

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SISTEMAS EMBARCADOS PARA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA

MÁRCIO JÚNIOR VELOZO

**APLICAÇÃO CABO FLEXÍVEL PARA DISPOSITIVO DE
DIAGNÓSTICO ELETRÔNICO VEÍCULAR NA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA
2018

MÁRCIO JÚNIOR VELOZO

**APLICAÇÃO CABO FLEXÍVEL PARA DISPOSITIVO DE
DIAGNÓSTICO ELETRÔNICO VEÍCULAR NA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA**

Monografia de Especialização, apresentada ao Curso de Especialização em Sistemas Embarcados para Indústria Automotiva, do Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Kendy Horikawa Nabas

CURITIBA
2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Curitiba

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Curso de Especialização em Sistemas Embarcados para Indústria
Automotiva



TERMO DE APROVAÇÃO

APLICAÇÃO CABO FLEXÍVEL PARA DISPOSITIVO DE DIAGNÓSTICO ELETRÔNICO VEÍCULAR NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

por

MÁRCIO JÚNIOR VELOZO

Esta monografia foi apresentada em 07 de Dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Embarcados para Indústria Automotiva. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Kléber Kendy Horikawa Nabas
Orientador

Prof. Dr. Edenilson José da Silva
Membro titular

Prof. M. Sc. Omero Francisco Bertol
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico esse trabalho à minha família,
pelo suporte prestado durante o curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo suporte durante o período do curso, sem eles não seria possível alcançar este objetivo.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Kléber Kendy Horikawa Nabas, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala e aos demais professores, sempre disponíveis em repassar os seus conhecimentos.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina!”

Cora Coralina

RESUMO

VELOZO, Márcio Júnior. **Aplicação cabo flexível para dispositivo de diagnóstico eletrônico veicular na indústria automotiva**. 2018. 30 p. Monografia de Especialização em Sistemas Embarcados para Indústria Automotiva, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Cada vez mais os veículos estão vindo com sistemas embarcados e novas tecnologias, fazendo com que tenha um aumento de controladores eletrônicos chamados de *Electronic Control Unit* (ECU, ou Unidade Eletrônica de Controle), ampliando ainda mais a necessidade de dispositivos para os testes eletroeletrônicos e a disponibilidade desses dispositivos operacionais na linha de produção. Os equipamentos para testes eletroeletrônicos sofrem desgaste natural pelo seu uso diário em um ambiente industrial e com altos ciclos de uso. Esse trabalho apresenta uma análise para aplicação de uma nova solução em um subcomponente deste equipamento que sofre degradação gerando falha de comunicação e perdas para a produção. Foram analisadas principais perdas de produção no processo em que esse equipamento é utilizado, realizado a decomposição funcional do sistema, interfaces de comunicação entre o *Mobile Diagnostic Adapter* (MDA, ou adaptador móvel de diagnóstico), veículo e armário eletrônico de controle. A partir dos resultados obtidos, podemos concluir que a aplicação do subconjunto do equipamento no processo, utilizando o mesmo de transporte por cápsula não era compatível, gerando degradação no cabo do equipamento e assim falha de comunicação durante os testes eletrônicos. A importância deste equipamento no processo e a necessidade da alta disponibilidade para a produção fez de extrema importância o estudo realizado e os resultados obtidos para a companhia, dado o cenário de concorrência no seguimento de atuação dessa indústria.

Palavras-chave: MDA. Indústria. Cabo. Diagnóstico. Unidade Eletrônica de Controle.

ABSTRACT

VELOZO, Márcio Júnior. **Application flexible cable for electronic diagnostic device vehicle in automotive industry**. 2018. 30 p. Monografia de Especialização em Sistemas Embarcados para Indústria Automotiva, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Increasingly vehicles are coming with embedded systems and new technologies, causing them to have an increase in electronic controllers called the Electronic Control Unit (ECU), further expanding the need for devices for electronic testing and the availability of these operating devices in the production line. The electronic test equipment undergoes natural wear due to its daily use in an industrial environment and with high cycles of use. This work presents an analysis for application of a new solution in a subcomponent of this equipment that undergoes degradation generating communication failure and losses to the production. The main production losses in the process in which this equipment is used, the functional decomposition of the system, communication interfaces between the Mobile Diagnostic Adapter (MDA), vehicle and electronic control cabinet were analyzed. From the results obtained, we can conclude that the application of the subassembly of the equipment in the process, using the same transport per capsule was not compatible, generating degradation in the cable of the equipment and thus failure of communication during the electronic tests. The importance of this equipment in the process and the need for high availability for production made the study carried out and the results obtained for the company extremely important, given the competitive scenario in this industry's performance.

Keywords: MDA. Industry. Diagnostic Cable. Electronic Control Unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de uso topologia com CAN e sem CAN	15
Figura 2 - Exemplo de unidades de controle eletrônico em uma rede CAN.....	16
Figura 3 - ECM controlador eletrônico injeção eletrônica.....	17
Figura 4 - MDA Siemens	18
Figura 5 - Módulo de comunicação SDA.....	19
Figura 6 - Exemplo de comunicação MDA: Veículo armário de controle	19
Figura 7 - Cabo Siemens MDA.....	20
Figura 8 - Conector OBD-II.....	21
Figura 9 - Cápsula de transporte do MDA.....	22
Figura 10 - Decomposição funcional sistema.....	23
Figura 11 - Layout do processo.....	24
Figura 12 - Nova solução: Cabo em espiral	25
Figura 13 - Antes e depois da solução aplicação	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ciclos de utilização do MDA.....	24
Tabela 2 - Quantidade cabos degradados	25
Tabela 3 - Planejamento das ações para aplicação da nova solução.....	26
Tabela 4 - Custo anual com a solução atual	27
Tabela 5 - Ganho anual com a aplicação da nova solução.....	27

LISTA DE SIGLAS

ABS	<i>Anti-lock Braking System</i>
BCM	<i>Brake Control Motor</i> (ou módulo de controle do freio)
CAN	<i>Controller Area Network</i>
CTM	<i>Central Timing Module</i> (ou módulo central temporário)
DLC	<i>Data Link Connector</i> (ou conector de enlace de dados)
EBCM	<i>Electronic Brake Control Module</i> (ou módulo de controle eletrônico do freio)
ECM	<i>Engine Control Module</i> (ou módulo de controle do motor)
ECU	<i>Electronic Control Unit</i> (ou unidade eletrônica de controle)
GEM	<i>Generic Electronic Module</i> (ou módulo eletrônico geral)
MCC	<i>Motor Control Center</i> (ou centro de controle de motores)
MDA	<i>Mobile Adapter Diagnostic</i> (ou adaptador móvel de diagnóstico)
OBD	On-Board Diagnostic
PCM	<i>Powertrain Control Module</i> (ou módulo de controle do trem de força)
PVC	policloreto de vinil
SCM	<i>Suspension Control Module</i> (ou módulo de controle da suspensão)
SDA	<i>SRIF Diagnostic Adapter</i>
TCM	<i>Transmission Control Module</i> (ou módulo de controle da transmissão)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REDE CAN, UNIDADES DE CONTROLES ELETRÔNICOS, MDA, CABO FLEXÍVEL	15
2.1 REDE CAN: HISTÓRIA	15
2.2 REDE CAN: APLICAÇÃO	16
2.2.1 Electronic Control Unit (ECU)	17
2.2.2 Mobile Diagnostic Adapter (MDA)	18
2.2.3 SRIF Diagnostic Adapter (SDA)	19
2.2.4 Aplicação MDA em Linha de Produção	20
2.2.5 Cabo MDA	20
2.2.6 Data Link Connector (DLC)	20
2.2.7 Cápsula de Transporte do MDA	21
3 DESENVOLVIMENTO	23
3.1 NOVA SOLUÇÃO	25
3.1.1 Benefícios	26
3.1.2 Gama de Aplicação	26
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1 ITEM 1: GANHOS FINANCEIROS COM A NOVA SOLUÇÃO	27
4.2 ITEM 2: OUTROS GANHOS COM A NOVA SOLUÇÃO	28
4.3 ITEM 3: NOVA SOLUÇÃO APLICADA	28
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Em sistemas de comunicações com veículos para diagnóstico eletrônico, pode haver a necessidade de comunicação via cabo para interface entre o software de diagnóstico e as unidades de controle eletrônicas chamadas de *Electronic Control Unit* (ECU, ou unidade eletrônica de controle), por outro lado também a necessidade de comunicação entre outro sistema de controle sem fio.

O rápido crescimento das funções eletrônicas em veículos durante a segunda metade da década de 1980 levou a muitas soluções insulares que impediam a compreensão de conceitos abrangentes na área de arquiteturas elétricas/ eletrônicas. No início dos anos 90, fase de consolidação começou que foi marcado pelo desenvolvimento de estruturas elétricas/ eletrônicas e topologia de rede associada a partir de uma perspectiva abrangente. Isso significa que o conteúdo elétrico/ eletrônico e sua rede podem reivindicar uma posição indiscutível no veículo. O reconhecimento de que muitas funções só poderiam ser implementadas de forma sensata, com a ajuda da eletrônica também prevaleceu. Então a imagem da eletrônica transformou-se de ser um mal necessário para ser uma chave para novos, interessantes e inovadoras funções (FRANK; SCHMIDTS, 2007).

1.1 PROBLEMA

O caso de estudo será realizado em uma Indústria do setor automotivo que possui uma linha de montagem constituída por um processo eletroeletrônico para comunicação, configuração e calibração das ECU's de controle como ABS (*Anti-lock Braking System*), ECM (*Engine Control Module*, ou módulo de controle do motor), Airbag e BCM (*Brake Control Motor*, ou módulo de controle do freio) através de um equipamento *Mobile Diagnostic Adapter* (MDA, ou adaptador móvel de diagnóstico). O processo industrial da empresa é composto por 1 linha de produção, a linha de produção está dividida entre montagem do chicote elétrico no veículo, conexão do chicote elétrico nas ECU's, montagem da bateria e em seguida o processo eletroeletrônico. Fazem parte do processo eletrônico, o equipamento MDA, o transportador de MDA, armário eletrônico estático composto por módulos de comunicação RF 5.8Ghz e computadores industriais com as lógicas de comunicação

e controle. O estudo está delimitado especificamente ao MDA, cabo MDA e cápsula de transporte.

Este MDA doravante chamado de MDA 6, é um equipamento extremamente importante no processo de fabricação. Problemas e falhas ocasionados nesse equipamento implicam em linha parada, retoque eletrônico, custo elevado e impacto na qualidade do produto final da empresa. Causando então prejuízos consideráveis à empresa.

1.2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho, relativos ao problema anteriormente apresentado.

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma nova solução de cabo flexível em espiral para reduzir falha de comunicação no equipamento de teste eletrônico.

1.2.2 Objetivos Específicos

Etapas a serem realizadas para atingir-se o Objetivo Geral neste trabalho de conclusão de curso, são elas:

- Caracterizar o modo de funcionamento do equipamento no processo;
- Identificar as principais falhas de comunicação;
- Analisar as prováveis causas de perda de comunicação do equipamento.

1.3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista a importância e complexidade deste equipamento no processo de fabricação, garantir o funcionamento e alta disponibilidade do MDA é fundamental para garantir que o objetivo de produção e qualidade do produto final da empresa seja alcançado. Para o processo faz-se importante também a constante atuação de uma equipe de manutenção altamente especializada a fim de manter os MDA's em constante operação, e com alta disponibilidade.

O processo eletroeletrônico se caracteriza por 34 MDA's, que realizam comunicação entre o produto final da empresa e os armários de controle, que realizam comunicação, configuração e calibração das ECU's. Ocorrem diversas perdas de produção por falha intermitente na comunicação do MDA com as ECU's, por tempos elevados de parada, por falha nas vias do cabo de comunicação. A aplicação de uma nova solução faz-se necessário, pois a solução utilizada atualmente gera degradação e impactos na linha de produção. Garantir a operação conforme e não degradar as vias de comunicação interna, reduzindo as falhas e perdas de produção da empresa.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta monografia de especialização está dividida em 5 (cinco) seções. Nesta primeira seção foi introduzido o assunto tema do trabalho e foram abordados a motivação e os objetivos geral e específicos da pesquisa, a justificativa e a estrutura geral do trabalho.

Já na segunda seção: "Rede CAN, Unidades de Controles Eletrônicos, MDA, Cabo Flexível", será abordado a história e aplicação da rede CAN, a função e importância de cada controlador eletrônico embarcado em um veículo, o significado e a função do MDA no processo eletrônico de calibração e configuração das ECU's. O cabo MDA (objeto principal deste estudo), sua função e aplicação no processo eletrônico.

A seguir na terceira seção: "Desenvolvimento", será abordado o problema encontrado, as perdas envolvidas geradas pelo cabo utilizado e a solução aplicada.

Na quarta seção: "Apresentação e Análise dos Resultados", tendo como base os procedimentos metodológicos, neste capítulo serão descritos os resultados obtidos e feitas as devidas análises relacionados ao cabo MDA como benefícios para o processo em que é utilizado e a gama de aplicação neste perímetro.

Por último na quinta seção: "Conclusão", serão retomados a pergunta de pesquisa e os seus objetivos e apontado como foram solucionados, respondidos, atingidos, os ciclos de ensaios realizados e os ganhos obtidos com a nova solução aplicada por meio do trabalho realizado.

2 REDE CAN, UNIDADES DE CONTROLES ELETRÔNICOS, MDA, CABO FLEXÍVEL

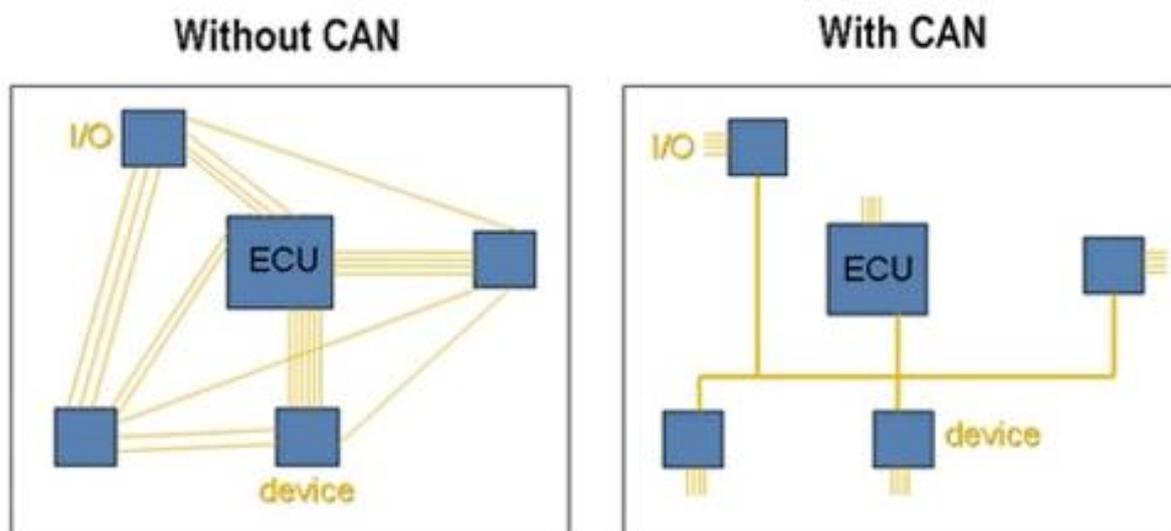
2.1 REDE CAN: HISTÓRIA

Originalmente, a Bosch criou a *Controller Area Network* (CAN) no ano de 1985 para redes de veículos. Anteriormente, os fabricantes de veículos conectavam dispositivos eletrônicos em automóveis utilizando sistemas de fiação ponto-a-ponto.

Os fabricantes começaram a utilizar cada vez mais eletrônicos nos veículos, o que resultou em alto volume de chicotes de fios pesados e caros. Na sequência, substituíram a fiação dedicada pelas redes nos veículos, o que reduziu o custo de fiação, a complexidade e o peso. CAN, é um sistema de barramento serial de alta integridade para dispositivos inteligentes de rede, surgiu como a rede padrão em veículos.

A indústria automotiva adotou rapidamente o CAN (Figura 1) e, em 1993, tornou-se o padrão internacional conhecido como ISO 11898. Desde 1994, vários protocolos de nível superior foram padronizados no CAN, como o CANopen e o DeviceNet. Outros mercados adotaram amplamente esses protocolos adicionais, que agora são padrões para comunicações industriais.

Figura 1 - Exemplo de uso topologia com CAN e sem CAN

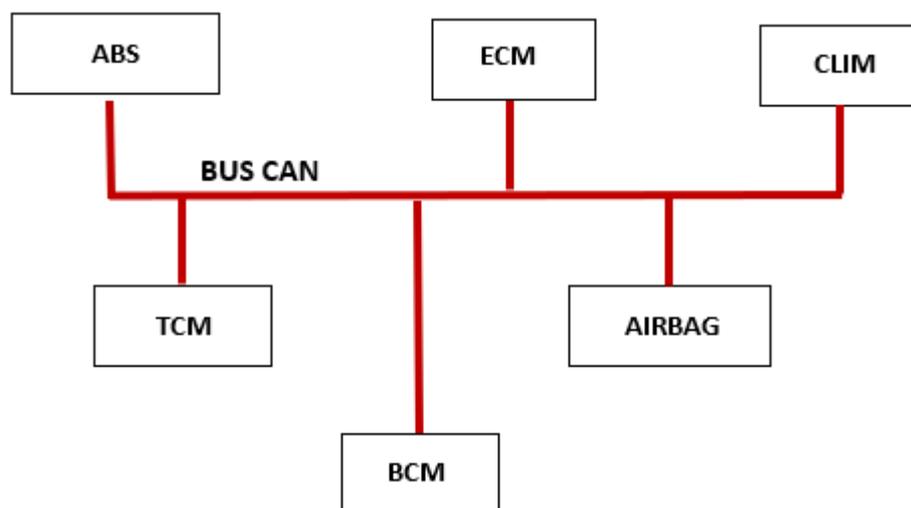


Fonte: NIC (2018).

2.2 REDE CAN: APLICAÇÃO

O CAN foi criado primeiramente para uso automotivo, portanto, sua aplicação mais comum é a rede eletrônica em veículos (Figura 2).

Figura 2 - Exemplo de unidades de controle eletrônico em uma rede CAN



Fonte: Autoria própria.

No entanto, como outras indústrias perceberam a confiabilidade e as vantagens da CAN nos últimos 20 anos, elas adotaram o barramento para uma ampla variedade de aplicações. Aplicações ferroviárias como bondes, bondes, subterrâneos, ferrovias leves e trens de longa distância incorporam CAN. Você pode encontrar o CAN em diferentes níveis de múltiplas redes dentro desses veículos - por exemplo, na conexão de unidades de porta ou controladores de freio, unidades de contagem de passageiros e muito mais.

O CAN também tem aplicações em aeronaves com sensores de estado de voo, sistemas de navegação e PCs de pesquisa no cockpit. Além disso, você pode encontrar os barramentos CAN em muitas aplicações aeroespaciais, desde a análise de dados em voo até sistemas de controle de motores de aeronaves, como sistemas de combustível, bombas e atuadores lineares.

Os fabricantes de equipamentos médicos usam CAN como uma rede incorporada em dispositivos médicos. De fato, alguns hospitais usam o CAN para gerenciar salas de operação completas. Os hospitais controlam os componentes da sala de cirurgia, como luminárias, mesas, câmeras, aparelhos de raios X e leitos de pacientes com sistemas baseados em CAN. Os elevadores e escadas rolantes usam

redes CAN incorporadas, e os hospitais usam o protocolo CANopen para conectar os dispositivos de elevação, como painéis, controladores, portas e barreiras de luz, uns aos outros e controlá-los.

O CANopen também é usado em aplicações não industriais, como equipamentos de laboratório, câmeras esportivas, telescópios, portas automáticas e até máquinas de café.

2.2.1 Electronic Control Unit (ECU)

Uma *Electronic Control Unit* (ECU, ou unidade de controle eletrônico) é qualquer sistema embarcado em eletrônica automotiva que controla um ou mais dos sistemas elétricos ou subsistemas de um veículo. A *Engine Control Module* (ECM), apresentada na Figura 3, é uma ECU que controla as informações do motor.

Figura 3 - ECM controlador eletrônico injeção eletrônica



Fonte: PFI (2018).

Os tipos de ECU incluem:

- a. módulo de controle do motor (ou *Engine Control Module* - ECM);
- b. módulo de controle do trem de força (ou *Powertrain Control Module* - PCM);
- c. módulo de controle da transmissão (ou *Transmission Control Module* - TCM);
- d. módulo de controle do freio (ou Brake Control Motor - BCM);
- e. módulo de controle eletrônico do freio (ou *Electronic Brake Control Module* - EBCM);
- f. Centro de Controle de Motores (ou *Motor Control Center* - MCC);
- g. Módulo Central Temporário (ou *Central Timing Module* - CTM);
- h. módulo eletrônico geral (ou *Generic Electronic Module* - GEM);

- i. Módulo de Controle da Suspensão (ou *Suspension Control Module* - SCM);
- j. unidade de controle ou módulo de controle.

Juntos, esses sistemas são às vezes chamados de computadores do carro (tecnicamente, não há um único computador, mas vários). Em alguns casos, um conjunto incorpora vários módulos de controle individuais (o PCM geralmente é tanto o motor quanto a transmissão). Alguns veículos modernos têm até 80 ECUs. O software incorporado nas ECUs continua aumentando em contagem de linhas, complexidade e sofisticação.

2.2.2 Mobile Diagnostic Adapter (MDA)

O *Mobile Diagnostic Adapter* (MDA), apresentado na Figura 4, é um equipamento desenvolvido pela fabricante Alemã Siemens, esse equipamento faz interface entre o veículo e o armário de controle, o armário de controle envia os comandos diretamente ao MDA por link SRIF de 2.4Ghz ou 5.8Ghz. Esse equipamento também é capaz de armazenar arquivos de calibração ou configuração para as unidades de controle eletrônico. O MDA completo é formado por tomada diagnóstico OBD (*On-Board Diagnostic*)/ Cabo e placa eletrônica.

Figura 4 - MDA Siemens

MDA Mobile Diagnostic Adapter

✚ MDA PC-Check Station

Areas:

- ✚ Assembly
- ✚ Test center
- ✚ Test benches



✚ Features

- ✚ High reliable RF link (SRIF) using 2,4 and 5,8 GHz
- ✚ Combinable with Current Probe and Terminal
- ✚ Robust casing and low weight
- ✚ Using ECOS-PC with Monitor/Beamer to display driving curve/ values

Fonte: Siemens (2005, slide 27).

2.2.3 SRIF Diagnostic Adapter (SDA)

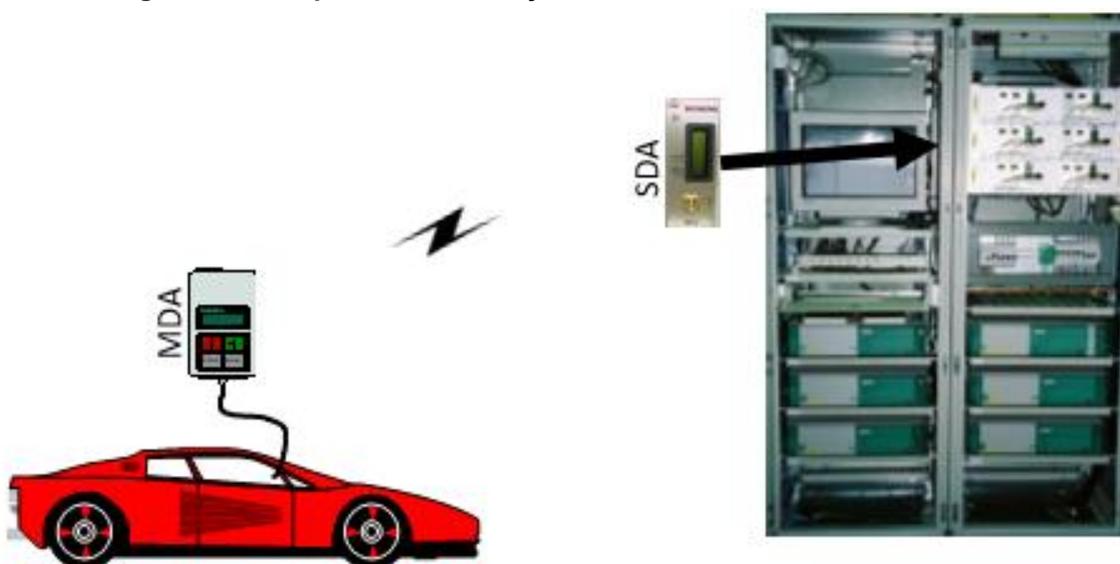
O *SRIF Diagnostic Adapter (SDA)*, apresentado na Figura 5, é um módulo de interface de comunicação sem fio, atua nas frequências de 2.4Ghz ou 5.8Ghz fabricado pela Siemens, esse módulo realiza a interface entre o MDA e o armário de controle (Figura 6).

Figura 5 - Módulo de comunicação SDA



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Exemplo de comunicação MDA: Veículo armário de controle



Fonte: Autoria própria.

2.2.4 Aplicação MDA em Linha de Produção

O MDA é utilizado no processo eletrônico para configurar o produto final da empresa, a linha é composta por 34 MDA em tempo real e é utilizado um transportador por cápsula para o deslocamento entre o final e o início do processo.

Esse transportador utiliza uma cápsula onde são fixados o MDA, o cabo de comunicação e a tomada de diagnóstico.

2.2.5 Cabo MDA

Para realizar a comunicação entre o MDA e a tomada diagnóstico, é utilizado um cabo com 16 vias, blindado com proteção kevlar.

O cabo utilizado, apresentado na Figura 7, que faz conexão entre o MDA e a tomada diagnóstico, é importado, tem um alto custo de importação e um prazo elevado de entrega (aproximadamente 90 dias).

Figura 7 - Cabo Siemens MDA



Fonte: Autoria própria.

2.2.6 Data Link Connector (DLC)

O *Data Link Connector* (DLC, ou conector de enlace de dados) é a porta de conexão de diagnóstico de vários pinos para automóveis, caminhões e motocicletas usados para conectar a ferramenta de escaneamento aos módulos de controle de um determinado veículo e acessar diagnósticos on-board e fluxos de dados ativos.

Antes de 1996, muitos conectores de link de dados OBD-I estavam no compartimento do motor, geralmente perto do bloco de fusíveis. Além disso, antes de 1996, não havia padronização para esses conectores, e cada fabricante tinha sua própria forma com um arranjo exclusivo de pinos. Depois de 1996, muitos

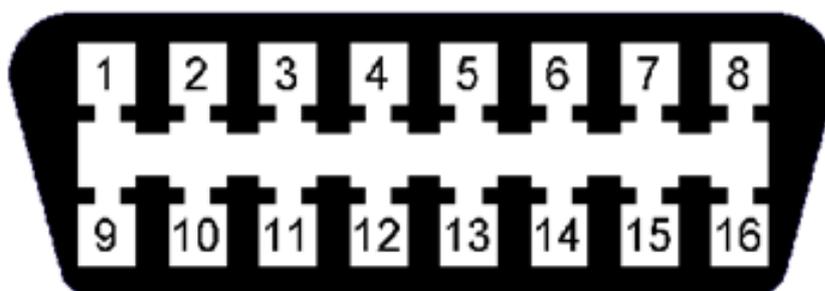
fabricantes mantiveram seus conectores proprietários além da interface OBD-II, porque as portas OBD-II só precisam transmitir códigos e dados relacionados à emissão.

O DLC OBD-II (veículos pós-1996) é geralmente localizado sob o painel de instrumentos no lado do motorista, embora haja várias exceções. A especificação SAE J1962 fornece duas interfaces de hardware padronizadas, chamadas tipo A e tipo B. Ambos são conectores fêmea, de 16 pinos (2x8), em forma de D, e ambos têm uma ranhura entre as duas fileiras de pinos. Mas o tipo B tem a ranhura interrompida no meio, por isso não é possível conectar um conector macho tipo A em um soquete tipo B. É possível, no entanto, acoplar um plugue macho tipo B em um soquete fêmea tipo A.

O conector tipo A é usado para veículos que usam tensão de alimentação de 12V, enquanto o tipo B é usado para veículos de 24V e é necessário marcar a frente da área em forma de D na cor azul.

O conector OBD-II, apresentado na Figura 8, deve estar a 2 pés (0,61 m) do volante ou em algum lugar ao alcance do motorista.

Figura 8 - Conector OBD-II



Pin 2 - J1850 Bus+
 Pin 4 - Chassis Ground
 Pin 5 - Signal Ground
 Pin 6 - CAN High (J-2284)
 Pin 7 - ISO 9141-2 K Line
 Pin 10 - J1850 Bus
 Pin 14 - CAN Low (J-2284)
 Pin 15 - ISO 9141-2 L Line
 Pin 16 - Battery Power

Fonte: OBD-II (2011).

2.2.7 Cápsula de Transporte do MDA

A cápsula de transporte, apresentada na Figura 9, é utilizada no processo, cada MDA utiliza uma cápsula, totalizando 34. A cápsula é de material policloreto de

vinil (PVC), com as seguintes dimensões: 113 de diâmetro total da abertura, 103 diâmetro útil da abertura e 320 comprimento.

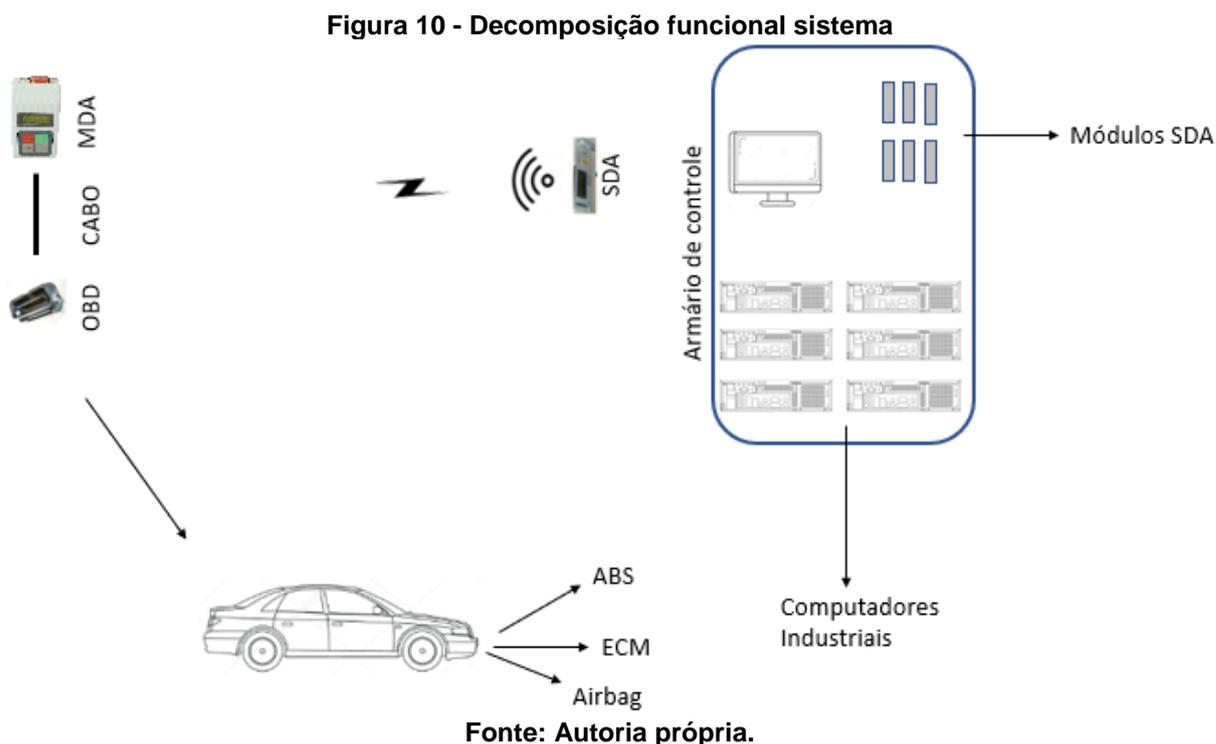
Figura 9 - Cápsula de transporte do MDA



Fonte: Aerocom (2018).

3 DESENVOLVIMENTO

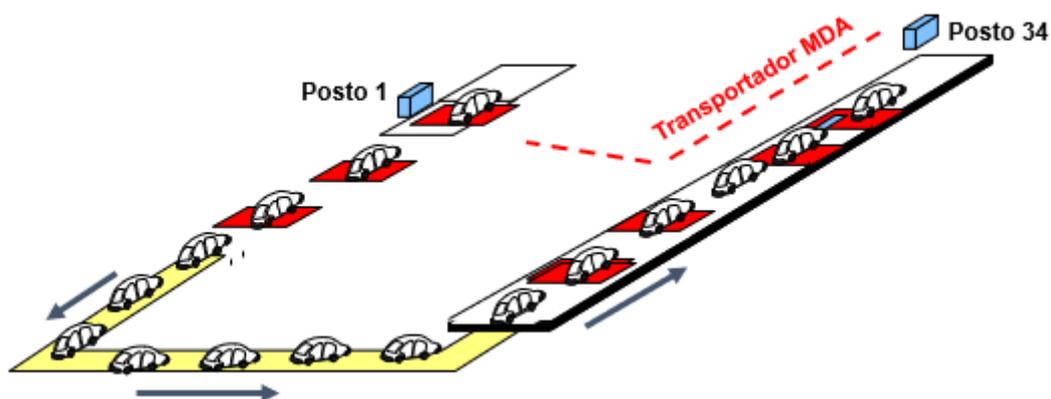
Após diversas perdas de produção por falhas de comunicação no processo do MDA com as ECU's, iniciou-se um trabalho de análise e tratativa deste problema. Inicialmente, foi realizado uma decomposição funcional de todo o sistema que compõe o processo eletrônico da empresa (Figura 10).



A decomposição funcional representada pela figura 8 acima, expõe a característica específica do processo eletrônico de comunicação, configuração e calibração das ECU's.

O layout do processo, apresentado na Figura 11, é caracterizado por uma linha única de produção, o processo eletrônico inicia no posto 1 e finaliza no posto 34. Ao final do posto 34, o MDA é transportado ao posto 1 por um transportador que utiliza uma turbina de ar para impulsionar a cápsula onde o MDA está armazenado para o início de novo ciclo.

Figura 11 - Layout do processo



Fonte: Autoria própria.

O processo de utilização do MDA é iniciado com a retirada da tomada diagnóstica e o cabo da cápsula, o MDA fica fixo dentro da mesma, em seguida é conectado na tomada diagnóstica e iniciados os testes eletrônicos. Ao final do teste, é desconectado e recolocado dentro da cápsula para ser enviado via transportador ao posto 1.

O processo mencionado acima é realizado diariamente durante toda a produção, são 60 ciclos por hora. A linha de produção funciona durante 5 dias por semana, 24 horas em 3 turnos. A Tabela 1, apresenta os dados que descrevem o ciclo de produção.

Tabela 1 - Ciclos de utilização do MDA

Ciclo do uso MDA	
Turnos	3
Volume produção	1.260
Ciclo por hora	60
Ciclo por dia por MDA	37
Total MDA's	34

Fonte: Autoria própria.

São executados 60 ciclos por hora durante os 5 dias sendo 24 horas por dia, cada MDA realiza 37 ciclos ao dia, totalizando 1.260 ciclos para os 34 MDA's.

Durante o ciclo, havia perda de aproximadamente 2,5% de produção por falha na comunicação do MDA com as ECU's. Um tempo de reparo de aproximadamente 1 hora por cabo, e a necessidade de manter um alto estoque deste cabo devido ao prazo elevado de entrega (90 dias).

O alto índice de troca de cabos (Tabela 2), ocasionava perdas de produção e um alto custo a empresa eram constantes, após análise nas principais falhas por vias rompidas no cabo, encontrou-se um potencial elevado de ganho no desenvolvimento de uma nova solução para este problema.

Tabela 2 - Quantidade cabos degradados

Ano	Cabos degradados	Custo Total
2017	36	R\$ 48.600,00
2018	33	R\$ 44.550,00

Fonte: Autoria própria.

Após as análises, foi detectado que o cabo utilizado não suportava o processo de utilização em uma cápsula de transporte, ocasionando rompimentos frequentes nas vias de comunicação, dado pelo acondicionamento do cabo dentro da cápsula e a retirada para utilização no processo.

As vias rompidas não se repetiam, mostrando que devido ao processo de utilização deste cabo modo de falha era sempre o mesmo, dado a repetibilidade do uso. O cabo ficava enrolado de forma que coubesse todo o conjunto dentro da cápsula.

Foram realizadas pesquisas de possíveis soluções para solucionar esse problema, levando em consideração a característica do material utilizado e a flexibilidade. Após as análises realizadas, foi encontrado uma solução que atende a durabilidade, flexibilidade, robustez e que permite a aplicação em transportador por cápsula.

3.1 NOVA SOLUÇÃO

Foi desenvolvido um cabo em espiral, apresentado na Figura 12, com o mesmo padrão de vias utilizado no cabo anterior, apresentado ainda na Figura 7. Essa nova solução atende a necessidade do meio de transporte e acomodação do cabo dentro da cápsula.

Figura 12 - Nova solução: Cabo em espiral



Fonte: Unitronic (2018).

3.1.1 Benefícios

Comprimentos estendido de até 4 vezes o comprimento espiral não estendido, sendo possível a redução do tamanho do cabo facilitando o uso dentro da cápsula.

3.1.2 Gama de Aplicação

Em engenharia de medição e controle, onde são requeridos cabos blindados com as menores dimensões, para aplicações eletrônicas, equipamento de manuseamento e medição, transportadores e sistemas de transporte.

O cabo em espiral fica acomodado dentro da cápsula com tamanho reduzido, ao realizar o uso do MDA o cabo estica até o conector DLC e retornando a mesma posição dentro da cápsula, facilitando o uso (ergonomia) e retornando a posição inicial sem dobras dentro da cápsula.

Foi criado um planejamento para a execução das ações, conforme dados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Planejamento das ações para aplicação da nova solução

Ação Atividade Problema	O que será feito?	Por que será feito?	Onde será feito?	Quando será feito?	Como será feito?	Quanto custará?
Validação cabo comunicação espiral	Testes de comunicação com ECU's	Certificar a comunicação entre diferentes linhas de comunicação das ECU's.	Linha produção eletrônica	22/03/2018	Será realizado o teste utilizando as funções atuais da linha nas ECU's atuais.	R\$ 1.185,00
Rompimento vias no transporte cápsula	Testes de transporte	Alto índice de rompimento das vias de comunicação durante o transporte com a cápsula.	Linha produção eletrônica	17/04/2018	Testes de transporte MDA em linha	R\$ 0,00
Implementação vida série	Implementação da solução nos 34 MDA's e seguimento dos ganhos	Reduzir consumo dos cabos atuais	Linha produção eletrônica	25/08/2018	Em linha, acompanhamento de produção com nova solução.	R\$ 8.790,00

Fonte: Autoria própria.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ITEM 1: GANHOS FINANCEIROS COM A NOVA SOLUÇÃO

Havia uma periodicidade de troca dos cabos, a cada ciclo de 6 meses de uso eram substituídos 18 cabos, gerando um alto custo anual totalizando 36 cabos. Havia também a necessidade antecipação de compra dos cabos devido ao prazo elevado de entrega (3 meses). Conforme apresentado na Tabela 4, é possível entender o custo anual e quantidade de peças trocadas.

Tabela 4 - Custo anual com a solução atual

Antes	
36	peças ao ano
R\$ 1.350,00	Custo unitário
R\$ 48.600,00	Custo ano

Fonte: Autoria própria.

Com a nova solução aplicada, em um primeiro momento foi necessário a substituição de somente 10 peças ao ano, sendo essas 10 peças desenvolvidas localmente com um prazo de entrega de 15 dias e com custo reduzido, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Ganho anual com a aplicação da nova solução

Depois	
10	Peças ao ano
R\$ 485,00	Custo unitário
R\$ 4.850,00	Custo ano
R\$ 43.750,00	Ganho anual

Fonte: Autoria própria.

4.2 ITEM 2: OUTROS GANHOS COM A NOVA SOLUÇÃO

Os ganhos com o item manutenção nos cabos, devido à redução no ciclo de falhas com a nova solução, refletiu diretamente na redução da hora de manutenção despendida para atuar na resolução dos problemas.

Com o transporte e prazo de entrega, apresentaram ganhos também nos custos internacionais, impostos e prazo de entrega que reduziu de 90 dias para 15 dias com nova solução.

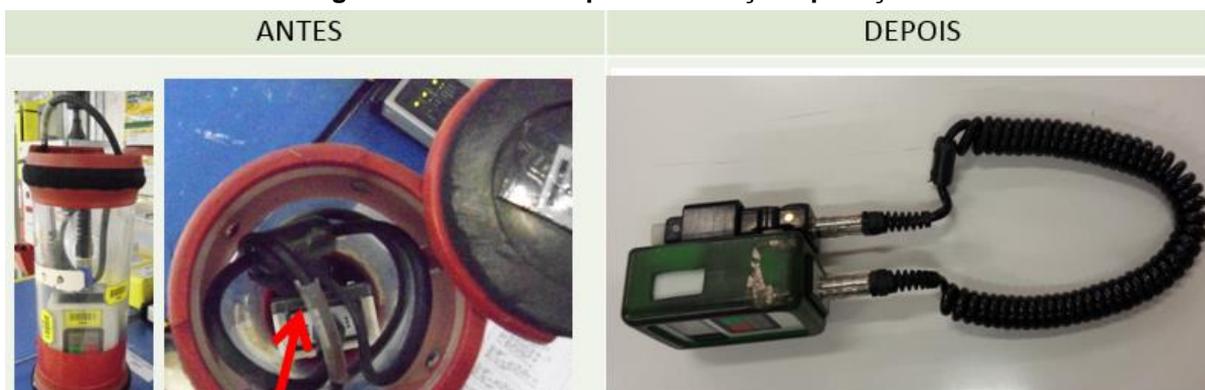
Em resumo os ganhos apresentados com a solução local são:

- Redução de 30% no valor;
- Tempo de entrega 15 dias (90 dias cabo anterior);
- Cabo com maior resistência e durabilidade.

4.3 ITEM 3: NOVA SOLUÇÃO APLICADA

A nova solução, apresenta na coluna “depois” da Figura 13, gerou uma redução significativa das falhas, sua característica em espiral permite uma melhor acomodação dentro da cápsula, sem gerar degradação as vias de comunicação. Ganhos significativos com a nova solução por ter seu desenvolvimento local, durabilidade, custo e característica em conformidade com o ambiente de uso.

Figura 13 - Antes e depois da solução aplicação



Fonte: Autoria própria.

A antiga solução, apresentada na coluna “antes” da Figura 13, só permitia a acomodação do cabo dobrando o mesmo gerando degradação.

5 CONCLUSÃO

As análises realizadas possibilitaram encontrar a causa raiz do problema, permitindo desenvolver uma nova solução para o problema existente. A única dificuldade encontrada entre o Cabo, o MDA e a cápsula foi desenvolver uma solução flexível e robusta para o uso dentro desta cápsula de transporte, que permitisse esticar até o conector do veículo e que voltasse ao compartimento da cápsula com tamanho reduzido.

Foram desenvolvidos alguns protótipos para testes na linha de produção, encontrando problemas em alguns ensaios, algumas vias de comunicação ficavam mal acondicionadas durante a confecção dos cabos protótipos. Foram ensaiados 5 protótipos com uma amostragem de 500 testes, mostrou-se robusto na utilização com cápsula e na comunicação com as ECU's dos veículos.

Conclui-se que, os objetivos específicos e o objetivo geral foram alcançados com sucesso, garantindo um ganho expressivo para a empresa.

REFERÊNCIAS

AEROCOM. **Aerocom**: Transporte pneumático. Copyright© 2018 Aerocom - Transportes Pneumáticos. Rua Reboujo, 51. CEP 03408-050. São Paulo, SP. Disponível em: <<http://www.aerocom.com.br/produtos/ac1000-p2.html>>. Acesso em: 15 nov. 2018.

FRANK, Helmut; SCHMIDTS, Uwe. **Vehicle diagnostics - The whole StoryVector**. Copyright© 2010-2018 Vector Informatik GmbH, Technical Article, publicado em: 01 ago. 2007. Disponível em: <https://assets.vector.com/cms/content/know-how/_technical-articles/diagnostics/Diagnostics_Congress_ElektronikAutomotive_200703_PressArticle_EN.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2018.

NIC. **Controller Area Network (CAN) Overview**. Copyright© 2018 National Instruments Corporation (NIC). Disponível em: <<http://www.ni.com/pt-br/innovations/white-papers/06/controller-area-network--can--overview.html>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

OBD-II. **Does My Car Have OBD-II?** The OBD-II Home Page. Copyright© 2011 B&B Electronics. Disponível em: <<http://www.obdii.com/connector.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

PFI. **Port Fuel Injection (PFI)**. Copyright© Continental AG 2018. Disponível em: <<https://www.continental-automotive.com/en-gl/Passenger-Cars/Powertrain/Gasoline-Technologies/Injection-System/Engine-Control-Unit/Port-Fuel-Injection>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SIEMENS. **Plant solutions**: testing. Projects Automotive Industry. Copyright© Siemens 1996-2018, apresentação realizada em: dez. 2005. Disponível em: <https://w3.siemens.com.br/home/br/pt/cc/automobilistica/portfolio/Documents/solucoes_em_plantas_Testing_automobilistica.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

UNITRONIC. **Unitronic® Spiral**: Cabo em espiral com revestimento externo em PUR e blindagem total para a transmissão exata do impulso. Copyright© 2018 www.lappgroup.com. Disponível em: <<https://lappbrasil.lappgroup.com/online-catalogo/cabos-de-ligacao-e-de-controle/oelflex-connect-solucoes-de-sistemas/espiralado/unitronic-spiral.html>>. Acesso em: 07 nov. 2018.