com motores de combustão interna após a crise do petróleo da década de 1970, e a elevação das taxas de poluição do ar nas grandes cidades, causadas pelo alto número de carros nas ruas. Na época a adoção de um sistema de controle eletrônico do motor foi forçada, pois o mercado automotivo preferia a utilização do carburador como principal sistema de alimentação de combustível do motor, pelo fato de ser um componente de fácil construção e manutenção, e baixo custo.

A seguir vemos a ilustração de um sistema de injeção básico de injeção de combustível.

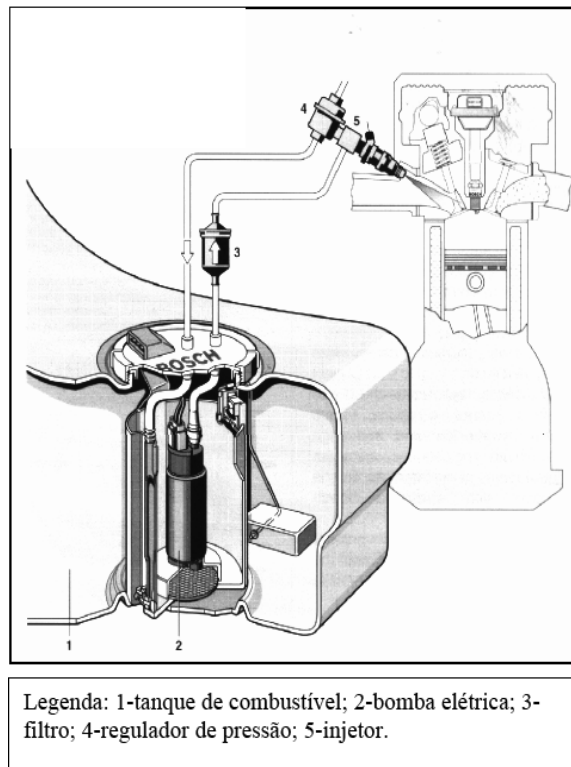


Figura 4 Esquema Básico de Injeção de Combustível – Desgaste e Corrosão de Bombas de Combustível de Álcool e Gasohl – Fernando Fusco Rovai.

Em contrapartida o controle eletrônico do motor trouxe com benefício um maior aproveitamento energético da máquina térmica. Com ele pode se observar o aumento significativo de torque e potência, e diminuição do consumo de combustível do motor. [Câmara, Julio Cesar Chaves, Monitoramento eletrônico da mistura ar/combustível em motores de combustão interna ciclo Otto, 2006]

O controle eletrônico do motor consiste na leitura e cálculos feitos pela ECU, que identificam a massa de ar que está sendo admitida pelo motor, e utilizando parâmetros como temperatura do motor e tensão da bateria como fatores de correção, determinam a massa de combustível a ser injetada no cilindro que esteja em fase de admissão no ciclo Otto, ou simplesmente a central de controle define o tempo de injeção.

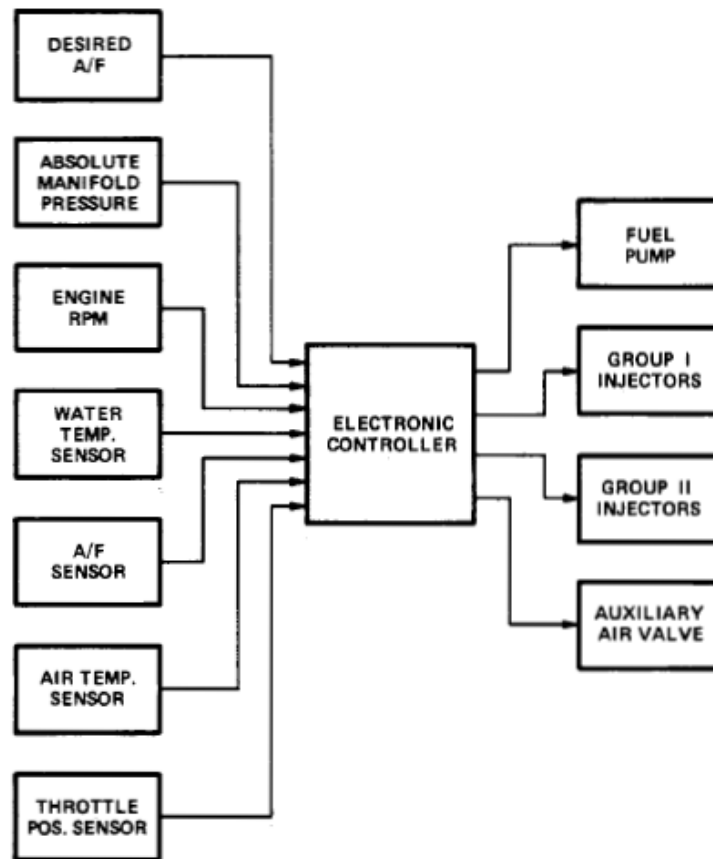


Figura 5 Diagrama de Blocos de Um Sistema de Controle do Motor – Tood L. Rachel – Eletronic Automotive Fuel Injection – Essential Disign Considerations.

2.5 Linha K

A linha K (ISO 9141) é um protocolo de comunicação utilizado nos veículos, que consiste na transmissão de dados utilizando um ou dois fios conectados aos pinos 7 e 15 do conector OBD. Este sistema opera com uma taxa de transmissão de 10.4 Kbps, e transmite mensagens de até 11 bytes.

Este recurso é utilizado como meio de comunicação entre a ECU e o equipamento de diagnóstico de falhas.

Eletronicamente, este sistema opera utilizando uma onda quadrada de frequência uniforme, com uma amplitude de 0 a 12 Volts.

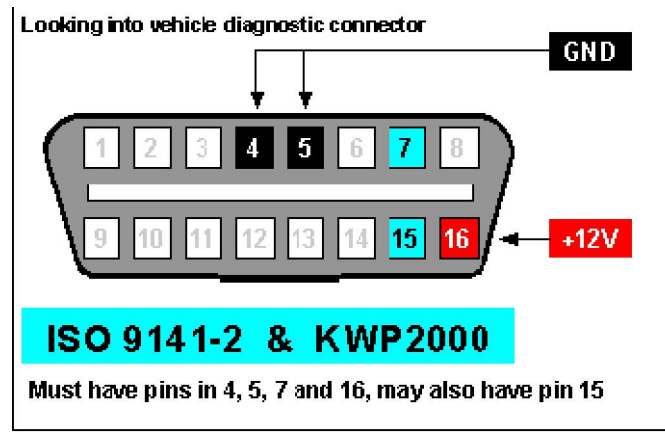


Figura 6 Esquema de Ligação dos fios da linha K com o conector OBD 2 - <http://www.onboarddiagnostics.com/images/j1962iso.gif> - 16/02/2014.

2.6 Rede CAN

A rede CAN é um sistema desenvolvido na década de 1980, com o objetivo de diminuir a quantidade de cabos presente no chicote elétrico do veículo, uma vez que o número de componentes eletrônicos integrados ao automóvel crescia exponencialmente. Os benefícios observados a partir da implementação do CAN (Controller Area Network) foram:

- Redução do tamanho do chicote elétrico;
- Integração e agilidade na comunicação entre os módulos de controle;
- Maior facilidade no diagnóstico de falhas;
- Utilização de apenas um sensor para várias funções
- Redução de custos.

O CAN é padronizado pela norma ISO 11898, gerada pela ISO, e sua aplicação é regida pela SAE (Society Of Automotive Engineers), algumas de suas características são:

- Prioridade de mensagens;
- Tempo de latências garantidos;
- Flexibilidade de configuração;
- Consistência dos dados;
- Multimestre;
- Detecção e sinalização de Erro.

O barramento CAN é constituído de quatro fios sendo um com a alimentação +VCC e o outro de referência GND, onde os sinais propagados são transmitidos pelos fios CAN High (CAN_H) e CAN Low (CAN_L). Os fios de CAN_H e CAN_L são obrigatoriamente trançados, para que as interferências eletromagnéticas aplicadas no

barramento sejam nulas, uma vez que a análise de dados é feita pela diferença de potencial entre os dois cabos.

O protocolo CAN possui dois tipos de formato de mensagens:

- CAN 2.0A: Suas principais características são, possuir 11 bits de identificador, com até 2048 mensagens diferentes trafegando na rede.



Figura 7 Diagrama CAN 2.0A - Luiz Roberto Guimarães Barbosa – Rede CAN

- CAN 2.0B: Possui o mesmo formato do CAN 2.0A, porém, com um identificador de 29 bits e 537 milhões de mensagens trafegando na rede, em contra partida o tempo de transmissão da mensagem é maior devido ao identificador estendido.

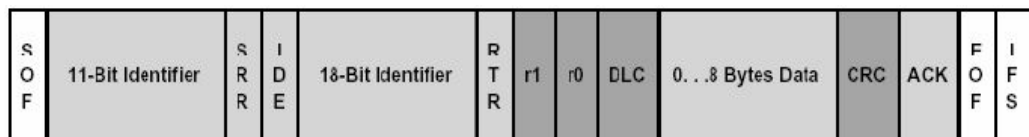


Figura 8 Diagrama CAN 2.0B - Luiz Roberto Guimarães Barbosa – Rede CAN.
Onde:

- SOF: Início da transmissão de dados, com um único bit dominante;
- Identificador: Quanto maior a prioridade da mensagem, menor o valor desse campo;
- RTR: Apresenta um bit dominante quando está enviando uma mensagem, ou recessivo quando está requisitando;
- IDE: Bit que identifica se a mensagem é entendida ou não;
- R1, R0: Bits específicos;
- Data: Até 64 bits de dados;
- CRC: Campo de conferência;
- AKC: Campo de dois bits que tem a função de validar a mensagem;
- EOF: sete bits recessivos que informam o fim da mensagem;
- IFS: Sete bits que indicam o tempo para o controlador disponibilizar o dado para aplicação.

Nos carros de passeio normalmente o CAN 2.0A é empregado, já em veículos comerciais obrigatoriamente é utilizado o protocolo SAE J1939, que serve de ferra-

menta de comunicação entre os módulos de controle do motor, caminhão, caixa, trailer e outras unidades eletrônicas do veículo.

2.7 Recall

O recall, ou chamar de volta em português, é a solicitação de troca ou reparo de um produto pelo seu fabricante, geralmente essas chamadas são feitas quando são descobertas falhas de produção ou de projeto, que possam por em risco a integridade de seus consumidores.

A solicitação de conserto ou troca de um produto em larga escala, demanda um alto custo, pois o fabricante além de arcar com a mão de obra, novos componentes, ou até mesmo com o transporte, ele é obrigado a dissimular a informação nos meios de comunicação.

Como exemplo, podemos citar o recall realizado pela Toyota recentemente, para o modelo híbrido Prius, esse recall tem como objetivo realizar a reprogramação do módulo do inversor do sistema híbrido, pois há a possibilidade de superaquecimento do módulo de controle, em situações em que exijam mais potência do motor.

O recall é uma forma do fabricante reparar uma falha durante a fase de planejamento ou produção, com objetivo de garantir a segurança do usuário e a qualidade do produto.



Figura 9 Toyota Prius -<http://automotivebusiness.com.br/noticia/19014/toyota-convoca-proprietarios-do-hibrido-prius> – 17/2/2014

2.8 Qualidade

A qualidade é um termo que não possui uma única definição, seu significado varia de acordo com a situação e o propósito no qual o objeto seja empregado. Algumas definições sobre o que é qualidade são:

- “Adequação ao uso”. (Juran, 1999).

- “Atender e, se possível, exceder as expectativas do consumidor”. (Deming, 2000).
- “Atender às especificações”. (Crosby, 1995).

Neste trabalho utilizaremos os conceitos de qualidade como ferramenta na avaliação e classificação de defeitos.

Defeito pode ser interpretado como a falta de conformidade de um produto quanto as suas características e especificações, ou seja, o defeito é a confrontação da avaria apresentada em relação aos padrões de qualidade definidos pelo fabricante, os defeitos são classificados como de acabamento e aparência ou funcionais, no nosso caso focaremos nos defeitos funcionais, pois trataremos do reparo de sistemas de alto custo que requerem um alto grau de confiabilidade e que não possuem nenhum atributo de design.

Os defeitos funcionais são aqueles que impedem um produto de desempenhar suas funções básicas, esses defeitos são divididos em:

- Defeitos Críticos: Afetam o produto no desempenho em sua função principal, ou que simplesmente impedem seu uso.
- Defeitos maiores: Não impedem o uso do produto, mas impedem sua utilização plena.
- Irregularidades: Também não afetam a utilização do produto, mas possuem deficiência em seu acabamento.

A importância da avaliação do nível do defeito encontrado está no direcionamento dos esforços nos casos mais críticos, também podemos ver esse estudo como uma oportunidade de melhoria do produto que esteja sendo produzido atualmente, além de identificar a viabilidade de reparo do componente.

3 Metodologia

Neste capítulo serão apresentados três estudos de casos sobre o recondicionamento de unidades de gerenciamento eletrônico de motores a combustão.

3.1 Estudo de caso com injeção eletrônica veículo de passeio

Nesse estudo de caso temos uma unidade de gerenciamento eletrônico do motor de um veículo de passeio com motor 1.0 Monoponto, que quando instalado no veículo apresentava diversas falhas como: defeito na tomada de diagnose, falha no acionamento de ignição (causando desligamento involuntário da ignição sem o comando do condutor) e componentes internos com defeitos.

O componente estudado foi gentilmente cedido pelo Sr Moraes do centro automotivo MOTORZOOM, que havia substituído o componente em seu centro automotivo, o mesmo alegava que a ECU estava comprometida e que não era possível seu recondicionamento.

3.2 Métodos de Diagnóstico de falha para investigação de Defeitos

O indicado para a localização do defeito é a utilização de um scanner automotivo para a obtenção de um DTC facilitando a identificação de um possível defeito na ECU. Quando não é apresentado nenhuma DTC e o defeito não é detectado, é necessária a atualização de um simulador de ECU. Como neste caso não apresenta nenhuma DTC, pois a tomada de diagnose esta com defeito, foi necessária a abertura da ECU para uma investigação mais detalhada.

Neste caso, foi utilizado o simulador ECUTECH 20100, que analisa e simula os sinais de sensores e atuadores.



Figura 10 Simulador de ECU ECUTEK 20100, Do Autor

Com o sistema aberto é necessário uma inspeção visual da ECU para localizar qualquer componente e trilha rompida ou queimada, e assim aplicando um dos métodos de diagnóstico de falha para investigação de defeitos.

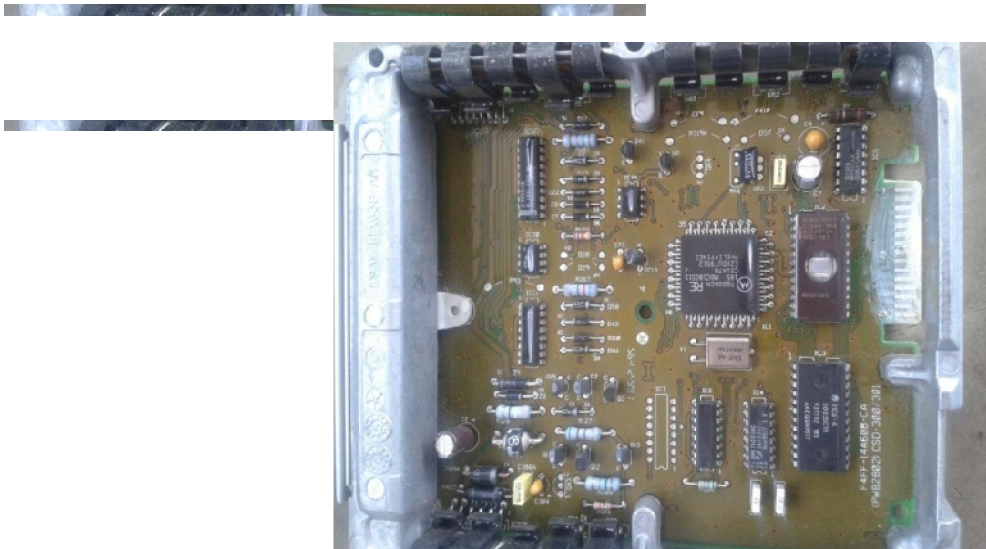


Figura 11 Visão frontal do circuito eletrônico da ECU, Do Autor

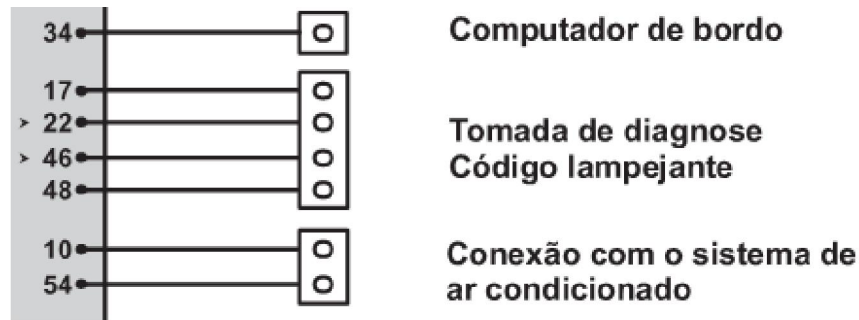


Figura 12 - Esquema de terminais da ECU- DIAG Volume 5 Ciclo Engenharia

Utilizando o MER (*Método de Engenharia Reversa*) nos terminais 17, 22, 46 e 48 teremos acesso às trilhas para detectar o defeito da tomada de diagnose da ECU, e seguindo o caminho de entrada do sinal foi detectada uma trilha rompida na trilha do terminal 48 no outro lado da placa da ECU, esse rompimento da trilha faz parte do circuito de segurança que protege o processador e a memória flash da ECU.

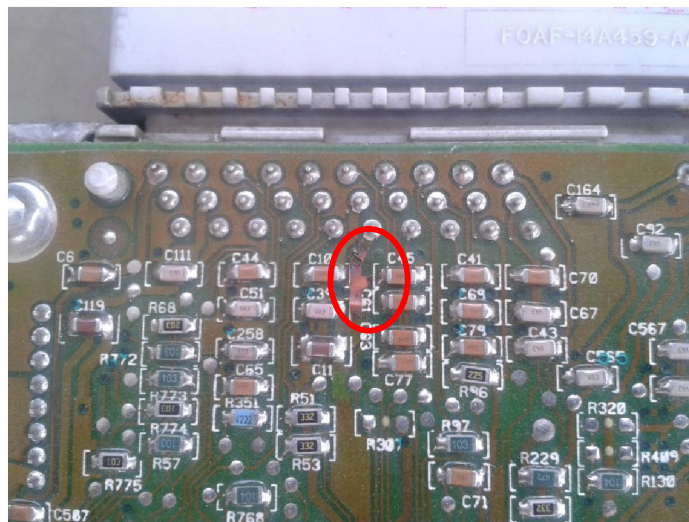


Figura 13 Trilha Rompida do terminal 48 da EEC-IV – Do Autor

Em uma análise mais detalhada do circuito de proteção do processador e da memória foi observado dois diodos ZA-9517 tipo zener que estão identificados como Z3 e Z7 que estavam com propriedades alteradas devido ao defeito. Utilizando um multímetro para realizar a verificação nos diodos, colocamos o terminal positivo no anodo e o negativo no catodo deveríamos ter no display do multímetro o valor de aproximadamente 0,53 até 0,72, mas foi encontrado no Z3 e no Z7, indicando circuito a-

berto ou resistência muito alta, sendo assim podemos determinar a causado rompimento da trilha que danificou os diodos.

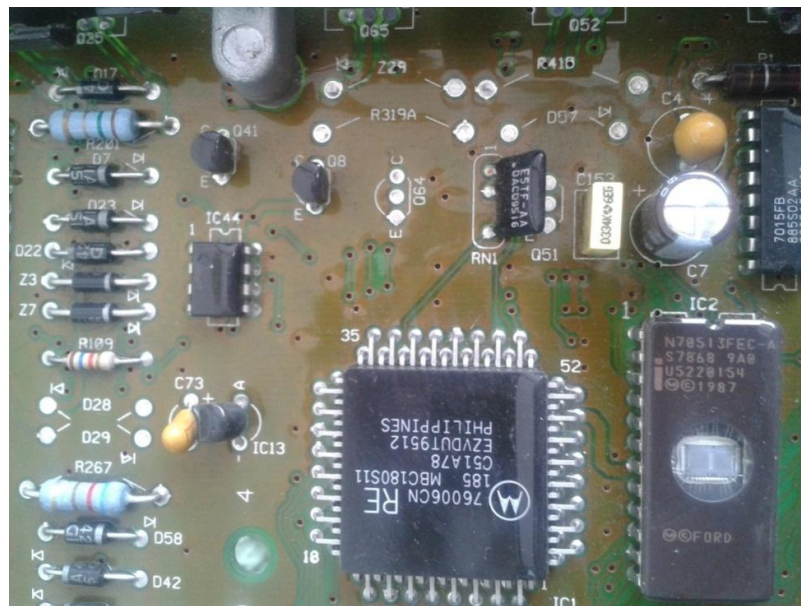


Figura 14 Terminais do Processador e da EPROM - Do Autor

O diodo zener Z7 é conectado no terminal 48 do processador MBC180S11 da Motorola e o diodo zener Z3 é conectado no terminal 3 da flash N70513FEC-A (Código para memória flash AM29F040)

Após os reparos, conectamos o componente ao veículo do laboratório da FATEC Santo André, para comprovar que a ECU foi reparada com sucesso. Nos testes o veículo entrou em regime de trabalho normalmente, porém foi notado um comportamento agressivo do motor, comparando a ECU original do carro com a reparada foi observado que o código das peças era diferente, em uma pesquisa na internet e na rede autorizada da montadora, Constatou-se que a ECU reparada é aplicada em veículos com motor 1.8 litros, ao contrário do componente do carro da faculdade que tem aplicação em veículos com motor 1.0 litro.

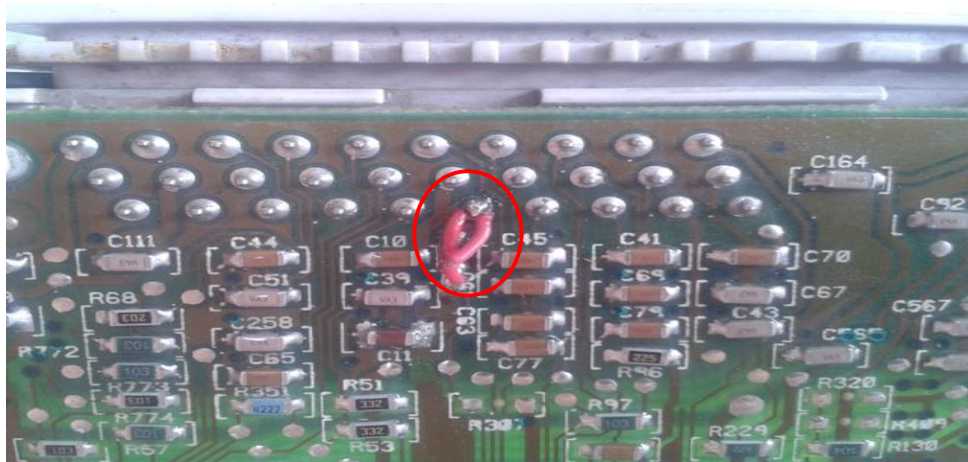


Figura 15 Placa após o reparo – Do Autor

Apos todos esses procedimentos é necessário testar o modulo de injeção no veiculo que aceite a ECU, no simulador ou no próprio carro. Como não foi encontrado mais nenhum defeito na ECU o veiculo funcionara normalmente voltando ao seu estado normal e sendo assim descartando a opção da compra de uma nova ECU para o veiculo.

3.3 Estudo de caso do modulo de injeção do JET SKI

Neste caso temos um jet-ski ano/modelo 2004, que estava falhando e com baixo desempenho nas acelerações. Depois de feito varias verificações no motor e trocado cabo de vela, velas de ignição e injetores o defeito persistiu.

Após realizado as analises de reparo e troca de componentes do motor, foi determinado que o defeito poderia estar no modulo de injeção do Jet Ski.



Figura 16 Jet Ski Sea Doo GTI 2004 - http://sp.quebarato.com.br/sao-paulo/vendo-jet-ski-sea-doo-gti-2004__54AF6.html - 22/05/2014

Utilizando o mesmo método de investigação de avarias para localizar o defeitos no modulo de injeção do Jet Ski foi encontrada na placa uma região que estava oxidada devido a entrada de água salgada.



Figura 17 Modulo de injeção do Jet Ski – Do Autor

Exatamente o contato do coletor do transistor que aciona a ignição no cilindro um do Jet Ski de dois tempos. Neste caso não será necessário à troca do transistor, pois ele não esta queimado, é necessário apenas a limpeza do contado com as feramentas e produtos corretos que não danifiquem a placa da ECU.

Após a limpeza do contado oxidado e feita a soldagem corretamente e aplicada uma camada de vernis para a preservação do circuito, foi lacrada e isolada corretamente a ECU dando assim a certeza de que o circuito interno estará protegido de umidade.

3.4 Estudo de caso com ECU de Transmissão Automática

Neste caso temos um veículo que esta com problemas no cambio automático, onde o carro não engata nenhuma marcha, permanece sempre em ponto morto. Após varias verificações na transmissão automática e constatado que nenhum dos sensores e atuadores estavam defeito e também o chicote estava em perfeitas condições de uso foi necessária uma analise rigorosa na ECU.

Novamente utilizando o Método de investigação de falhas seguindo os mesmo passos para detectar o defeito.

O scanner ele acusou uma falha na transmissão automática, assim seguimos até os terminais da ECU para sabermos por onde começar a procurar os defeitos.

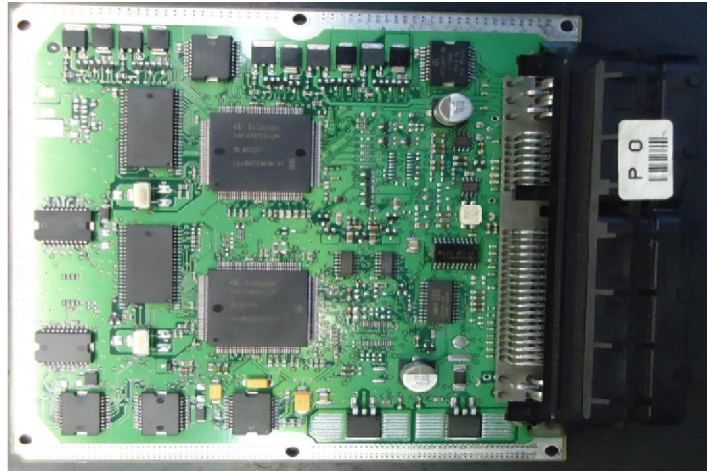


Figura 18 ECU vista de cima – Do autor

Com a ECU exposta o próximo passo é a análise mais crítica do circuito onde pertencem a transmissão automática a análise detalhada por componente. Primeiro verificamos os componentes que fazem parte do circuito de alimentação do módulo, fazendo a análise foi necessária a retirada de todos os diodos para poder verificar seu estado para ver se eles estão com algum tipo de defeito como diodo aberto, junção anodo e catodo em curto e com fuga.

Após as verificações dos diodos é necessário a análise nos transistores para a constatação de algum defeito, do mesmo modo que foi feito com o diodo será feito com o transistor. Nesse caso é necessário um circuito a parte fora da ECU para verificar suas condições em um outro circuito que é possível determinar se ele está com defeito e qual o seu defeito. Uma vez que temos as características do componente em mãos podemos determinar o seu defeito através de cálculos com seu ganho e outras propriedades.

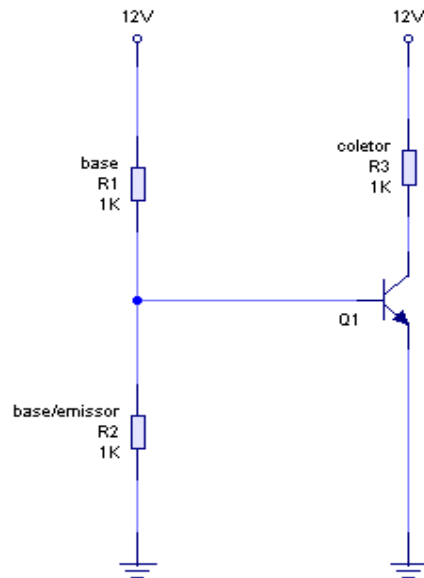


Figura 19 Modelo de circuito teste para transistor NPN – Do autor

Depois de feito os testes com os transistores, foram detectados que um dos transistores que estava com falta de ganho. O comportamento apresentado para a conclusão este diagnostico foi a diminuição de corrente na junção base/emissor em cima do transistor, para concretizar a análise do defeito é necessário a análise dos resistores ao redor para verificar se a corrente esta baixa na junção base/emissor no resistor R2.

Depois de feita a troca do componente o defeito persistia.

Continuando com a análise da ECU, após testar os outros componentes do tipo semicondutores, restou a memória flash AM29400BB. Com o datasheet do componente em mãos a única análise possível com o multímetro e osciloscópio é verificar se esta saindo sinal dos terminais da memória algum sinal parecido com o do datasheet ou se os sinais estão com muita interferência ou deformados.

calizado a origem do defeito e como a memória flash entrou em curto entre os terminais 23 e 32.

4 Análise de Resultados

No processo de recondicionamento do veículo de passeio e do Jet-ski o custo de reparo foi desprezível, visto que os procedimentos realizados foram a limpeza dos contatos no caso do Jet-ski, e a soldagem da trilha rompida da placa da ECU do carro, mas em ambos os casos o diferencial foi o conhecimento e a habilidade técnica aplicadas pelo reparador.

No caso da transmissão automática o apontamento da causa do problema requisiu um maior conhecimento técnico, porém os procedimentos técnicos realizados foram os mesmos dos casos anteriores. O custo do componente trocado na placa da ECU foi de R\$ 30,00, um preço significativamente inferior frente à substituição de todo o conjunto, além do baixo custo de reparo quando comparado à aquisição de uma ECU nova, o tempo de resposta ao proprietário também é menor caso seja necessário a importação ou a encomenda da peça.

Nos três casos apresentados o funcionamento e os parâmetros originais foram restabelecidos.

4.1 Análise pós-reparo

Tão importante quanto realizar o recondicionamento do sistema, questionar o motivo pelo qual aquele problema ocorreu é fundamental para que aquela falha não ocorra novamente.

Tomemos como exemplo a ECU do Jet-ski:

- Qual a falha ?
 - O transistor não aciona
- Por que o transistor não aciona ?
 - Porque o contato está oxidado.
- Por que o contato está oxidado ?
 - Infiltração de água salgada
- Por que infiltrou água ?
 - Má vedação da carcaça da ECU.
- Por que a carcaça não está vedada corretamente ?

- A cola utilizada não é resistente quando em contato com a água salgada.
- Procedimento a ser feito.
 - Vedar a carcaça com uma cola que resiste à água salgada.

5 Conclusão

É possível recondicionar unidades de gerenciamento eletrônico não só em veículos, mas também em qualquer sistema embarcado. Outro benefício do reparo desse tipo de sistema é o baixo custo associado à baixa quantidade de matéria prima utilizado nos procedimentos, como nos casos do veículo de passeio do Jet-ski.

Mesmo no caso da unidade de gerenciamento eletrônico da transmissão automática, em que um transistor dedicado à aplicação foi trocado o custo de reparo é significativamente inferior à aquisição de uma peça nova.

Em todos os casos apresentados o diferencial além de todas as vantagens mencionadas, é o conhecimento técnico do profissional que realiza todo o procedimento, visto que o mesmo deve ter conhecimento em placas eletrônicas e de sistemas automotivo ou do equipamento analisado.

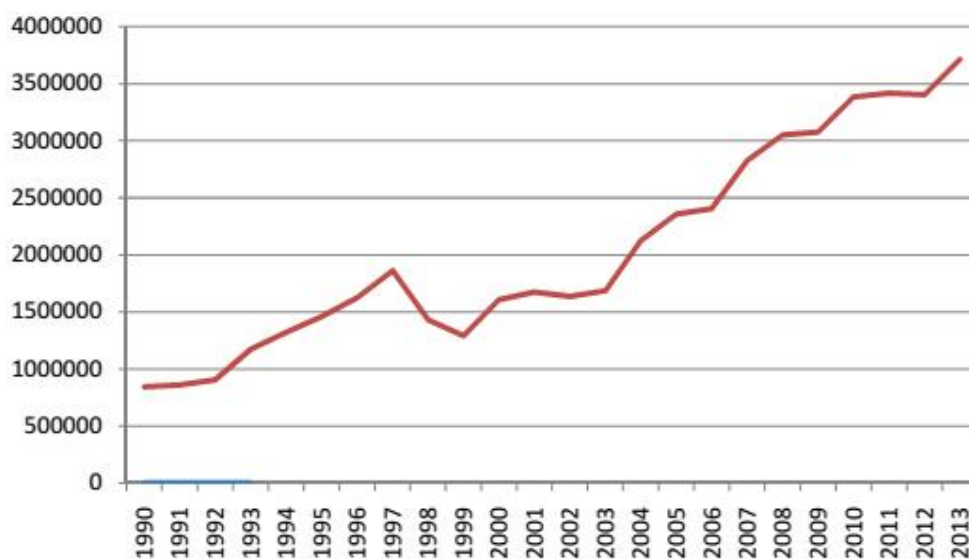


Figura 22 Gráfico de produção de veículos no Brasil – Anuário Anfavea 2014

O gráfico a cima mostra a produção de veículos no Brasil desde 1990, em que foi o inicio da fabricação de carros com unidade eletrônica de controle do motor.

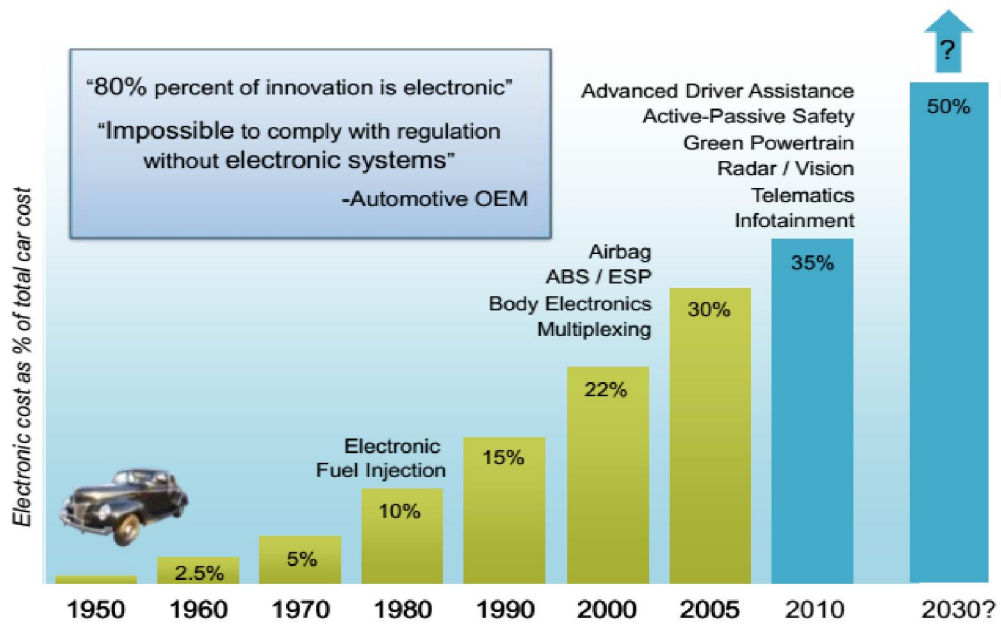


Figura 23 Crescimento da eletrônica automotiva – Apresentação Freescale semicondutores: Tendências futuras do mercado automobilístico

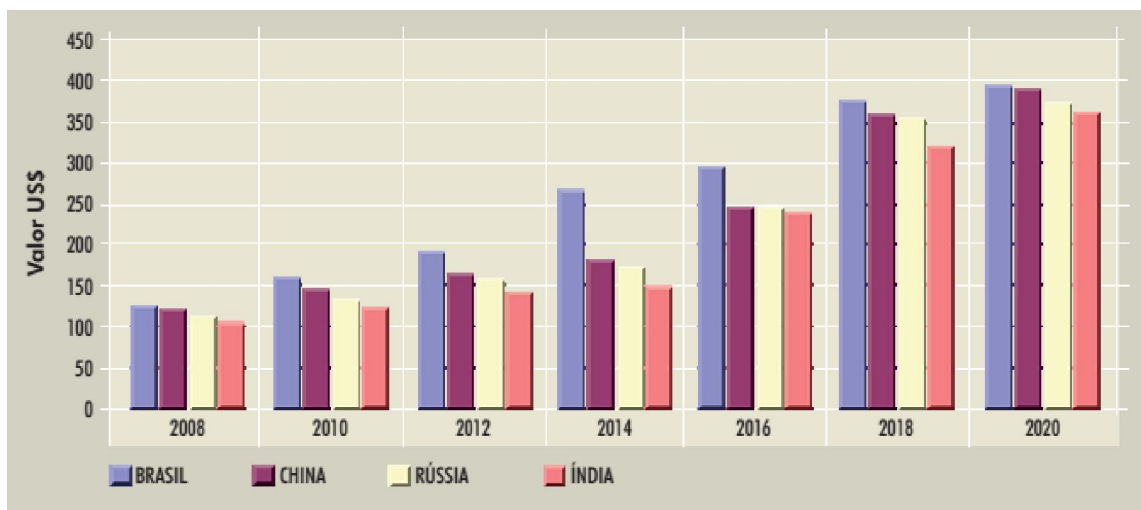


Figura 24 Projeção do conteúdo médio de semicondutores automotivos em países do BRIC – Revista Automotive Business Março de 2010

Como apresentado nos gráficos anteriores tanto o número veículos produzidos quanto o de componentes eletrônicos empregados cresceu gradativamente, conseqüentemente o mercado automotivo necessita tanto de profissionais que desenvolvam e aprimorem esses recursos quanto aqueles que prestem serviços de pós venda. Assim o remanufatura para os fabricantes originais, ou o condicionamento para os reparadores independentes se torna uma grande oportunidade de lucro para seus negócios.

6 Propostas Futuras

Continuando os estudos de recondicionamento de sistemas eletroeletrônicos em veículos, um desenvolvimento complementar a este, é a análise do recondicionamento de alternadores e motores de partida, com enfoque nos custos demandados por esta atividade, a viabilidade da troca ou reaproveitamento de cada componente desmontado e a reciclagem dos itens descartados.

As válvulas injetoras de veículos Dieséis é um item comum na gama de produtos remanufaturados das montadoras, a proposta é descobrir se é possível restabelecer os parâmetros originais do injetor utilizando apenas procedimentos e conhecimento técnicos em Válvulas injetoras Diesel, sem os recursos industriais utilizados pelas montadoras.

A proposta inicial deste trabalho era a remanufatura de sistemas embarcados, porém a remanufatura somente pelo fabricante original da peça, o desenvolvimento ocorreu a cerca do recondicionamento, assim uma proposta é buscar parcerias com empresas de especializadas em componentes remanufaturados, a fim de adquirir uma licença para a confecção de um trabalho que aborde o processo de remanufatura de um componente eletrônico aplicado a um veículo, e comparar o processo de remanufatura com o de recondicionamento na prática.

Referências Bibliográficas

Anuário Anfavea - 2014

BARBOSA, LUIZ ROBERTO GUIMARÃES (2003). Rede CAN, p2 – 9.

DELATORE, FÁBIO. O Sistema de Ignição Automotiva

Folheto Recon 4B - Remanufaturados Cummins.

GUIMARÃES, ALEXANDRE DE ALMEIDA (2007). Eletrônica Embarcada Automotiva, p216 – 218.

HODEL, KLEBER NOGUEIRA (2013). Notas de Aula.

CÂMARA, JULIO CESAR CHAVES, Monitoramento eletrônico da mistura ar/combustível em motores de combustão interna ciclo Otto, (2006)

MILHOR, C. (2002). Sistema de Desenvolvimento Para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna Ciclo Otto, p.13-19.

MODRO, JULIAN KURZAWSKI (2010). Descobrimos a Remanufatura e seus Benefícios.

MANUAL DE TECNOLOGIA AUTOMOTIVA (2004) – BOSCH – 25ª Edição.

NYSTROM, C.H (1958). Automotive Gasoline Injection. SAE transactions, v.66, p.65-74.

PALADINI, EDSON PACHECO (2000). Gestão da Qualidade. p. 97 – 115.

Revista Automotive Business, Março de 2014.

Revista IPESI – Eletrônica & Informática – Março/Abril 2014.

SANTOS, MAX MAURO DIAS (2010). Redes de Comunicação Automotiva, p.139.

<http://automotivebusiness.com.br/>

[http://automotivebusiness.com.br/noticia/19014/toyota-convoca-proprietarios-do-hibrido-prius – 17/2/2014](http://automotivebusiness.com.br/noticia/19014/toyota-convoca-proprietarios-do-hibrido-prius-17/2/2014)

[http://2.bp.blogspot.com/5qWtDW7VhA8/T7VEhrj0PVI/AAAAAAAAALw/Omu6r_1WmWM/s1600/tabela+igni%C3%A7%C3%A3o.JPG] – 9/11/2013

<http://www.onboarddiagnostics.com/images/j1962iso.gif> - 16/02/2014.

<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2013/11/caterpillar-inaugura-fabrica-e-preve-dobrar-n-de-funcionarios-em-5-anos.html> - 30/11/2013.

